

CIRCUITOS ELÉTRICOS: EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO ¹

FERREIRA, Hyorran Cristian Paes ²

BEZERRA, Mauro Guilherme Ferreira ³

RESUMO

Esse artigo tem como objetivo propor o desenvolvimento de um experimento didático de baixo custo sobre a associação de resistores elétricos para o ensino médio, com o intuito de contextualizar o ensino de física à realidade dos alunos. A escolha de explorar o tema de circuitos elétricos surge da dificuldade dos alunos em compreender fenômenos elétricos, destacando a necessidade de estratégias mais eficazes. Detalhamos a metodologia, desde a seleção de materiais acessíveis até a montagem dos circuitos em caixas de acrílico. Os resultados indicam que abordagens práticas e experimentais, como a proposta neste estudo, podem ser cruciais para tornar o ensino de Física dinâmico e efetivo, permitindo que os alunos estabeleçam conexões mais sólidas entre a teoria e as aplicações práticas no mundo real.

Palavras-chave: Associação de resistores, experimento didático, Ensino de física.

ABSTRACT

This article proposes the development of a low-cost didactic experiment on the association of electrical resistors for high school, with the aim of contextualizing the teaching of physics to the reality of students. The choice to explore the topic of electrical circuits arises from the difficulty of students in understanding electrical phenomena, highlighting the need for more effective strategies. We detail the methodology, from the selection of accessible materials to the assembly of circuits in acrylic boxes. The results indicate that practical and experimental approaches, such as the one proposed in this study, can be crucial to make the teaching of Physics dynamic and effective, allowing students to establish more solid connections between theory and practical applications in the real world.

KeyWords: Association of resistors, didactic experiment, Physics education

¹ Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Física como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

² Discente do curso de Licenciatura em Física do IFRO campus Porto Velho Calama.

³ Professor Doutor, em nanociência pela Universidade de Brasília (UnB) e Docente Orientador do Curso de Licenciatura em Física do IFRO Porto Velho Calama.



1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade no ensino de Física vem se intensificando (Freitas; Teixeira, 2022), a sociedade moderna, cada vez mais orientada para a inovação tecnológica, tem exigido uma abordagem educacional que estimule a criatividade e a compreensão científica. (Moraes; Júnior, 2015)

Ministrar aula de Física se tornou um desafio constante, pois a disciplina é complexa e abstrata. Os conteúdos são frequentemente difíceis de compreender de forma intuitiva, o que pode levar os alunos a desistirem ou a desenvolverem uma compreensão superficial da matéria (Valadares, 1995). A busca por estratégias de ensino inovadoras tem levado educadores a compensar suas abordagens, refletindo que o modelo tradicional de sala de aula não é tão eficaz, como afirma (Sales e Silva, 2010, p.1), “[...] é praticamente impossível aproximar o ensino científico a realidade do aluno utilizando apenas livros didáticos”.

Um dos temas que tem representado um desafio para os alunos é o estudo de fenômenos elétricos. Essas dificuldades abrangem desde o formalismo matemático utilizado na análise de circuitos elétricos de resistência, até a assimilação de conceitos descritivos e tangíveis, como o entendimento de tensão elétrica. (Souza, 2016). Do ponto de vista de currículo, o estudante tem o primeiro contato com este assunto no terceiro ano ensino médio (Stein *et al.* 2021).

Como afirma Burde; Weatherby; Wilhelm (2022, p. 1):

A eletricidade moldou a civilização moderna de uma forma que poucas outras descobertas o fizeram. No entanto, poucos discentes desenvolvem com sucesso uma compreensão básica de tensão, corrente e resistência ou sua relação mútua em circuitos CC simples. (nossa tradução).

Uma estratégia que pode ajudar a tornar o ensino de física mais significativo⁴ e ativo é o uso de experimentos didáticos. Esses permitem que os educandos vivenciem os fenômenos físicos de forma concreta, façam novas descobertas e questionem sobre diversos assuntos, o que deve ajudá-los a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos trabalhados. (Araújo; Abib, 2003; Moraes; Junior, 2015).

⁴ É o processo no qual novos conhecimentos são integrados a conceitos pré-existentes, tornando-se parte do entendimento do aprendizado, promovendo compreensão profunda e rigorosa (Ausubel, 1963).

Diante desse contexto, o presente estudo propõe a elaboração de um experimento didático de baixo custo sobre associação de resistores para aplicação no ensino de física no ensino médio. Ao longo deste artigo, serão detalhados passo a passo os procedimentos para sua construção, juntamente com orientações para sua implementação, além dos resultados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A passagem de corrente elétrica por um condutor resulta no aquecimento, devido às colisões dos elétrons livres com os átomos do condutor. Esse fenômeno é conhecido como efeito Joule. (Nussenzveig, 2015; Halliday, 2012).

Para medir a resistência de um condutor, podemos aplicar uma diferença de potencial (d.d.p) entre dois pontos do condutor e medir a corrente resultante. A resistência é dada pela seguinte equação (Halliday, 2012):

$$R = \frac{U}{i} \quad (1)$$

Onde:

- R é a resistência, em ohms (Ω)
- U é a diferença de potencial, em volts (V)
- i é a corrente, em amperes (A)

2.1 RESISTORES ÔHMICOS

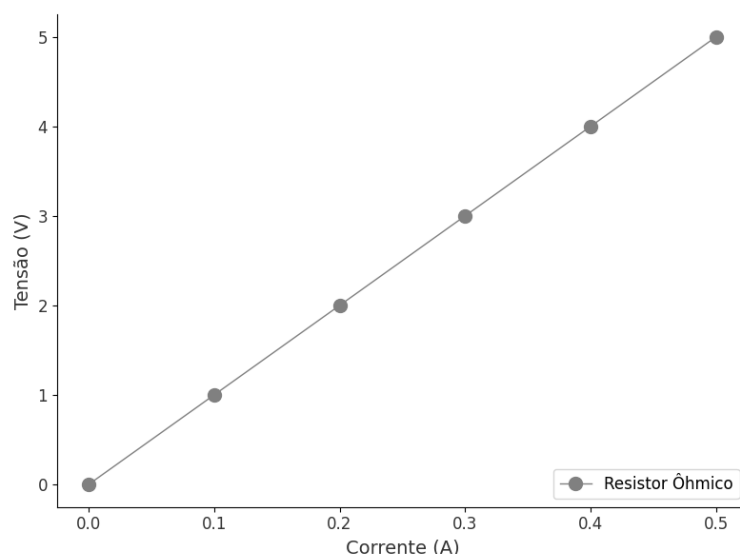
Segundo Alexander e Sadiku (2013, p.4), “um circuito elétrico é uma interconexão de elementos elétricos”. Dentre esses elementos, os resistores são responsáveis por transformar energia elétrica em energia térmica (dissipar) ou limitar a intensidade da corrente elétrica em circuitos eletrônicos (Nussenzveig, 2015; Halliday, 2012; Reitz, 1982).

Em nosso trabalho, optamos por trabalhar apenas com resistores ôhmicos. Isso significa que esses respeitam a lei de Ohm:

Um componente obedece à lei de Ohm se a corrente que o atravessa varia linearmente com a diferença de potencial aplicada ao componente para qualquer valor da diferença de potencial (Halliday, 2021, p. 149).

A seguir é apresentado um exemplo de um gráfico de um resistor ôhmico:

Gráfico 01: Resistor ôhmico



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A relação linear entre a corrente elétrica (I) que flui pelo resistor e a tensão (V) aplicada a ele. Essa relação é representada graficamente por uma reta que passa pela origem, indicando que a corrente é diretamente proporcional à tensão. O coeficiente angular da reta, conhecido como resistência elétrica (R), permanece constante para um resistor ôhmico. Isso significa que, independentemente do valor da tensão aplicada, a corrente elétrica resultante será sempre proporcional à tensão, obedecendo à lei de Ohm. Portanto, para um resistor ôhmico, a linearidade do gráfico e a constância do coeficiente angular são características intrínsecas que ilustram a relação proporcional entre tensão e corrente no contexto da eletricidade.

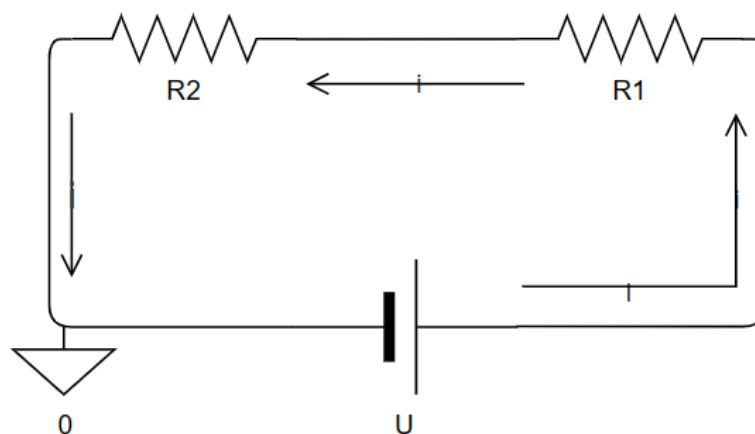
2.2 ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES: SÉRIE E PARALELA

Um circuito em série de resistores é um circuito elétrico no qual os resistores são conectados um após o outro, de modo que a corrente elétrica flui através de todos eles na mesma direção. Em um circuito em série, a corrente elétrica é a mesma em

todos os resistores, mas a tensão elétrica é dividida entre os resistores de acordo com suas resistências individuais (Nussenzveig, 2015; Reitz, 1982).

Apresentamos a imagem a baixo:

Imagem 01: Circuito elétrico simples



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Em um circuito elétrico, resistores podem ser substituídos por um resistor equivalente, que tem a mesma função dos resistores substituídos.

$$U - i \cdot R1 - i \cdot R2 = 0 \quad (2)$$

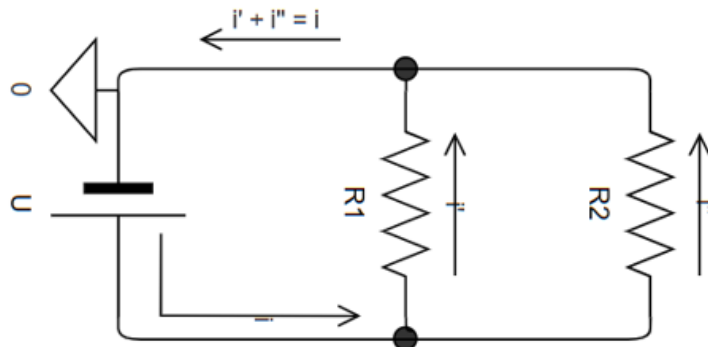
$$U = i (R1 + R2) \quad (3)$$

Logo a resistência equivalente de um circuito em série é dada pela soma das resistências individuais dos resistores. (Halliday, 2012)

$$Req = \sum R1 + R2 + R3 \dots + Rn \quad (4)$$

Um circuito em paralelo os resistores estão conectados entre os mesmos dois pontos, de modo que a corrente elétrica pode fluir por qualquer um deles. Em um circuito em paralelo, a tensão elétrica é a mesma em todos os resistores, mas a corrente elétrica é dividida entre os resistores de acordo com suas resistências individuais. (Nussenzveig, 2015; Reitz, 1982).

Imagem 02: Diagrama resistores em paralelo.



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Assim como em série, resistores em paralelo podem ser substituídos por um resistor equivalente:

$$i = i' + i'' \quad (5)$$

$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \quad (6)$$

$$i = U \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (7)$$

Portanto a resistência equivalente de um circuito em paralelo é dada pela seguinte equação (Halliday, 2012).

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \frac{1}{R_n} \quad (8)$$

Outra forma de calcularmos a resistência equivalente em um circuito em paralelo com dois resistores é a chamada de “produto pela soma. Onde podemos observar a seguir:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (9)$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \quad (10)$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (11)$$

Assim conseguimos calcular a resistência de maneira mais simples, sem a necessidade de calcular o MMC (Mínimo Múltiplo Comum).

3 METODOLOGIA

Para a construção dos Circuitos elétricos foram utilizados:

Tabela 01: Materiais necessários para a construção

| Materiais | Quantidade |
|--|-------------------|
| Caixinhas de Acrílico 5cm x 5cm transparente | 6Und |
| Cabo banana Plug | 12Und |
| Multímetro profissional azul | 1Und |
| Ferro de solda 220v básico | 1Und |
| Porca sextavada | 12Und |
| Bornê Fêmea P/ Pino Banana | 12Und |
| Resistor de 330k Ohm | 2Und |
| Resistor de 470k Ohm | 2 Und |
| Resistor de 680k Ohm | 2 Und |
| Estanho para solda | 20 Cm |
| Pasta de Solda | 1 Und |
| Conector de fio p/ o resistor | 12 Und |

Fonte: elaborado pelos autores (2023)

3.2 METODOLOGIA DO EXPERIMENTO

A presente pesquisa baseou-se em uma metodologia experimental que visa investigar e analisar o comportamento de um circuito elétrico construídos pelos autores.

3.2.1 Montagem do Experimento

A montagem do experimento foi realizada de maneira cuidadosa e sequencial, seguindo os passos descritos a seguir:

Utilizamos caixas de acrílico transparente de dimensões 5cm x 5cm e uma fresadora de mão para criar furos circulares. Esses furos proporcionaram a estrutura necessária para a montagem do circuito, e logo após programamos bornes fêmeos para encaixar nos furos criados pela fresadora, proporcionando uma conexão segura e estável para as conexões dos resistores, utilizamos conectores específicos e realizamos as soldas com um ferro de solda de 220V. Durante esse processo, empregamos estanho de solda e pasta de solda para garantir conexões elétricas confiáveis. Cada resistor elétrico foi tratado individualmente para assegurar a

qualidade das conexões. Após as soldagens, efetuamos os fechamentos utilizando porcas sextavadas, proporcionando isolamento e proteção adequados e para complementar o processo, foram produzidas imagens para panfletagem ao redor da caixa de acrílico. Essas imagens incluíram símbolos do resistor e a da Lei de Ohm, juntamente com as cores representativas dos resistores. Essa abordagem metodológica foi adotada visando à eficiência na construção do circuito, assegurando a qualidade das conexões e proporcionando uma documentação visual informativa para compreensão do projeto.

3.2.2 Testes do Experimento

Com a montagem física concluída, avançamos para a fase de testes, visando avaliar o desempenho do circuito. Os passos foram os seguintes:

- a. Utilizamos cabos de banana para conectar os bornes correspondentes, estabelecendo uma conexão elétrica precisa;
- b. Empregamos um multímetro profissional para medir parâmetros elétricos, tais como resistência, corrente e voltagem, em diferentes pontos do circuito;
- c. Monitoramos atentamente as leituras no multímetro, identificando possíveis desvios em relação às expectativas teóricas.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do experimento didático sobre a associação de resistores revelou-se uma abordagem eficaz para enriquecer o ensino de Física, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e engajadora. A montagem dos quites de circuitos em caixas de acrílico, a utilização de resistores ôhmicos e a realização de testes com um multímetro foram passos fundamentais para garantir a qualidade e confiabilidade do experimento.

Recomendações para trabalhos futuros incluem a expansão do experimento para explorar outros conceitos elétricos, a adaptação do roteiro para diferentes níveis de ensino e a avaliação do impacto do experimento na motivação e interesse dos alunos pela disciplina de Física. Concluimos, portanto, que a incorporação de

experimentos didáticos no ensino de Física é uma estratégia valiosa, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e eficaz para a construção do conhecimento científico. A constante busca por inovação e aprimoramento no processo de ensino-aprendizagem é essencial para preparar os estudantes para os desafios da sociedade moderna, cada vez mais orientada para a compreensão científica e a inovação tecnológica.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew NO. **Fundamentos de circuitos elétricos**. AMGH Editora, 2013.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes abordagens, diferentes específicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 176-194, 2003.

BURDE, Jan-Philipp; WEATHERBY, Thomas Sean; WILHELM, Thomas. Putting potential at the core of teaching electric circuits. **The Physics Teacher**, v. 60, n. 5, p. 340-343, 2022.

FREITAS, Kaua Estevam Cardoso; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Experimentos científicos como ferramentas de aprendizagem para o ensino de física. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, v. 2, 2022.

HALLIDAY, D, R. Resnick, J. Walker, Fundamentos de Física Vol. 3 – **Eletromagnetismo** (LTC, Rio de Janeiro, 2012), 10a ed.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol, v. 9, n. 2, p. 2504-1, 2015.

NUSSENZVEIG H.M, Curso de Física Básica: **Eletromagnetismo** (Blucher, São Paulo, 2014), 2a ed.

REITZ, Jonh R. Fundamentos da teoria eletromagnética / John R. Reitz, Frederick J. Miliford, Robert W Christu. – Rio de Janeiro: Elsevier, 1982 – 21ª reimpressão.

SALES, Dhalida Morganna Rodrigues; SILVA, Flávia Pereira. Uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Ciências. 2010.

SOUZA, Pricila Rodrigues de *et al.* Aprendizagem significativa e alinhamento construtivo uma proposta para o ensino de circuitos elétricos. 2016.

STEIN, C. R.; SANTOS, A. V. A.; STOFFES JUNIOR, M. J. Tecnologia tátil-visual para o ensino de associação de capacitores e resistores. **A Física na Escola (Online)**, v. 19, p. 1-4, 2021.



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



Licenciatura em Física *Campus* Porto Velho Calama

VALADARES, Jorge António de Carvalho Sousa. **Concepções alternativas no ensino da Física à luz da Filosofia da Ciência.** Universidade Aberta (Portugal), 1995.

APÊNDICE



ATIVIDADE 01

Superando Obstáculos: Experimento para Compreender a Resistência Elétrica em Série.

Passo 1:

- Conecte os resistores de $470\text{k}\Omega$, $330\text{k}\Omega$ e $680\text{k}\Omega$ em série. Verifique se eles estão encaixados de maneira sequencial.

Passo 2:

- Meça a resistência total da associação utilizando um multímetro ou outro instrumento de medição. Como isso se compara à soma das resistências individuais?

Passo 3:

- Remova um resistor da série e meça novamente a resistência total. Como essa mudança afeta a resistência total?

Passo 4:

- Observe visualmente como a corrente flui através dos resistores na associação em série. Como isso é evidenciado pela conexão física?

Passo 5:

- Discuta as implicações práticas de conectar fisicamente os resistores em série em comparação com outras configurações.



ATIVIDADE 02

Desafiando o Fluxo: Um Roteiro pela Resistência em Circuitos em paralelo.

Passo 1:

- Conecte os resistores de $470\text{k}\Omega$, $330\text{k}\Omega$ e $680\text{k}\Omega$ em paralelo. Verifique se eles estão encaixados de maneira não sequencial.

Passo 2:

- Meça a resistência entre os dois resistores do circuito em paralelo utilizando um multímetro ou outro instrumento de medição.

Passo 3:

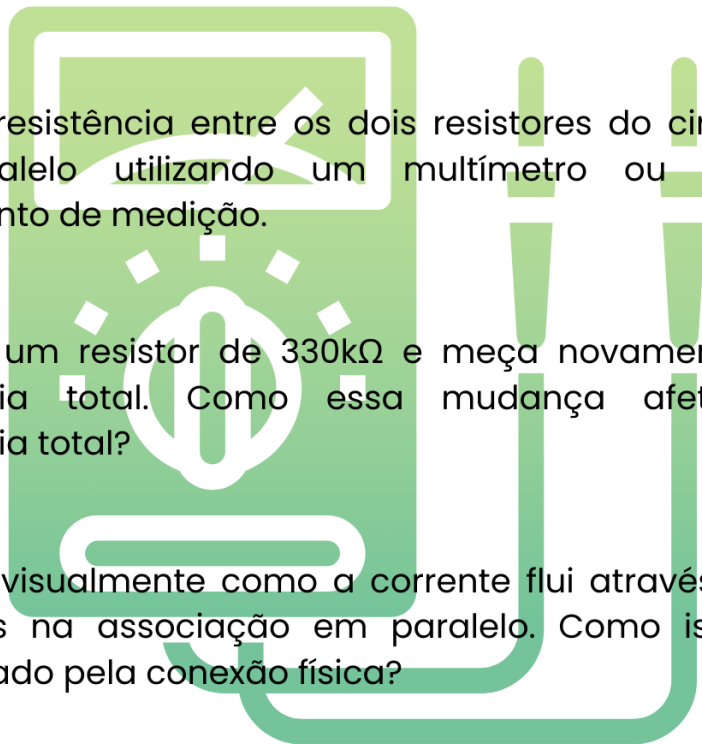
- Remova um resistor de $330\text{k}\Omega$ e meça novamente a resistência total. Como essa mudança afeta a resistência total?

Passo 4:

- Observe visualmente como a corrente flui através dos resistores na associação em paralelo. Como isso é evidenciado pela conexão física?

Passo 5:

- Discuta as implicações práticas de conectar fisicamente os resistores em paralelo em comparação com outras configurações.





ATIVIDADE 03

Circuitos em Harmonia: Resistência em circuitos em série e paralelo Sob Diferentes Perspectivas.

Passo 1:

- Conecte os resistores de $470\text{k}\Omega$, $330\text{k}\Omega$ e $680\text{k}\Omega$ em uma combinação de série e paralelo. Certifique-se de que está claro como os resistores estão conectados.

Passo 2:

- Meça a resistência total da combinação utilizando um multímetro. Como isso se compara às resistências individuais e à combinação em série ou paralelo isoladamente?

Passo 3:

- Remova um resistor da combinação e meça novamente a resistência total. Como essa mudança afeta a resistência total?

Passo 4:

- Observe visualmente como a corrente flui através dos resistores na combinação de série e paralelo. Como isso é evidenciado pela conexão física?

Passo 5:

- Discuta quando seria apropriado conectar fisicamente os resistores em uma combinação de série e paralelo em vez de outras configurações.