



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

THAYANE RODRIGUES DE QUEIROZ

TIC's NO ENSINO DE FÍSICA: O PhET COMO PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO
APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

MOSSORÓ

2021

THAYANE RODRIGUES DE QUEIROZ

TIC's NO ENSINO DE FÍSICA: O PhET COMO PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO
APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Licenciado em
Física.

Orientador: Prof. Dra. Subênia Karine de
Medeiros

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Q3t Queiroz, Thayane Rodrigues de.
 TIC?S no ensino de física: o PhET como proposta
 didática no ensino aprendizagem de circuitos
 elétricos / Thayane Rodrigues de Queiroz. - 2021.
 42 f. : il.

 Orientadora: Subênia Karine de Medeiros.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Licenciatura em
 Física, 2021.

 1. Tecnologias da informação e comunicação. 2.
 Simulação. 3. PhET. 4. Ensino aprendizagem. I.
 Medeiros, Subênia Karine de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

THAYANE RODRIGUES DE QUEIROZ

TIC's NO ENSINO DE FÍSICA: O PhET COMO PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO
APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de licenciado em
Física.

Defendida em: 28 / 12 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Professora Doutora SUBÊNIA KARINE DE MEDEIROS – Ufersa
Presidente e orientadora

Professora Doutora JUSCIANE DA COSTA E SILVA – Ufersa
Primeira integrante da banca

Professora Mestre ANTÔNIA VANUZIA NUNES DA SILVA ARAÚJO - EEPMEF
Segunda integrante da banca

“A minha família que, com muito carinho e apoio, me ajudou ao longo do caminho”

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo coração a todas as pessoas que, com seus conselhos me fizeram acreditar que tudo é possível. Em especial:

A Deus, pela oportunidade de realizar esta caminhada de aprendizado.

A minha família – Mãe (Rivaneide Rodrigues), Pai (Josimar José), e minha irmã (Ingrid Rodrigues), agradeço pela pessoa que me tornei graças a eles, e sei que qualquer escolha que eu faça sempre contarei com o apoio deles. São os grandes merecedores de qualquer que eu tenha alcançado.

À minha orientadora, Dra. Subênia Karine de Medeiros, pela paciência que teve comigo ao longo dessa pesquisa.

As amigas Paloma Cristina e Tarcyana Thais, que sempre me apoiaram durante essa caminhada. Meu sincero abraço.

Agradeço ao Programa Residência Pedagógica (PRP) por proporcionar qualificação profissional na docência.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Ufersa pela oportunidade de poder concluir o curso com êxito.

RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo possibilitar a utilização das tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) com o uso do software de simulação PhET como ferramenta de ensino nas aulas de Física do 3º ano do Ensino Médio, para facilitar na visualização dos fenômenos físicos incluídos no conteúdo. Com esse intuito, criamos um roteiro didático que foi aplicado em conjunto com a simulação do PhET, norteando a interação professor/estudante, que contribuiu na compreensão de cada conteúdo abordado. Considerando uma pesquisa-ação qualitativa, os resultados mostram que a metodologia aplicada, além de trabalhar com os fundamentos do cotidiano discente, se mostrou uma ferramenta avaliativa extremamente válida.

Palavras-chave: Tecnologias da Informação e Comunicação, Simulação, PhET. Ensino Aprendizagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (a) Circuito formado por uma televisão (TV), uma tomada e um fio condutor. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.....	20
Figura 2: Resultados das questões 1 e 2.....	20
Figura 3 – Uma das respostas colhidas para a questão 3.....	21
Figura 4: Resposta colhida que apresentou erros de linguagem na questão 3.....	21
Figura 5: Resposta errada obtida na questão 4.....	22
Figura 6: Resposta coerente obtida na questão 4.....	22
Figura 7: Resposta correta da questão 5.....	22
Figura 8: (a) Imagem de um chuveiro elétrico. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.....	23
Figura 9: Respostas errada das questões 1 e 2.....	23
Figura 10: Respostas coerentes obtidas nas questões 1 e 2.....	24
Figura 11: Resposta errada na questão 3.....	24
Figura 12: Resposta correta na questão 3.....	24
Figura 13: Resposta errada questão 4.....	25
Figura 14: Resposta correta na questão 4.....	25
Figura 15: Exemplo de resposta incorreta na questão 5.....	26
Figura 16: Exemplo de resposta com divergências entre corrente e resistor na questão 6...26	26
Figura 17: Exemplo de resposta errada na questão 6.....	26
Figura 18 – (a) Imagem de dois carregadores de celular conectados à tomada. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.....	27
Figura 19: Respostas corretas nas questões 1 e 2.....	28
Figura 20: Resposta correta na questão 3.....	28
Figura 21: Reposta errada na questão 3.....	28
Figura 22: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas na questão 4.....	29
Figura 23: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas nas questões 5 e 6.....	29
Figura 24: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas na questão 7.....	30

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Código de cores para resistores.....	17
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETOS EDUCACIONAIS DE APRENDIZAGEM E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	11
2.1. Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	14
3. PhET COMO SOFTWARE EDUCATIVO.....	15
4. CIRCUITOS ELÉTRICOS/ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.....	16
5. METODOLOGIA.....	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6.1. Parte I – Circuito com resistores em série.....	19
6.2. Parte II – Circuito com resistores em paralelo.....	23
6.3. Parte III – Associação mista de resistores.....	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
8. REFERÊNCIAS.....	31
ANEXO.....	33

1. INTRODUÇÃO

Com o atual avanço das ciências e da tecnologia, o ensino e a aprendizagem da Física têm-se revestido de grande importância para a humanidade. Contudo, no momento que avaliamos a forma como essa ciência tem sido trabalhada nas escolas, principalmente no ensino médio, deparamos com uma significativa distância entre o que de fato o seu estudo propõe que estudantes efetivamente aprendem.

O uso do simulador virtual PhET (Physics Educacional Technology) como mecanismo didático para o ensino de Física pode auxiliar consideravelmente no aprendizado dos conteúdos da disciplina de Física, visto que funciona como atenuante e motivador no avanço do ensino e aprendizagem. O PhET permite conduzir o estudante mais ativo no progresso de ensino, de maneira que analise os modelos físicos na criação de conceitos, leis e teorias, obtenha dados das simulações e relacione seu conhecimento prévio com o conhecimento científico.

Nesta proposta de trabalho de pesquisa, aplicamos o simulador virtual do PhET no questionamento dos conteúdos de eletrodinâmica, associado ao cotidiano de estudantes do terceiro ano do ensino médio. Buscamos ampliar uma abordagem prática e interativa, possibilitando aos estudantes tomara-se agentes ativos na construção do conhecimento, seguindo para além das metodologias tradicionais que não encontram o interesse discente.

Nosso principal objetivo na pesquisa foi apresentar possíveis alternativas que despertem, na classe discente, a vontade da aproximação dos conteúdos e por seguimento, a aprendizagem dos conceitos físicos, trabalhando sobretudo a relação com o mundo vivencial de cada estudante. O presente artigo tende de sociabilizar os resultados da realização da produção didático-pedagógica aplicada, utilizando uma metodologia centrada na utilização do simulador virtual do PhEt no ensino de eletrodinâmica

2. OBJETOS EDUCACIONAIS DE APRENDIZAGEM E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Os objetos de aprendizagem ou objetos educacionais de aprendizagem (OA), são recursos de apoio aos professores que podem ser utilizados, tanto dentro de sala de aula quanto fora, a fim de facilitar a compreensão dos conteúdos pela classe discente. Segundo as autoras Tuyarot e Tesseroli (2016).

O Objeto de Aprendizagem será uma imagem, um vídeo, simulação, modelo, ou outro elemento que possa ser utilizado e reutilizado, que tenha um objetivo educacional definido e esteja disponível dentre outras qualidades. Quando se fala de OA, e se tenta utilizar o mesmo num contexto de inclusão o OA deve estar construído, desenhado, pensado intencionalmente para essa situação (TUYAROT E TESSEROLI, 2016, p. 2).

Dentro deste contexto, as autoras afirmam que os objetos de aprendizagem, representam segmentos de estudo e devem estar ligados a um ou mais OA específicos, como por exemplo simulações que são mais específicas, no qual permite o domínio e as observação de relações de causa e efeito dos fenômenos. Desta forma, um objeto de aprendizagem pode contemplar conceitos, como incluir toda a teoria, pode ainda, construir um percurso didático, incluindo conjunto de atividades, ressaltando certo aspecto do conteúdo envolvido, utilizando metodologias adotadas para determinado trabalho.

No ensino de Física, os recursos tecnológicos podem contribuir para o conhecimento de inúmeros conceitos amplos e que pode ser analisada sob três enfoques: a educação formal, a educação informal e a educação não formal. O ensino formal é o momento em que a educação se sujeita a pedagogia, produz seus métodos e determina suas normas da instituição de ensino. A educação não formal pode acontecer em diferentes proporções, engajamento político, trabalho, experiências que se adquire ao longo da vida. A educação informal e aquela que os indivíduos aprendem durante o processo de socialização, seja na família, bairro, cidade amigos. Além disto, os recursos tecnológicos têm uma utilidade muito diversificada, sendo usados para medições, representações gráficas, avaliações, apresentações, animações e simulações.

Além dos OA's, há também os objetos digitais de aprendizagem (ODAs), a diferença entre eles é que o segundo envolve as tecnologias digitais no âmbito educacional. Sobre isso, Carvalho et al (2019) expõe:

No processo de ensino-aprendizagem, o uso de ODAs traz consigo diversos benefícios, visto que, em sua maioria, permitem um ensino mais independente, interativo, dinâmico e personalizado. Outra vantagem do uso de ODAs, em especial os que se enquadram na categoria de simuladores, reside no fato destes permitirem aos estudantes a familiarização com situações que na prática envolveriam risco, demandariam muito tempo, envolveriam muito custo ou que seriam impossíveis. O aspecto colaborativo também aparece em

produtos de software de simulação, o que faz dessa ferramenta uma excelente oportunidade para os professores estimularem em seus alunos. Além da colaboração, também há a coletividade e as relações interpessoais (CARVALHO et al., 2019. p. 4).

Dentro desse panorama, os autores consideram que o uso das ODAs pode favorecer grande parte do percurso metodológico, como a tentativa de facilitar os conhecimentos dos conceitos e fenômenos, os objetos educacionais sempre estão vinculados a um contexto no processo educativo, onde a aprendizagem não requer respostas prontas por meio de exercícios.

Portanto, diante do que foi mencionado, docentes conseguem utilizar esses recursos a fim refletir sobre informações, conteúdos e recursos pedagógicos, construindo, assim, relações significativas para cada discente que, por sua vez, consegue relacionar os conteúdos conceituais abordados em sala de aula com o seu cotidiano, por meio de aulas práticas com simuladores, que é um tipo de ODAs. Dentro do processo de ensino e aprendizagem, o computador pode prover auxílio de inúmeras formas, tal como utilização de jogos, softwares para manipulação, aquisição e manipulação de dados de experimentos de laboratórios virtual (MARCO VOGLER. 2005, p. 25).

Nos dias atuais, sentimos a verdadeira demanda do maior envolvimento quando nos referimos à comunicação entre as pessoas e suas atividades, retratada através das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), sejam escolares, profissionais ou mesmo de lazer. Nota-se que no cotidiano as TICs são associadas como meios de recursos didáticos ao processo pedagógico. Contudo, as TIC's oportuniza um conhecimento inicial dos discentes nas etapas da vida. Com isso, tecnologias de comunicação e informação evidenciam maior prosseguimento de novas formas de comunicação intelectual e medição escolar, fundamentais a elaboração e à ampliação de conhecimentos que facilitam métodos educacionais voltados à realidade, favorecendo a comunicação dos alunos com o meio tecnológico.

A partir disso, podemos afirmar que a utilização das TIC's oferecem recursos imprescindíveis para essa tarefa, pois os recursos que elas concedem são aptos de facilitar e agilizar a vida da sociedade contemporânea e de oferecer formação educacional, no campo da física, proporcionando a atualização de conhecimentos, a socialização de experiências e a aprendizagem através dos recursos tecnológicos.

Visto que a informação e a comunicação ocorrem de forma mais acelerada, aliás, a busca por conhecimentos nas inúmeras áreas ficou ainda mais dinâmica. Tendo em consideração na área educacional, destacamos o uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), infere-se que é importante sua utilização para o ensino de qualidade.

Neste sentido, a informática pode assumir um papel importante na escola, primeiramente como uma ferramenta que tem objetivo de facilitar a comunicação entre professores e alunos e em outros momentos, para suportar a realização de uma pedagogia que proporcione de maneira eficaz a formação dos alunos, possibilitando o desenvolvimento de habilidades que serão fundamentais na sociedade do conhecimento (MARCO VOGLER. 2005, p.21).

Com o atual crescimento dos meios de telecomunicação, como as redes interativas de computadores, celulares, vídeos e áudios, o autor retrata que é possível ter uma comunicação mais eficiente e particular com professores e, sobretudo, com os próprios estudantes. Assim, esses meios de comunicação proporcionam programas mais preparados que os meios de comunicação impressos e gravados. O uso das novas tecnologias em sala de aula propicia o envolvimento de educandos e sua aprendizagem na construção do conhecimento. Além disso, promove um diálogo entre professores e discentes, a fim de trabalhar conteúdos, criar novas metodologias e além do mais, colaborar consideravelmente para o desenvolvimento do ensino

2.1. Aprendizagem Significativa de Ausubel

Ideia central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um procedimento através do qual uma nova inovação se descreve de maneira substantiva ou melhor (não literal) e não arbitrária, a uma perspectiva considerável da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com um fundamento de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, facilmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende

O "subsunçor" é um uma proposição já mostrada na estrutura cognitiva, apto de servir a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo. Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa sucede quando a nova informação em conceitos consideráveis (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva.

A aprendizagem é significativa à medida que o novo assunto é agregado às organizações de conhecimento de estudantes e alcança significado, baseado na relação com

seu entendimento prévio. Para que a aprendizagem significativa suceda, é preciso compreender um processo de transformação do conhecimento, em vez de procedimento em um sentido externo e observável, e identificar a importância que os processos cognitivos têm nesse progresso. Isto é, a cada conceito assimilado a aprendizagem significativa se efetua e permite ao discente compreender o seu cotidiano

Desse modo, também se constituem por basear em uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar e o ensino, ao invés de tentar apenas generalizar e transferir à aprendizagem escolar concepções ou princípios explicativos extraídos de outras situações ou contextos de aprendizagem. Segundo o autor Moreira (2005):

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento (MOREIRA 2005, p. 5).

Assim, conforme podemos observar, a aprendizagem significativa está propriamente associada com a estrutura cognitiva de cada aprendiz. Desta forma, um conhecimento novo só é compreendido/assimilado pelo indivíduo, quando o outro compartilha as informações já existentes em sua estrutura cognitiva, transformando-o mais elaborado, corrigido e modificado.

Nesse sentido, a aprendizagem significativa não minimiza os conhecimentos anteriores do educando. De outro modo, ela se evidencia por uma característica através de conhecimentos que o estudante já tinha e os novos que são compreendidos.

3. PhET COMO SOFTWARE EDUCATIVO

Sabemos que Software são programas ou aplicativos que utiliza para executar funções em computadores ou celulares. softwares educativos são utilizados como ferramenta de trabalho, que se trata de jogos educacionais.

O software de simulação conhecido como PhET, desenvolvido e atribuído pela Universidade Norte-Americana do Colorado, torna viável aplicar as diversas simulações e

modelagens já prontas no software, servindo como aparato de base para o uso em sala de aula, permitindo ser aplicado *on-line* ou sendo baixadas gratuitamente por usuários que podem ser estudantes ou professores. As simulações procuram conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, permitindo aos estudantes modelos fisicamente corretos de forma mais acessível.

O uso dos simuladores como ferramenta tecnológica proporciona aos alunos um maior contato efetivo com a ciência, pois podemos ver a relação entre a educação e tecnologias de outro ângulo, o da socialização e da inovação, ou seja, a utilização dos simuladores PhET deve ser informado e aprendido de uma maneira significativa (IRACILMA,2017 p. 28).

Segundo a autora, as implementações de novas ideias como os softwares educacionais se firmam como grandes ferramentas no conhecimento da Física, tornando-se como uma das soluções que pode contribuir para um grande aprendizado em relação a essa disciplina, melhorando assim o ensino e aprendizagem, visto que aos olhos do corpo discente, as aulas apresentavam ser mais interessantes e divertidas, promovendo, dessa forma, o aprendizado. Todavia, os softwares só vão exercer esse papel se a sua utilização for metodologicamente posta em um contexto de ensino e aprendizagem, pois muitos professores agregam a utilização dessas ferramentas e não as aplicam de modo correto.

E, neste sentido, as tecnologias, como os softwares educacionais, são ferramentas fundamentais que agem como recursos mediadores na busca de aprendizado mais relevante. Entretanto, para isto, é fundamental que o corpo docente tenha o conhecimento mínimo de tais objetos. Além disto, é importante destacar que os softwares educacionais não apareceram para suprir as aulas convencionais, e sim complementar e contribuir para a diversificação delas, aprimorando a qualidade do ensino e aprendizagem, e na construção do conhecimento sobre fenômenos físicos, facilitando assim sua compreensão.

4. CIRCUITOS ELÉTRICOS/ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Alguns conteúdos tornaram-se significativos a serem trabalhados em sala de aula, considerando o contexto diário de cada estudante. Dentre eles, apresenta-se o movimento de cargas elétricas e os tipos de circuitos. Os circuitos elétricos compõem um modo de ocasionar energia embasada na diferença de potencial elétrico, que possibilita demonstrar

movimentação de elétrons. Através de uma transformação propícia, é plausível que esta energia tenha intuito o uso direto como, em modo de luz, calor ou movimento.

Podemos ver que existem três maneiras básicas de associar os resistores, em série, paralelo e misto. Na associação em série, os componentes são conectados em um só caminho onde irá passar corrente elétrica. Neste caso, a corrente elétrica será a mesma em todo o circuito. Enquanto na associação em paralelo, os resistores são conectados em dois pontos, onde a tensão em todos os resistores é igual, e a soma das correntes que atravessam os resistores corresponde a corrente total através de um resistor equivalente. Logo, a intensidade da corrente é a soma das correntes dos resistores associados. Já a associação mista é composta por resistores conectados em série e paralelo no mesmo circuito.

Tabela 1: Código de cores para resistores.

CORES	1ª faixa	2ª faixa	3ª faixa	4ª faixa TOLERÂNCIA
PRETO	0	0	0	-
MARROM	1	1	1	± 1%
VERMELHO	2	2	2	± 2%
LARANJA	3	3	3	-
AMARELO	4	4	4	-
VERDE	5	5	5	± 5%
AZUL	6	6	6	±25%
VIOLETA	7	7	7	± 1%
CINZA	8	8	8	± 05%
BRANCO	9	9	9	
DOURADO	-	-	-	± 5%
PRATA	-	-	-	± 10%

Fonte: Adaptado de CALAZANS (2001).

A Equação 1 trata da leitura nominal da Tabela 1. Tendo como objetivo, obter o valor nominal da resistência utilizando o código de cores dos resistores, além disso, o código de cores de resistores é analisado por faixas, onde cada faixa há uma função.

$$R = (10.X + Y) 10^Z \quad 1$$

onde:

R = resistência

X = 1ª cor

Y = 2ª cor

Z = 3ª cor

5. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa no formato de roteiro (anexo I) com discentes de duas turmas do 3º ano do ensino médio regular da Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas, localizada no município de Pau dos Ferros, no Rio Grande do Norte, para o levantamento das informações e obter análise dos resultados adquiridos referentes ao uso do simulador PhET em sala de aula. Para cada momento foi destinado duas horas aulas, cada aula teve duração de 40 minutos.

A pesquisa dividiu-se em quatro momentos que são descritos a seguir:

Momento 1: Foram ministradas aulas referentes aos conceitos de “circuitos elétricos”, nas quais, inicialmente, a turma foi indagada sobre o que conhecia a respeito do assunto. Foram feitas perguntas, tais como: “Vocês sabem o que são circuitos elétricos?”; “Qual a função dos circuitos elétricos?”; “Como ocorre um curto-circuito?”. Na exposição das respostas, foram discutidos conceitos que auxiliassem na compreensão dessas questões.

Continuou-se o assunto abordado, tendo o foco em elementos ou conjuntos que compõem um circuito elétrico, tipos de circuitos (paralelo, em série e misto). Tendo como objetivo compreender e analisar os elementos fundamentais de um circuito, seu funcionamento e composição.

Momento 2: Ainda sobre a parte conceitual, as aulas tiveram como enfoque no código de cores para identificação dos resistores e sobre leitura nominal, onde tivemos como base a tabela de cores para que os discentes pudessem ter uma melhor compreensão do conteúdo abordado.

Momento 3: Decidiu-se dividir cada turma em grupos de três participantes, sugerindo que os grupos de estudantes, por meio de fotografias tiradas em casa, pudessem

identificar circuitos elétricos presentes no cotidiano. Com base nas imagens, seriam levantados questionamentos, no qual tem como objetivo classificar as figuras de acordo com os tipos de circuitos elétricos existentes no dia a dia.

Momento 4: Foram feitas abordagens acerca da plataforma PhET (Projeto Simulações Interativas), disponibilizando o link do simulador, a fim de que as turmas pudessem acessar o simulador nas suas casas, utilizando dispositivos eletrônicos (celular, computador), tendo como objetivo ampliar o contato discente com o simulador, de forma individual e, assim, conhecer as especificações da plataforma como ferramenta de aprendizagem.

Momento 5: Para finalizar, foi aplicado um roteiro (anexo I) para simulações de experimentos, utilizando o simulador PhET. O roteiro foi construído com base nos circuitos identificados pelos grupos de estudantes, considerando o cotidiano de cada grupo. A escolha por essa abordagem é fundamentada na tentativa de construção da abordagem significativa para a aprendizagem de novos conceitos, aproximando a Física das situações cotidianas de cada discente envolvido na pesquisa.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O roteiro de experimentos aplicado nesse trabalho de pesquisa está apresentado no anexo I deste artigo, e conta com uma breve apresentação do conteúdo sobre circuitos elétricos, explicações sobre o uso do simulador PhET para estudo de circuitos elétricos e a apresentação de três propostas de circuitos elétricos, dispostos em três etapas: Parte I - circuitos com resistores em série, Parte II - circuitos com resistores em paralelo e Parte III associação mista de resistores.

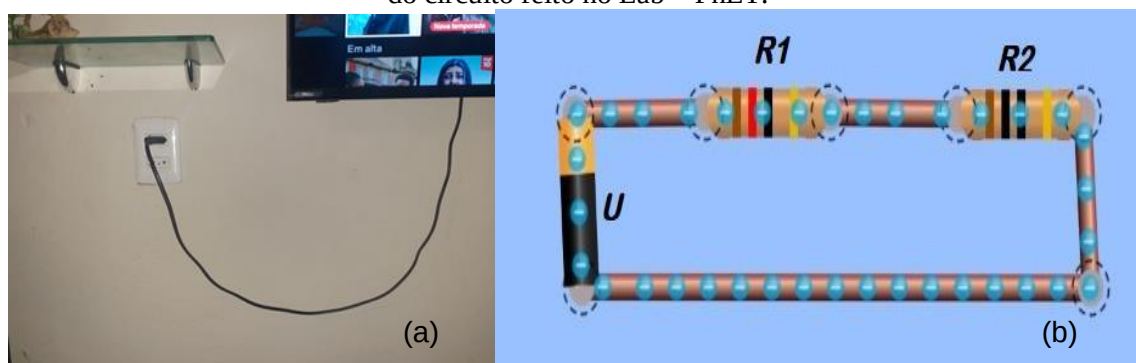
A análise qualitativa das respostas colhidas na aplicação do roteiro, são apresentadas a seguir e permitem considerações a respeito da evolução da aprendizagem sobre circuitos elétricos.

6.1. Parte I – Circuito com resistores em série

As imagens apresentadas na Figura 1, representam circuitos elétricos que foram abordados no decorrer das aulas expositivas. A Figura 1(a) apresenta o circuito formado por uma televisão (TV), uma tomada e um fio condutor. Nessa configuração, a tomada representa

a fonte de energia e a TV, um resistor. A simulação deste circuito no Lab – PhET está representada na Figura 1(b), onde foram usados dois resistores em série ($R1$ e $R2$) como indicadores da TV. A pilha representa nossa fonte de energia.

Figura 1 – (a) Circuito formado por uma televisão (TV), uma tomada e um fio condutor. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.



Fonte: (a) Imagem cedida pelo grupo “C” participante da pesquisa. (b) Autoria própria, utilizando o PhET™.

Considerando a situação problema apresentada na Figura 1, foram dispostas cinco questões que envolviam o entendimento de energia potencial, corrente e resistência, distribuídos em um circuito em série. Ao analisar a primeira parte do roteiro, observa-se que nas duas perguntas iniciais 1 e 2, os 10 grupos obtiveram excelente resultado na interpretação da utilização dos equipamentos de medida, análises das cores descritas nos resistores, tensão medida com auxílio do voltímetro e corrente que passa pelos resistores que foi medido com o uso do amperímetro. Dessa forma tiveram como conhecimento que a tensão é medida a partir dos terminais da bateria e a disposição dos elementos de um circuito. Um exemplo de resposta obtida para essas questões está apresentado na Figura 2.

Figura 2: Resultados das questões 1 e 2.

Com base na Figura 8, respondam às questões 1 e 2.

1. Meça a ddp da fonte (bateria) usando o voltímetro.

ddp (V)
9.00 V

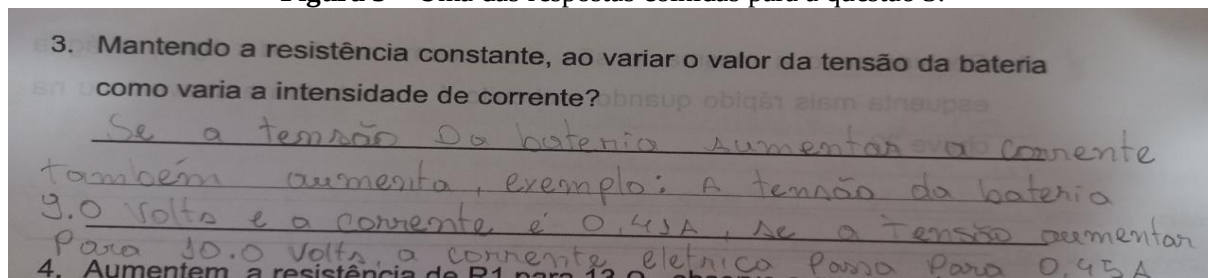
2. Realizem as medidas da ddp e da corrente em cada resistor e preencha os valores da tabela abaixo.

Associação em série	Tensão (V)	Corrente (A)
$R1 = 12.0\Omega$	4.91 V	0.41 A
$R2 = 10.0\Omega$	4.09 V	0.41 A

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A questão 3 pretendeu interpretar a Lei de Ohm onde a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada. Foi constatado que os 10 grupos apresentaram respostas coerentes, como pode ser observado na Figura 3. No entanto, algumas respostas continham erros de linguagem e interpretação da corrente elétrica.

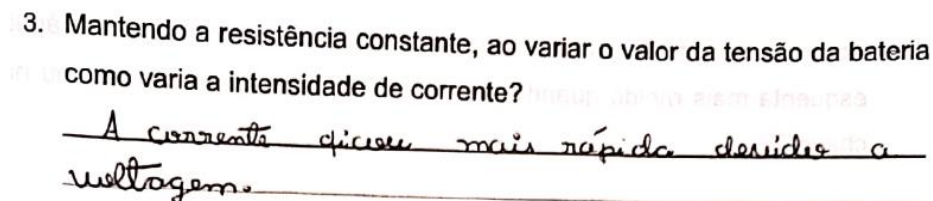
Figura 3 – Uma das respostas colhidas para a questão 3.



Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A Figura 4 mostra uma dessas respostas com erros de linguagem, resposta também apresentada por outros grupos, onde percebemos que os alunos tiveram uma interpretação errada de intensidade da corrente elétrica e sua relação com a rapidez dos elétrons.

Figura 4: Resposta colhida que apresentou erros de linguagem na questão 3.

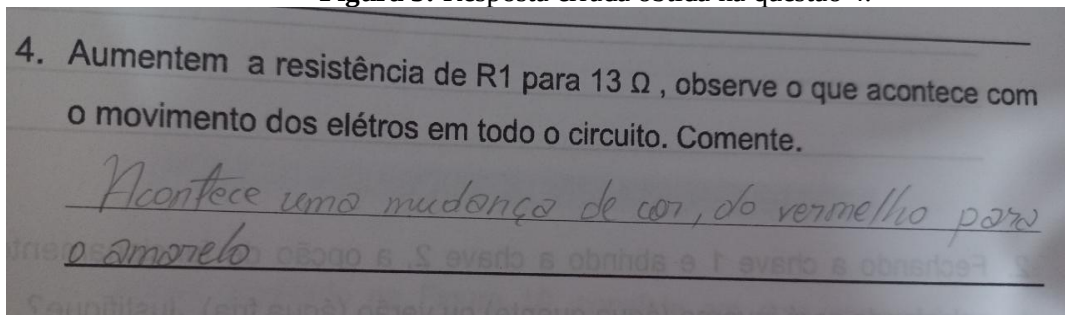


Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

A questão 4 pretendeu identificar que a resistência diminui a passagem de cargas elétricas pelo circuito, ou seja, causa uma diminuição na corrente elétrica. Foi constatado que 7 dos 10 grupos não descreveram corretamente a resposta e identificaram que a corrente aumenta quando a resistência aumenta, apenas 3 grupos tiveram respostas corretas. Com isso, os dados analisados mostraram que parte da turma não compreendeu corretamente que o resistor age de forma a dificultar a passagem de elétrons pelo circuito.

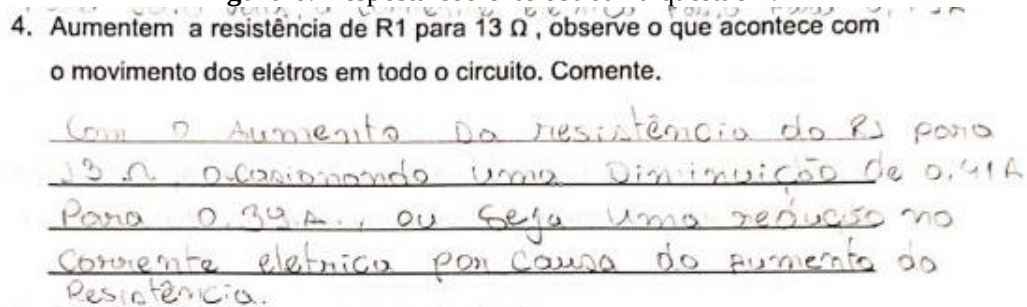
A Figura 5 apresenta um exemplo de resposta considerada incoerente e a Figura 6 mostra uma resposta tomada como coerente para a questão 4.

Figura 5: Resposta errada obtida na questão 4.



Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

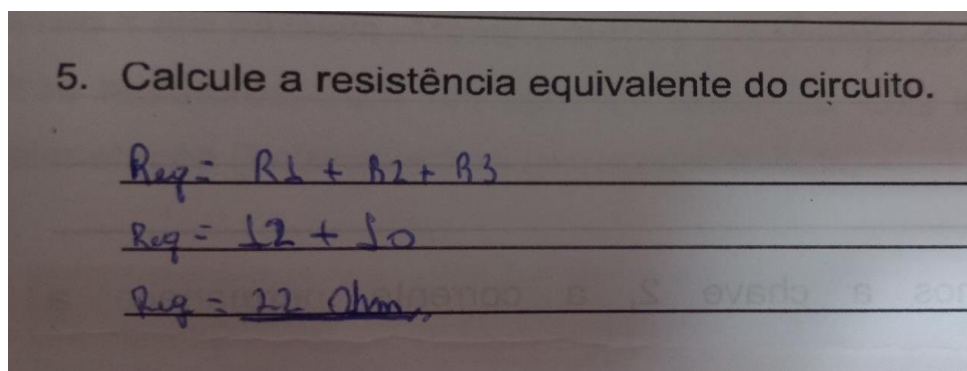
Figura 6: Resposta coerente obtida na questão 4.



Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

A questão 5 (Figura 7) trabalhou as relações matemáticas como alternativa interpretativa da física envolvida. Tinha como objetivo mostrar que um circuito em série funciona como um dispositivo cuja resistência equivalente tem valor dado pela soma das resistências presentes no circuito. Os resultados para essa questão mostram que todos os grupos puderam interpretar corretamente a questão, isso faz com que trabalhe a relação matemática com os circuitos em série.

Figura 7: Resposta correta da questão 5.

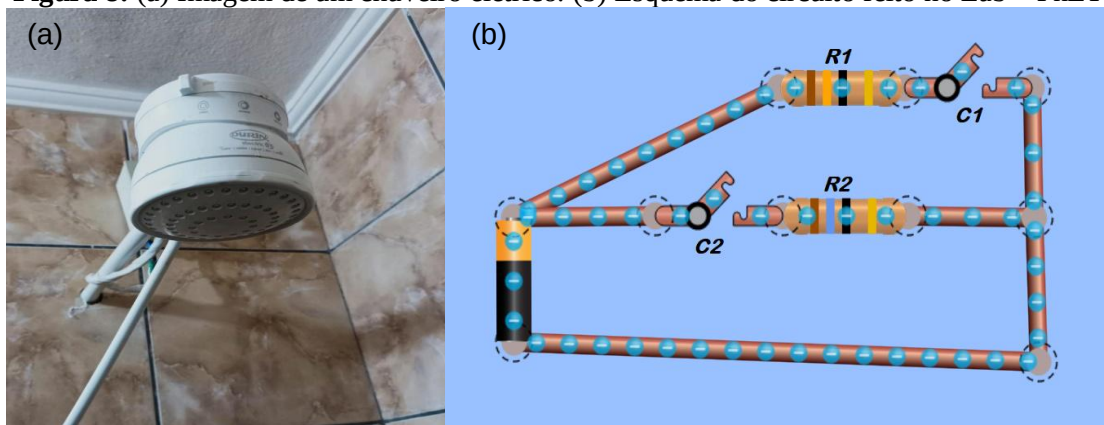


Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

6.2. Parte II – Circuito de resistores em paralelo

A análise dos circuitos em paralelo foi feita tomando como base o circuito do chuveiro elétrico, como mostrado na Figura 8. Utilizando dois resistores, com resistências diferentes, dois interruptores, uma fonte de alimentação (bateria) e fios de resistência nula.

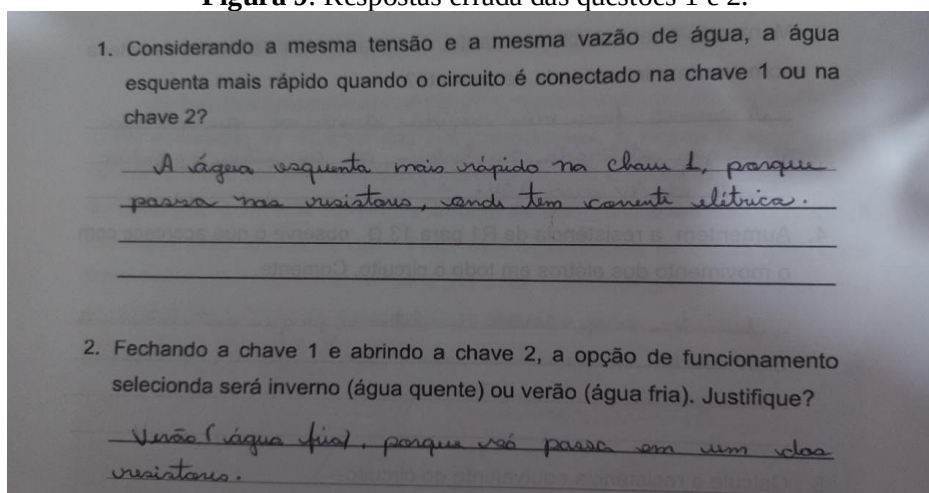
Figura 8: (a) Imagem de um chuveiro elétrico. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.



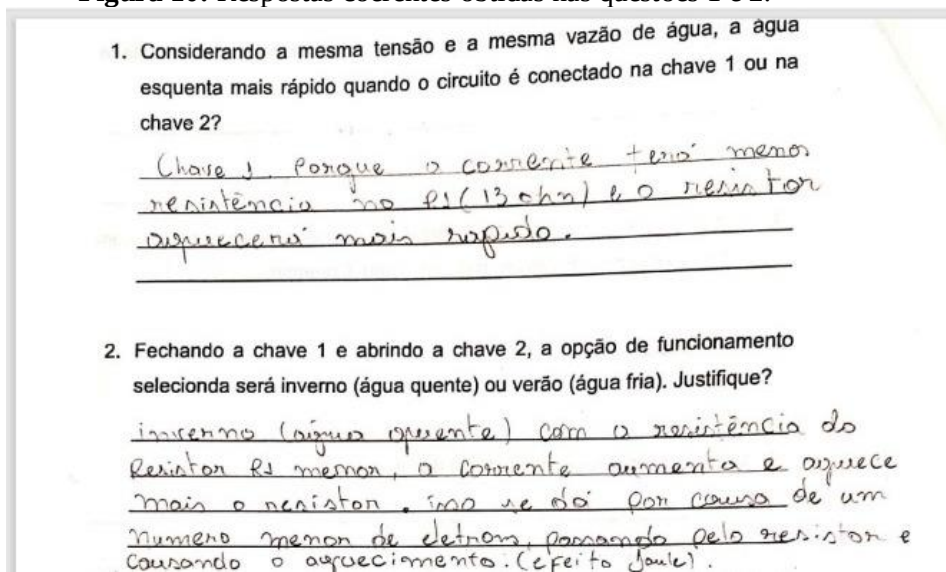
Fonte: (a) autoria própria (b) utilizando o PhET™.

As questões 1 e 2 permitiu que a turma identificasse a relação da corrente elétrica com a transferência de energia necessária para aquecimento da água, relacionando que a água esquentará mais quando o circuito estiver ligado à resistência menor, pois a corrente através do circuito será maior e mais energia estará disponível para aquecer a água. Foi observado que apenas 2 grupos apresentaram respostas coerentes, resultado que evidencia a necessidade de maior trabalho sobre a energia elétrica transportada através da corrente. Exemplos de respostas obtidas para essas questões são apresentados nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Respostas errada das questões 1 e 2.

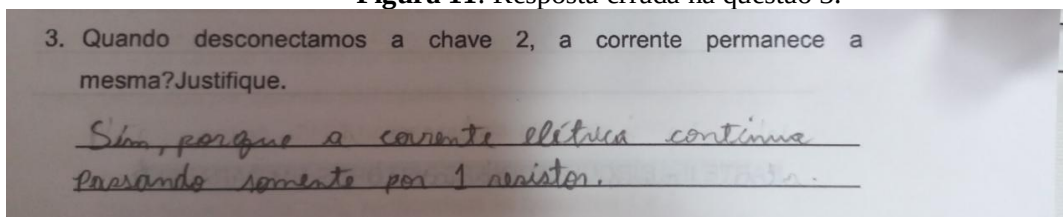


Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

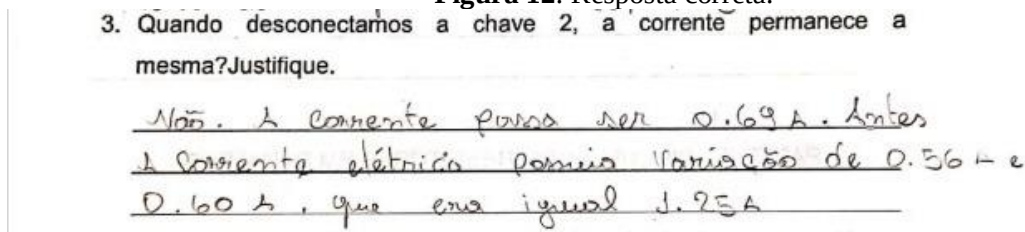
Figura 10: Respostas coerentes obtidas nas questões 1 e 2.

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A questão 3 trabalhou a identificação da corrente elétrica passando através do circuito em paralelo, o objetivo era mostrar que, no circuito em paralelo, a corrente é a mesma, independentemente do número de resistências. Temos como análise que 9 grupos responderam errado, onde apenas 1 conseguiu responder de forma correta. Isso mostra uma fragilidade da turma na identificação de um circuito em série e em paralelo, evidenciando a necessidade de trabalharmos mais atividades que possam desenvolver a compreensão correta do assunto. Exemplos de respostas obtidas para essa questão, são apresentados nas Figuras 11 e 12.

Figura 11: Resposta errada na questão 3.

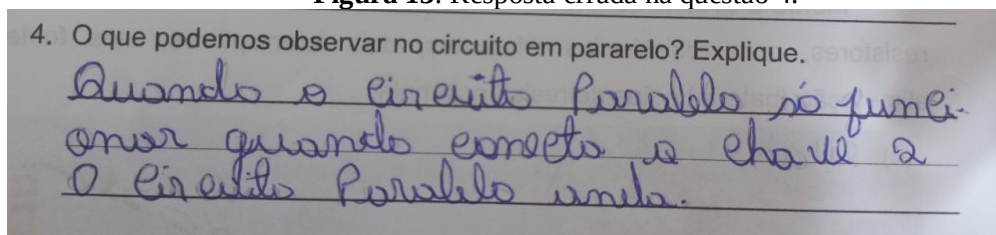
Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

Figura 12: Resposta correta.

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

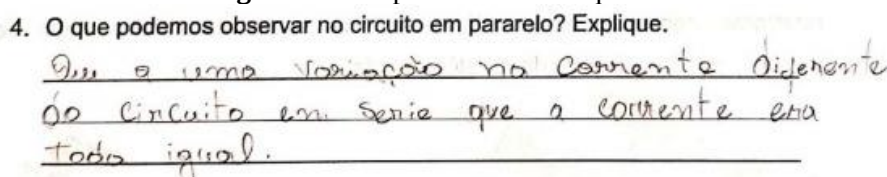
A questão 4 trabalhou a identificação do circuito em paralelo, evidenciando que a corrente é diferente para cada resistor e a tensão é a mesma em todo o circuito. Temos como análise que 8 grupos responderam de forma errada a questão e 2 grupos obtiveram respostas coerentes. Esse resultado mostra que as duas turmas não identificaram a funcionalidade do circuito em paralelo, tendo em vista que necessita de mais atividades que desenvolva a compreensão clara do assunto. Exemplos de respostas obtidas para essa questão, são apresentados nas Figuras 13 e 14.

Figura 13: Resposta errada na questão 4.



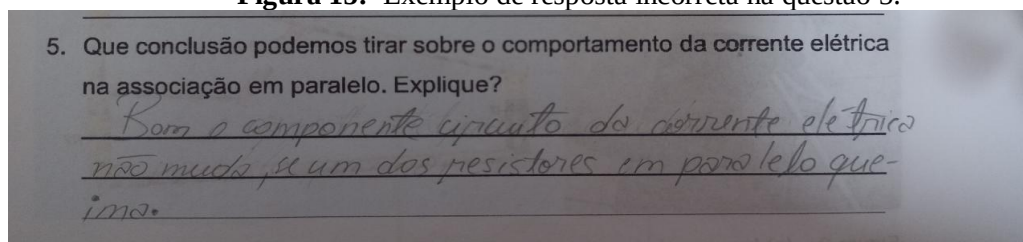
Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

Figura 14: Resposta correta na questão 4.



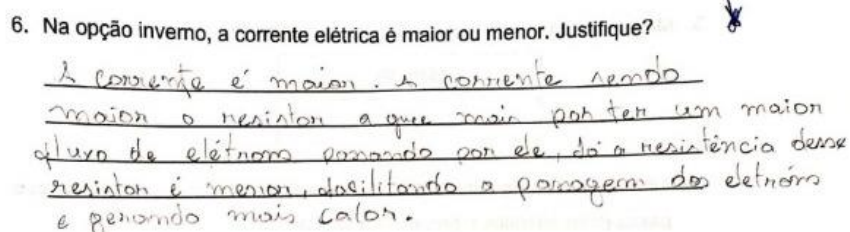
Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A questão 5 abordou a identificação da corrente elétrica passando através do circuito em paralelo. Esperava-se que os grupos identificassem uma corrente diferente através de cada resistor. Os resultados mostraram que 4 grupos descreveram corretamente o comportamento da corrente, 4 grupos descreveram de forma incorreta, e 2 grupos apresentaram o conceito correto, mas confundiram a natureza da corrente elétrica, respostas que mostraram uma interpretação de que a corrente aumentava quando o circuito era mais longo, o que remete a uma interpretação da corrente como objeto, próximo ao que entendemos nos movimentos de motos ou bicicletas, por exemplo. Um exemplo de resposta obtida para essa questão é apresentado na Figura 15.

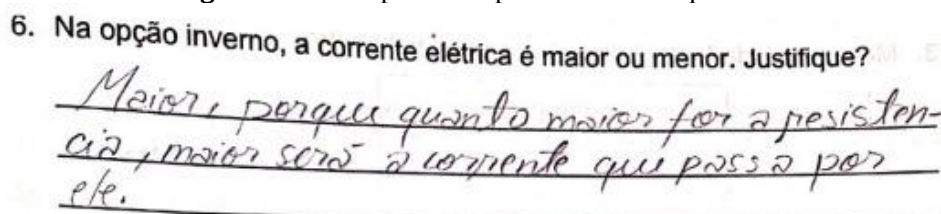
Figura 15: Exemplo de resposta incorreta na questão 5.

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A questão 6 continuou trabalhando a identificação da corrente elétrica passando através do circuito em paralelo, conectando a linguagem científica com a função apresentação cotidiana da representação inverno/verão no chuveiro elétrico. Esperava-se que os grupos identificassem a dependência da corrente com cada resistor. Afirmando que a corrente é maior no resistor que define a opção inverno (resistor de menor resistência), 7 grupos mostraram respostas que apresentaram divergências em relação a corrente e o resistor e 3 grupos as respostas foram totalmente erradas, afirmando que a corrente precisava ser menor. Dessa forma ficou nítido que as duas turmas interpretaram que a intensidade da corrente é dada através do comprimento do circuito, tendo a entender que a água esquentava mais quando a resistência é maior. Exemplos de respostas obtidas para essa questão, são apresentados nas Figuras 16 e 17.

Figura 16: Exemplo de resposta com divergências entre corrente e resistor na questão 6.

Fonte: Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

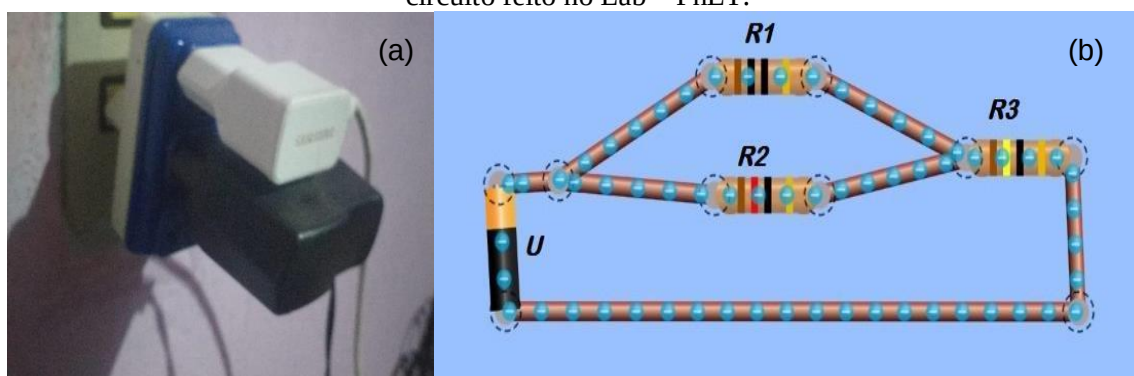
Figura 17: Exemplo de resposta errada na questão 6.

Fonte: Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

6.3. Parte III – Associação mista de resistores

O circuito mostrado na Figura 18, consiste em dois carregadores de celular conectados, compondo uma associação mista, formada por resistores em série e em paralelo. A simulação desse circuito no software PhET é mostrada na Figura 17(b), utilizando três resistores, com resistências diferentes, uma fonte de alimentação (bateria) e fios de resistência nula.

Figura 18 – (a) Imagem de dois carregadores de celular conectados à tomada. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET.



Fonte: (a) Imagem cedida pelo grupo “B” participante da pesquisa. (b) Autoria própria, utilizando o PhET™.

O circuito da Figura 17 serviu como situação problema para as questões dessa terceira parte do roteiro (associação mista de resistores). As questões 1 e 2 tinham o objetivo de construir conhecimentos prévios para que as turmas respondessem corretamente as demais questões. Para a questão 1, mantendo a bateria, queríamos permitir que a turma utilizasse o amperímetro para verificar que a corrente era diferente para cada resistor. A questão 2 permitiu que a turma utilizasse o voltímetro para verificar a tensão através do circuito. Como resultado, obtivemos 10 respostas totalmente certas para a questão 1 e todas as respostas corretas para a questão 2. Temos como análise que as duas turmas compreenderam a utilização do amperímetro e do voltímetro, conseguindo assimilar que a corrente elétrica é divindade para os circuitos em paralelo. A Figura 19 mostra um exemplo de resposta obtida para essas questões.

Figura 19: Respostas corretas nas questões 1 e 2.

1. Verifique a corrente que passa pelos circuitos.

0,46 A até a corrente se repartir em dois caminhos, e depois que se unir. Ao longo dos dois caminhos a corrente se dividi em 0,25 A no caminho de cima e 0,21 A no caminho de baixo.

2. Meça a ddp da fonte (bateria) usando o voltímetro.

ddp (V)
9 V

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

A questão 3 permitiu que as turmas identificassem todos os elementos do circuito elétrico, evidenciando a leitura das cores dos resistores e quais diferenças podiam ser geradas na corrente e na tensão, a partir da escolha das resistências e da associação dos resistores. Oito grupos descreveram respostas corretas e apenas dois mostraram respostas erradas. As respostas corretas possibilitam concluir que os grupos associaram muito bem a característica da corrente ser dividida para associação de resistores em paralelo e a tensão ser dividida na associação em série. As Figuras 20 e 21 mostram exemplos de respostas obtidas para essa questão.

Figura 20: Resposta correta na questão 3.

3. Preencha a tabela com os valores obtidos utilizando o amperímetro e voltímetro.

Resistor	Código de cores	Leitura (Ω)	Tensão (V)	Corrente (A)
R1	100 $\pm 5\%$ ohm	10.0 Ω	2,52 V	0,25 A
R2	120 $\pm 5\%$ ohm	12.0 Ω	2,52 V	0,21 A
R3	140 $\pm 5\%$ ohm	14.0 Ω	6,48 V	0,46 A

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

Figura 21: Resposta errada na questão 3.

2. Preencha a tabela com os valores obtidos utilizando o amperímetro e voltímetro.

Resistor	Código de cores	Leitura (Ω)	Tensão (V)	Corrente (A)
R1	0.0	10.0 Ω	6.00V	0.60A
R2	0.0	10.0 Ω	-3.00V	0.30A
R3	0.0	10.0 Ω	3.00V	0.30A

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

Questão 4 foi fundamental para a real interpretação da Lei de Ohm, pois permitiu que as turmas identificassem as alterações na corrente elétrica, a partir da tensão a qual o circuito está submetido. Apenas 2 grupos não descreveram respostas totalmente corretas, onde foi percebido que as respostas parciais foram encontradas devido os grupos terem colocados a tensão um pouco diferente das indicadas na questão. Isso leva a conclusão de que todos os grupos descreveram respostas corretas quando ao objetivo da questão. A Figura 22 mostra um exemplo de resposta obtida para essa questão.

Figura 22: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas na questão 4.

4. Altere a tensão da bateria para os valores abaixo, meça a corrente que passa pelos resistores e preencha a tabela.

ddp (V)	Corrente		
	i_{R1}	i_{R2}	i_{R3}
15.0 V	0,42 A	0,35 A	0,77 A
17.5 V	0,49 A	0,41 A	0,9 A
25.0 V	0,7 A	0,58 A	1,29 A
30.5 V	0,86 A	0,71 A	1,57 A

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

As questões 5 e 6 abordavam a aplicação da equação para encontrar a resistência equivalente em um circuito em paralelo e em série. Para essas questões, obtivemos todas as respostas corretas, mesmo levando em consideração a realização de cálculos com frações, o que demonstra aprendizagem sólida na interpretação matemática da resistência equivalente. A Figura 23 mostra um exemplo de resposta obtida para essas questões.

Figura 23: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas nas questões 5 e 6.

- 5- Calcule a resistencia equivalente dos resistores que estão conectados em paralelo.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = (5 + 6) / 60$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = 11 / 60$$

$$11R_{eq} = 1 \cdot 60$$

$$11R_{eq} = 60$$

$$R_{eq} = 60 / 11$$

$$R_{eq} \text{ é aproximadamente } 5,45 \, \Omega$$



- 6- Calcule a resistencia equivalente dos resistores que estão conectados em série.

$$5,45 \text{ (valor aproximado)} + 14 = 19,45 \, \Omega \text{ (valor aproximado)}$$

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos.

Por último, a questão 7 pretende explorar a interpretação discente com relação as características de uma associação mista. Os 10 grupos compreenderam que a circuito misto é composta por associação em série e paralelo. A Figura 24 mostra um exemplo de resposta obtida para essa questão.

Figura 24: Exemplo de uma das respostas corretas obtidas na questão 7.

7- Explique com suas palavras como identificar uma associação mista de resistores.

Quando se percebe tanto associação em série quanto associação em paralelo num mesmo circuito.

Fonte: Arquivo pessoal da autora de acordo com as respostas dos grupos

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os meios tecnológicos têm grande potencial de melhorar o processo de ensino-aprendizagem em Física, desde que seja associado a estratégias de ensino devida, como por exemplo o caso deste estudo que teve como ferramenta digital o simulador PhET. Desta forma, é notório que a metodologia aplicada, além de trabalhar com os fundamentos do cotidiano discente, se mostrou uma ferramenta extremamente válida. Observou-se o desejo discente em aprender e conhecer mais sobre os conceitos relacionados à utilização do simulador PhET. Outra consideração a ser realizada é que cabe aos professores auxiliarem cada vez mais estudante nos pontos frágeis da aprendizagem, dentro do conteúdo ministrado de circuitos elétricos, possibilitando o planejamento de novas intervenções em determinados conteúdos que a turma não conseguiu responder corretamente.

Além disso, a prática realizada foi considerada como bastante satisfatória comprovando a eficácia da metodologia abordada nesta pesquisa e pondo as simulações como ferramentas de grande importância na procura por um método de ensino dinâmico e eficiente que faça uma união da parte teórica e prática do Ensino de Física. Ademais, destaca-se que a proposta apresentada nesse artigo pode ser aplicada com a utilização de outras ferramentas e, de modo consequente, mais aulas para que seja obtido bons resultados no ensino e aprendizagem de Física.

Em virtude dos acontecimentos citados, concluímos que o uso da simulação é uma ferramenta de grande relevância na busca do conhecimento em conceitos da eletrodinâmica, aprimorando consideravelmente o ensino-aprendizagem, favorecendo professores na melhoria da qualidade de sua abordagem, tornando as aulas de Física mais agradáveis, motivadoras e interessantes. Dento do que foi abordados durante das aulas, podemos tirar como conclusões que os discentes compreenderam melhor as questões que tinha como uso dos equipamentos de medida isso faz com que possamos usar equipamentos para medidas de tensão, voltagem. Diante disto, os discentes não obtiveram um aprendizado significativos nas questões abertas, fazendo com que o professor mediador possa desenvolver mais atividades com os assuntos relacionados aos experimentos. Percebemos que os discentes durante as atividades desenvolvidas obtiveram um aprendizado mais considerável no circuito misto, deste modo os alunos não compreenderam melhor a associação em paralelo e serie fazendo com que o assunto tende ser mais aprofundado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALAZANS, Ney Laert Vilar. **Código de cores para resistores**. 2001. Disponível em: https://www.inf.pucrs.br/~calazans/undergrad/laborg/cod_cores_res.html. Acesso em: 02 out. 2021.

MOREIRA, M.A. (2005) **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

VOGLER, Marcos. **Objetos de aprendizagem para aplicação no Ensino de Física**. 2005. 129f. Tese de Mestrado- Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CARVALHO, Arley. Et al. **Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Física Básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual**. Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 17 Nº 3, p. 263-272, dezembro 2019.

TUYAROT, Diana.E e TESSEROLI Rita de Cassia. **Objetos educacionais digitais na ead e educação inclusiva na área de física**. Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 14 Nº 2, p. 1-10 Dezembro, 2016.

MENDES, Eduardo. Et al. **Sala Virtual de Física: uma alternativa para apoiar e complementar o ensino presencial de Física**. Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 10 Nº 3, p.1-10 Dezembro, 2012.

MOREIRA, M.A. (1994). **A mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa**. Trabalho apresentado na conferência internacional

“Science and Mathematics Education for the 21st Century: Towards Innovatory Approaches, Concepción, Chile, 26 de setembro a 1º de outubro.

FERNANDES, Yolanda Dias da Silva. **As contribuições das TICs no ensino da Física na Educação Básica** / Yolanda Dias da Silva Fernandes. - Cajazeiras, 2019. 82f.: il.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**, organizador - Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. 15

SOUSA, RP., MIOTA, FMCSC., and CARVALHO, ABG., orgs. **Tecnologias digitais na educação** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p. ISBN 978-85-7879-124-7.

SAMPAIO, Iracilma da Silva. **O simulador PhET como recurso metodológico no ensino de reações químicas no primeiro ano do ensino médio com aporte na teoria de Ausubel**. – Boa Vista (RR): UERR, 2017. 104f. il. Color. 30 cm.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – Ufersa
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – Prograd
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA – NeaD
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA



ROTEIRO - CIRCUITOS COM RESISTORES

OBSERVAÇÃO: Preencha os locais corretamente, de forma legível.

INFORMAÇÕES DISCENTES

NOME COMPLETO:

DATA DE REALIZAÇÃO: ____/____/____

TURMA: _____

PROFESSORA (ORIENTADORA): _____

INTRODUÇÃO

Os resistores são componentes elétricos que têm a finalidade de oferecer uma resistência elétrica preestabelecida, de modo a limitar a corrente elétrica em um determinado ponto de um circuito. São feitos com material condutor de alta resistividade elétrica, que transformam a energia elétrica em energia térmica (efeito Joule). [1]

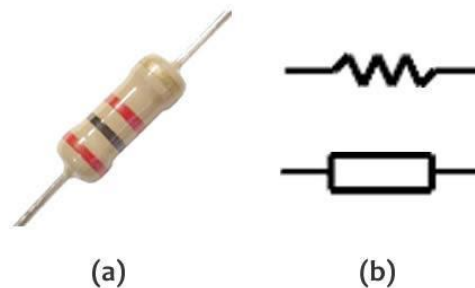


Figura 1 – Resistores. Fonte [2]

A Figura 1(a) mostra a imagem comum de um resistor com sua escala de cores, que indica o valor da resistência em ohms (Ω) e o fator de tolerância. A Figura 1(b) mostra a representação de resistores, dada através de símbolos.

A relação entre corrente elétrica que passa através do circuito, a tensão aplicada nos seus terminais e a resistência elétrica, é dada pela Lei de Ohm. Desenvolvida por George Simon Ohm, que teve como estudo a resistência de materiais condutores sob a ação de uma diferença de potencial (ddp), a Lei de Ohm diz que a corrente que flui através de um elemento do circuito é diretamente proporcional à tensão elétrica (voltagem) aplicada aos seus terminais. [3]

Expressamos a Lei de Ohm, matematicamente por:

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

Onde: $V \rightarrow$ Tensão aplicada (V), $R \rightarrow$ Resistência elétrica (Ω) e $I \rightarrow$ Intensidade da corrente (A).

Quando o circuito apresenta dois ou mais resistores, estamos tratando de uma associação de resistores. Há três tipos de associação: em paralelo, em série e mista. A associação em série, também denominada como ligação em série, é um circuito composto unicamente por componentes elétricos ligados em um único trajeto, ou seja, possuem apenas um caminho entre eles. Sendo assim, a mesma corrente elétrica passa por todos os elementos da associação.

Observe o circuito da Figura 2, que apresenta uma associação de três resistores (R_1 , R_2 e R_3) em série.

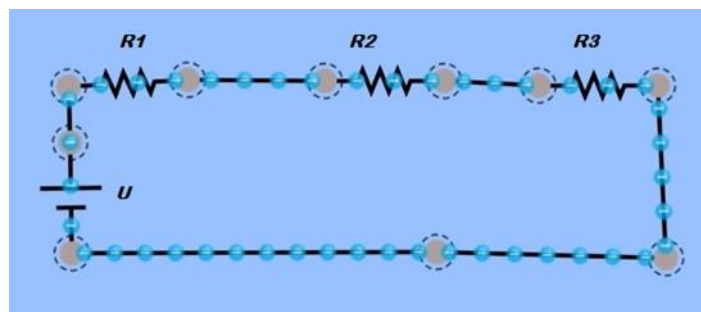


Figura 2 – Associação em série. Autoria própria, utilizando o PhET™.

A resistência equivalente de uma associação de resistores em série é igual à soma de todas as resistências individuais. Essa afirmação é expressa através da equação:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3. \quad (2)$$

Na associação em paralelo, os resistores são distribuídos no circuito de tal forma a possuírem dois pontos de contato entre eles. Isso faz com que todos os componentes da associação fiquem sujeitos à mesma diferença de potencial (ddp) e a corrente seja dividida entre eles.

A Figura 3 representa um circuito com uma associação de três resistores em paralelo.

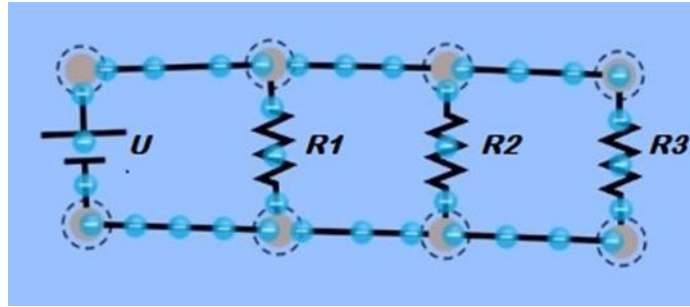


Figura 3 – Associação em paralelo. Autoria própria, utilizando o PhET™.

Considerando a afirmação que a corrente elétrica é dividida entre as resistências presentes no circuito, teremos:

$$i = i_1 + i_2 + i_3, \quad (3)$$

onde i_1 , i_2 e i_3 são as correntes que passam nos resistores R1, R2 e R3, respectivamente.

Aplicamos a Lei de Ohm na Equação (3), mantendo a afirmação que os componentes da associação fiquem sujeitos à mesma diferença de potencial (ddp):

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R1} + \frac{V}{R2} + \frac{V}{R3}. \quad (4)$$

Assim, podemos encontrar a resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}. \quad (5)$$

A associação mista de resistores nada mais é do que a reunião desses dispositivos através de ligações em série e em paralelo. A Figura 4 apresenta um circuito com associação mista, onde são colocados cinco resistores. [4]

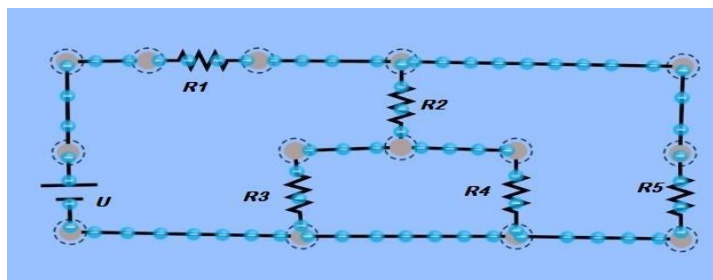


Figura 4 – Associação mista. Autoria própria, utilizando o PhET™.

PRÁTICAS EM LABORATÓRIOS VIRTUAIS: CIRCUITOS COM RESISTORES

Objetivo: Utilizando a plataforma de Simulações Interativas PhET, pretendemos medir a resistência de resistores e verificar a corrente dos circuitos. O link para acesso ao kit para montar circuito DC (corrente contínua) e a realização da prática no laboratório virtual é:

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html

Na seção Lab (Laboratório) vocês vão encontrar diversos elementos que podem ser utilizados para a criação de circuitos elétricos, como por exemplo: baterias de tensões distintas, fios condutores, resistores, fusíveis, interruptores, lâmpadas. Além de equipamentos de medidas, sendo eles: voltímetro e amperímetros. No ambiente também é possível visualizar medidas e intensidade da corrente percorrida no circuito.

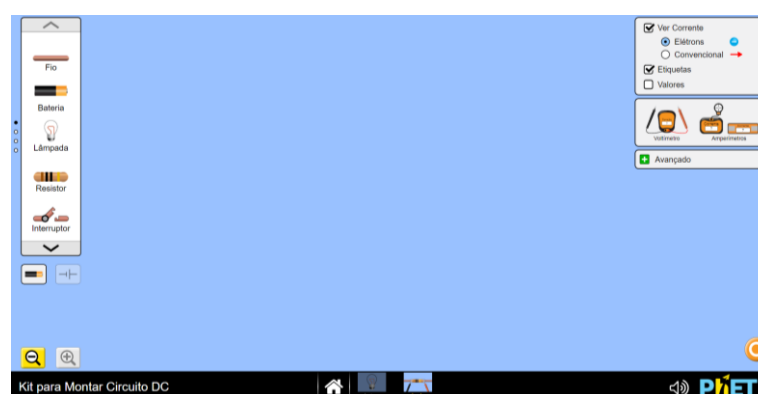


Figura 5 – Página inicial do Laboratório PhET para Circuito DC.

Para realização de medidas, são utilizados vários equipamentos que permitem a obtenção de valores de grandezas físicas existentes nos circuitos elétricos. O amperímetro e o voltímetro são exemplos desses equipamentos, possibilitando as medições da corrente e

voltagem. No Sistema Internacional, a unidade de resistência é Ohm (Ω), de corrente é Ampère (A) e de voltagem é Volt (V).

Na Figura 6, temos a proposta de um circuito com resistores em série, tendo como fonte de energia uma bateria (pilha). Nesse circuito, é possível medir a tensão da bateria conectando os cabos do voltímetro aos terminais da bateria.

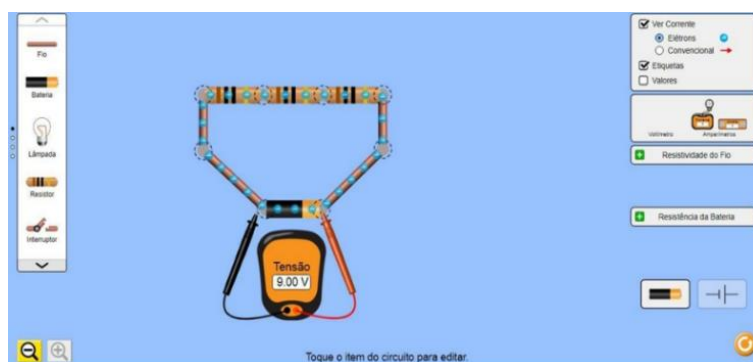


Figura 6 - Medindo tensão da bateria com voltímetro. Autoria própria, utilizando o PhET™.

Na Figura 7, é possível observar que o amperímetro é responsável por medir a corrente elétrica que passa pelo circuito.

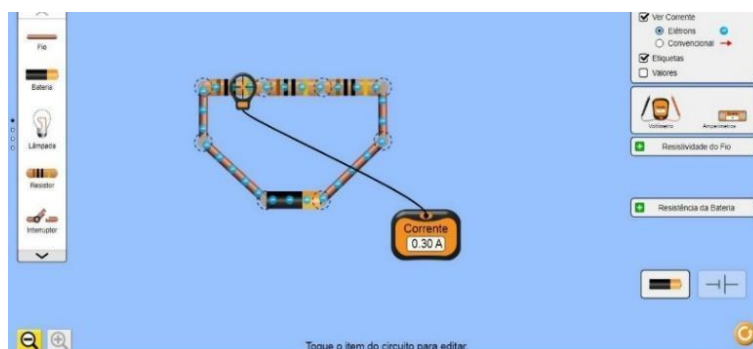


Figura 7 – Medindo a corrente com o amperímetro. Autoria própria, utilizando o PhET™.

PARTE I – CIRCUITO COM RESISTORES EM SÉRIE

As imagens apresentadas na Figura 8, representam circuitos elétricos que foram abordados no decorrer das aulas expositivas. A Figura 8 apresenta o circuito formado por uma televisão (TV), uma tomada e um fio condutor. Nessa configuração, a tomada representa a fonte de energia e a TV, um resistor. A simulação deste circuito no Lab – PhET está

representada na Figura 8(b), onde foram usados dois resistores em série (R1 e R2) como indicadores da TV. A pilha representa nossa fonte de energia.

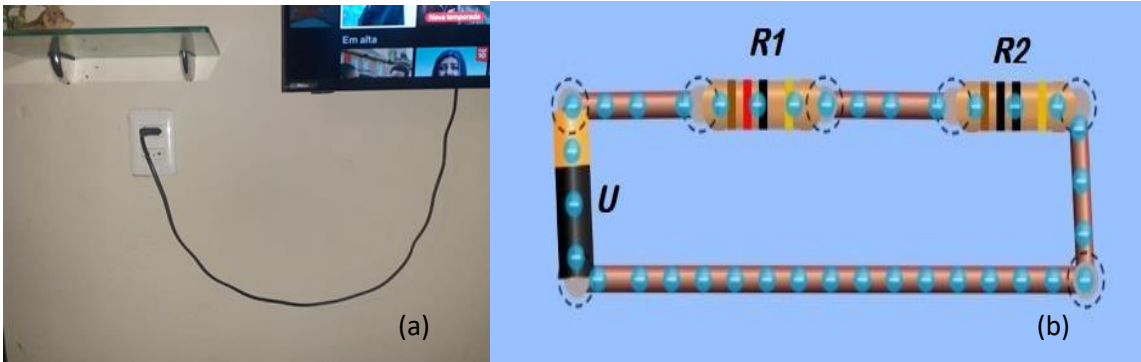


Figura 8 – (a) Circuito formado por uma televisão (TV), uma tomada e um fio condutor (imagem cedida por discente participante da pesquisa). (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET (autoria própria, utilizando o PhETTM).

Com base na Figura 8, respondam às questões 1 e 2.

1. Meça a ddp da fonte (bateria) usando o voltímetro.

ddp (V)

2. Realizem as medidas da ddp e da corrente em cada resistor e preencha os valores da tabela abaixo.

Associação em série	Tensão (V)	Corrente (A)
R1 = _____ Ω		
R2 = _____ Ω		

3. Mantendo a resistência constante, ao variar o valor da tensão da bateria como varia a intensidade de corrente?

4. Aumentem a resistência de $R1$ para $13\ \Omega$, observe o que acontece com o movimento dos elétrons em todo o circuito. Comente.

5. Calcule a resistência equivalente do circuito.

PARTE II – CIRCUITO COM RESISTORES EM PARALELO

Monte o circuito do chuveiro como mostrado na Figura 9. Utilizando dois resistores, com resistências diferentes, dois interruptores, uma fonte de alimentação (bateria) e fios de resistência nula.

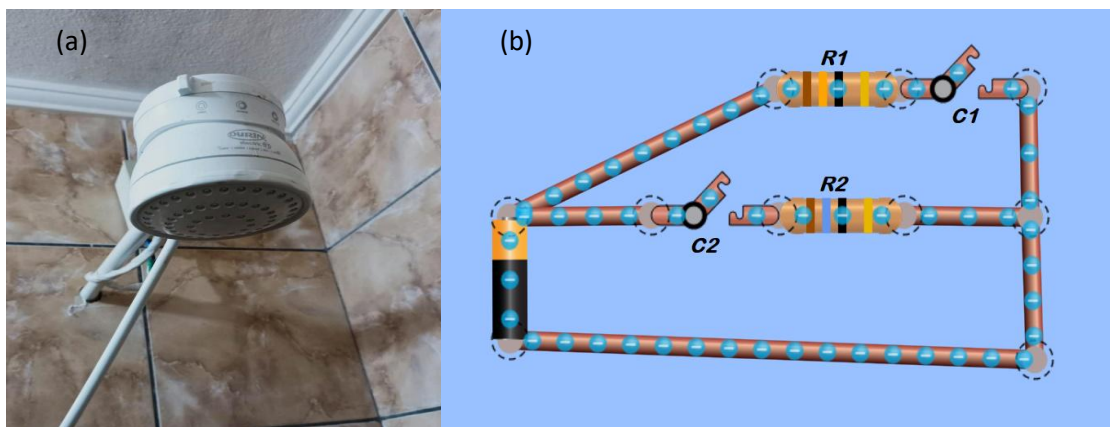


Figura 9 – (a) Imagem de um chuveiro elétrico. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET (autoria própria, utilizando o PhETTM).

1. Considerando a mesma tensão e a mesma vazão de água, a água esquentar mais rápido quando o circuito é conectado na chave 1 ou na chave 2?

2. Fechando a chave 1 e abrindo a chave 2, a opção de funcionamento selecionada será inverno (água quente) ou verão (água fria). Justifique?

3. Quando desconectamos a chave 2, a corrente permanece a mesma? Justifique.

4. O que podemos observar no circuito em paralelo? Explique.

5. Que conclusão podemos tirar sobre o comportamento da corrente elétrica na associação em paralelo. Explique?

6. Na opção inverno, a corrente elétrica é maior ou menor. Justifique?

PARTE III – ASSOCIAÇÃO MISTA DE RESISTORES

O circuito mostrado na Figura 10, consiste em dois carregadores de celular conectados, compondo uma associação mista, formada por resistores em série e em paralelo. Monte o circuito como mostrado na Figura 10(b), utilizando três resistores, com resistências diferentes, dois interruptores, uma fonte de alimentação (bateria) e fios de resistência nula.

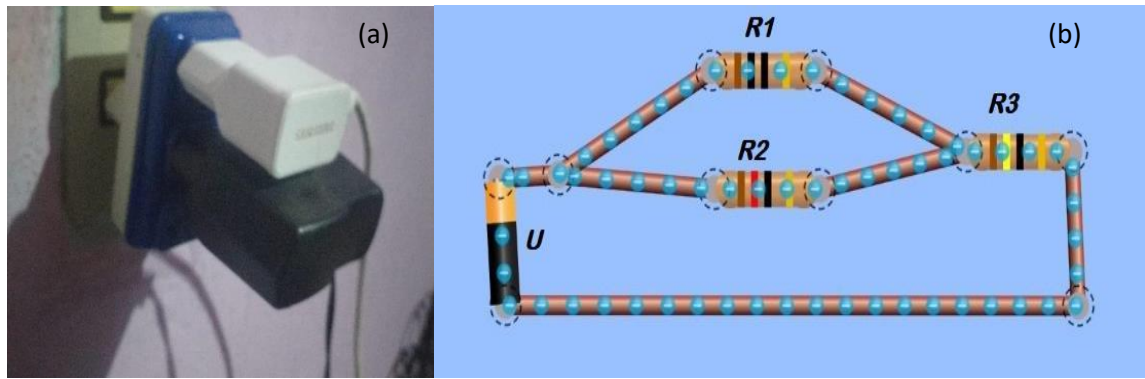


Figura 10 – (a) Imagem de dois carregadores de celular conectados à tomada. (b) Esquema do circuito feito no Lab – PhET (autoria própria, utilizando o PhET™).

1. Verifique a corrente que passa pelos circuitos.

2. Preencha a tabela com os valores obtidos utilizando o amperímetro e voltímetro.

Resistor	Código de cores	Leitura (Ω)	Tensão (V)	Corrente (A)
R1				
R2				
R3				

3. Meça a ddp da fonte (bateria) usando o voltímetro.

ddp (V)

4. Altere a tensão da bateria para os valores abaixo, meça a corrente que passa pelos resistores e preencha a tabela.

ddp (V)	Corrente		
	i_{R1}	i_{R2}	i_{R3}
15.0 V			

17.5 V			
25.0 V			
30.5 V			

5- Calcule a resistência equivalente dos resistores que estão conectados em paralelo.

6- Calcule a resistência equivalente dos resistores que estão conectados em série.

7- Explique com suas palavras como identificar uma associação mista de resistores.

REFERÊNCIAS

[1] Física: eletromagnetismo, física moderna, 3º ano. ---3. Ed---São Paulo: FTD, 2016--- (Coleção física)

[2] Conhecendo Elétrica, 2015. Disponível em: <<https://conhecendoeletrica.wordpress.com/2015/04/05/resistor/>> Acessado em: 25 setembro 2021.

[3] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

[4] SEARS. Francis Weston; Et al. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 4;