

EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO PARA DEMONSTRAR A SEGUNDA LEI DE OHM DE MODO QUALITATIVO

FLÁVIO GIL ALVES PAIVA¹, RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA²

¹ Graduando em Licenciatura em Física e Bolsista do Programa de Regência Pedagógica, IFSP, Campus Caraguatatuba, paiva.a@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em Física pela USP e Docente do IFSP, Campus Caraguatatuba, rteixeira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Métodos e Técnicas de Ensino – 7.08.04.02-8

RESUMO: O propósito deste trabalho é examinar um equipamento de baixo custo usado para demonstrar a segunda lei de Ohm e estimar a resistência elétrica de modo qualitativo. Esse equipamento foi estruturado com peças de fácil uso e padronizadas, o que viabiliza o estudo e os resultados. Experimentos como estes incentivam junto aos alunos o interesse por assuntos de Física e estimulam o conhecimento pela ciência.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência Elétrica; Segunda Lei de Ohm; Corrente Elétrica; Experimento de Baixo Custo.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de resistência elétrica é fundamental no âmbito do estudo da eletricidade, para a disciplina de Física. As Leis de Ohm relacionam a resistência elétrica com outras grandezas físicas. Em particular, de acordo com a Segunda Lei de Ohm, é possível definir a resistência R de um fio elétrico em função das características geométricas deste fio (à sua forma), bem como do material que ele é feito, ou seja, de fatores microscópicos, descritos com base na grandeza física chamada resistividade ρ que mede a oposição que algum material oferece ao fluxo de cargas elétricas: materiais de alta resistividade oferecem grande resistência à passagem de corrente elétrica (NASCIMENTO *et al.*, 2022).

Este trabalho tem como objetivo refletir sobre as possibilidades de testar de modo qualitativo a Segunda Lei de Ohm, usando materiais de baixo custo como o miolo de lápis de carpinteiro, uma bateria e uma lâmpada. Os resultados das medidas das resistências desses materiais são visualizados (estimados de modo qualitativo) por meio do brilho da lâmpada: quanto menor for a resistência, maior será a corrente elétrica e, por consequência, maior será a potência dissipada pela lâmpada, gerando um brilho maior nela.

2 TEORIA

George Simon Ohm (1787-1854) foi um físico e matemático alemão que realizou trabalhos importantes para a Física, em especial, para a área da eletrodinâmica. Ohm, nasceu em Erlangen na Baviera, no sudoeste da Alemanha, em 16 de março de 1787 e faleceu em Munique, também na Baviera, em 6 de julho de 1854 (FRAZÃO, 2021). Em sua homenagem, a unidade do Sistema Internacional para a grandeza resistência elétrica leva o seu nome, o ohm, cujo símbolo é Ω (RIBEIRO, 2014).

Ohm se destacou pela sua contribuição para a definição do conceito de resistência elétrica. Ele desde jovem foi incentivado pelo pai a estudar matemática. Ele se graduou na Universidade de Erlangen e, posteriormente, retornou à mesma universidade para se doutorar com um trabalho sobre luzes e cores. Aos 30 anos, em 1817, Ohm entrou para o

corpo docente do Colégio Jesuíta de Colônia, Alemanha, como professor de Matemática e Física. O laboratório dessa escola foi colocado à disposição de Ohm e foi lá que ele começou as suas investigações sobre as características dos circuitos elétricos, uma área que ainda era pouco explorada na época.

A leitura do livro “Théorie Analytique de la Chaleur” (“Teoria Analítica do Calor”), publicado em 1822 e escrito pelo francês Jean-Baptiste-Joseph, Barão de Fourier (1768-1830), levou Ohm a tentar aplicar os conceitos apresentados para o fluxo da carga elétrica em um condutor (BASSALO, 2019). Em 1825 e 1826, Ohm publicou trabalhos importantes demonstrando que, em um circuito, a corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão elétrica total do circuito e inversamente proporcional à resistência elétrica existente: assim ele interrelacionou um fenômeno estático (a tensão) com um fenômeno dinâmico (a corrente), o que foi inovador, pelo fato de romper com o distanciamento entre a eletrostática e a eletrodinâmica (SANTOS, 2017). Adicionalmente, pela fabricação de fios metálicos de diferentes comprimentos e diâmetros usados em seus experimentos sobre eletricidade, concluiu que a corrente elétrica em um condutor diminuía com o aumento do comprimento do fio e aumentava com o aumento da seção reta do fio, propriedades que conjuntamente estão relacionadas à resistência do condutor. Adicionalmente, a resistência dependeria também da temperatura, sendo que para a maioria dos resistores metálicos, a resistência aumenta com a temperatura (HECK *et al.*, 2015).

Particularmente, em 1827, Ohm reuniu os resultados de seus trabalhos sobre eletricidade no livro cujo título em alemão era “Die Galvanische Kette Mathematisch Bearbeitet” ou, em português, “A Corrente Galvânica Matematicamente Analisada”. Ohm percebeu que a forma da sua lei não só concordava com todas as experiências feitas, mas também incorporava uma explicação para uma gama diversificada de fenômenos dos circuitos elétricos: assim ela deveria ser uma verdadeira lei fundamental da natureza. As leis de Ohm têm também o objetivo de reforçar a ideia da validade da inserção de que a matemática é um instrumento legítimo para a descrição dos fenômenos físicos (POURPRIX, 2007).

A resistência de um fio depende tanto das suas propriedades geométricas, quanto das características específicas do material do qual ele é feito (HELERBROCK, 2018). De acordo com a segunda lei de Ohm, a resistência elétrica R de um fio é diretamente proporcional ao comprimento do fio L , é inversamente proporcional à sua área de seção transversal (seção reta) A e depende linearmente da resistividade ρ do material do qual é constituído. Portanto ela é representada pela seguinte equação: $R = \rho \cdot L / A$. O fato de que a resistência de um condutor seja diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de seção transversal, é em certo sentido similar ao fluxo de um líquido por um cano (SERWAY; JEWETT, 2014).

No Sistema Internacional (S.I.) de Unidades, a resistividade do condutor, que depende tanto das características do material, quanto da sua temperatura, é medida em $\Omega \cdot m$ (ohm vezes metro), enquanto o comprimento L é medido em m (metro) e a área da seção transversal é medida em m^2 (metro quadrado). Deste modo, a resistência elétrica é uma propriedade de um objeto, enquanto a resistividade elétrica é uma propriedade de um material (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento examinado neste trabalho foi pensado de modo que o comprimento e a área de seção transversal pudessem ser variados para simular o que ocorre com a resistência elétrica quando se alteram esses dois parâmetros. O material básico usado consistiu em duas barras de grafite originárias do miolo de lápis de carpinteiro. Para que

ocorresse sempre o mesmo padrão de material e de dimensão, foi usada a mesma marca de lápis de carpinteiro (Faber Castell). Especificamente, a barra de grafite do miolo do lápis de carpinteiro usada tinha como dimensões 2,0 mm x 5,1 mm x 175 mm. Portanto, a área da seção reta era de 10,2 mm².

Para variar a área de seção transversal A, foram juntadas as barras de grafite de lápis de carpinteiro por meio de fita isolante. Assim foram feitas duas configurações: com apenas uma barra de grafite e com duas barras de grafite unidas em paralelo de modo que a área de seção transversal dobrasse. Como a área de seção transversal para uma barra é de 10,2 mm², para a configuração com duas barras em paralelo, a área de seção transversal foi de 20,4 mm².

Para variar o comprimento L, foi utilizada a configuração das barras em série. Para este presente trabalho foram feitas duas configurações: 175 mm (com as duas barras de grafite em paralelo) e 350 mm (com as duas barras em série e desprezando a resistência ligação entre elas), como mostram as Figuras 1 e 2.

Foi feita a opção de identificar a variação de resistência de modo qualitativo pela variação do brilho de uma lâmpada (Figura 3), pois à medida que se altera a resistência por meio da configuração das barras de grafite, a corrente elétrica se modifica e a potência dissipada pela lâmpada também varia.

Para alimentar o circuito da lâmpada, foi utilizada uma bateria de 12V (associação em série de uma bateria de 9 V e duas pilhas de 1,5 V). Além disso, foi usada uma lâmpada de farol de automóvel de 12 V e 5 W. A intensidade da luz emitida pela lâmpada foi medida por um luxímetro.



Figura 1: Configuração com as duas unidades de resistência de grafite em série, como se aumentássemos o comprimento. Fonte: Autores: (2023).



Figura 2: Configuração com as duas unidades de resistência de grafite em paralelo, como se aumentássemos a área de secção transversal. Fonte: Autores: (2023).

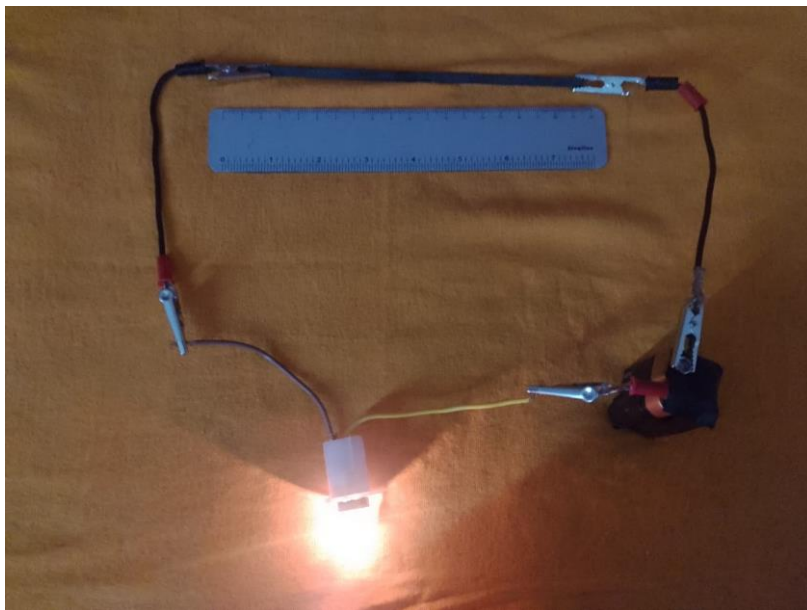


Figura 3: Configuração de um circuito usando apenas uma barra de grafite como resistência, com a lâmpada e a fonte de tensão. Fonte: Autores (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na configuração em paralelo, duas barras juntas, lado a lado, aumentando a área de secção reta, a lâmpada apresentou um brilho maior quando comparado com a configuração com apenas uma barra de grafite. Na configuração em série, com as duas barras ligadas uma no final da outra, a lâmpada apresentou um brilho menor quando comparado com a configuração com apenas uma barra de grafite. As medidas da luminosidade em lux foram feitas por um luxímetro (Figura 4).

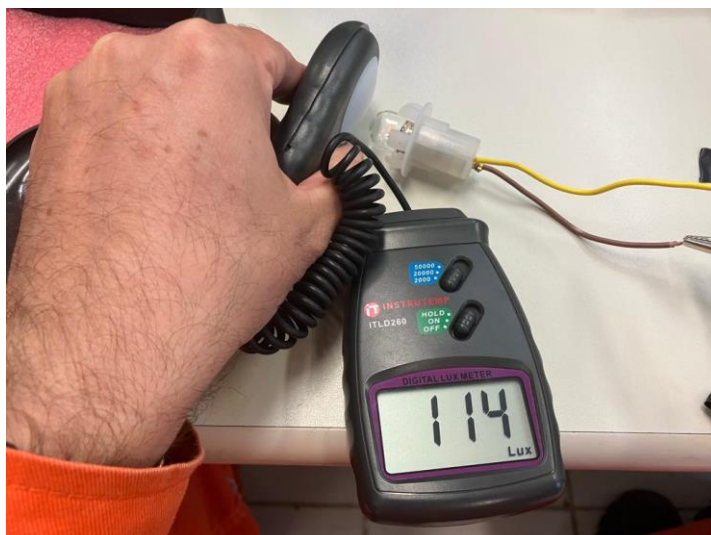


Figura 4: Luxímetro usado para medir a luminosidade. Fonte: Autores (2023).

A Tabela 1 mostra os resultados encontrados de acordo com as configurações utilizadas no experimento. Na configuração com as duas barras em paralelo, a resistência R é menor, o que significa tanto uma corrente maior (pela equação da primeira Lei de Ohm, $I=V/R$), quanto uma potência dissipada maior (pela equação da potência dissipada quando a tensão V é fixa: $P=V^2/R$), ou seja, uma maior luminosidade produzida pela lâmpada. Na configuração com as duas barras em série, a resistência R é maior, o que significa tanto uma corrente menor (pela equação da primeira Lei de Ohm, $I=V/R$), quanto uma potência dissipada menor (pela equação da potência dissipada quando a tensão V é fixa: $P=V^2/R$), ou seja, uma menor luminosidade produzida pela lâmpada. É importante lembrar que nas duas configurações a tensão fornecida é uma constante igual a 12 V.

Tabela 1: Luminosidade da lâmpada de acordo com a configuração utilizada.

Arranjo	Luminosidade	Resistência
Duas barras em paralelo	250 lux	Menor
Apenas uma barra de grafite	150 lux	Média
Duas barras em série	114 lux	Maior

Fonte: Autores (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do experimento foi observado que à medida que aumentamos a área de secção da barra de grafite (configuração em paralela) a luz da lâmpada aumenta devido a diminuição da resistência e à medida que aumentamos o comprimento da barra de grafite (configuração em série) a luz da lâmpada diminui devido ao aumento da resistência do circuito, evidenciando qualitativamente a segunda lei de Ohm.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo fomento concedido a esta pesquisa por meio do Programa de Residência Pedagógica.

REFERÊNCIAS

- BASSALO, José Maria. **Leis de Ohm**. Ceara da Ciência, Curiosidades de Física, Universidade Federal do Ceará (UFC), 2019. Disponível em: <<https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore255.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- FRAZÃO, Dilva. Georg Simon Ohm: Físico e matemático alemão. **Ebiografia**, 2021. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/georg_simon_ohm/>. Acesso em: 21 set. 2023.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo** (volume 3). Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- HECK, Carine *et al.* **Leis de Ohm**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, SC, 2015. Disponível em: <http://rele.ufsc.br/moodle/pluginfile.php/1453/mod_resource/content/2/3.%20Lei%20de%20Ohm%20Pronto.pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.
- HELERBROCK, Rafael. Lei de Ohm. **Brasil Escola**, 2018. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-lei-ohm.htm>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- NASCIMENTO, Emily Cecília S. do *et al.* Divulgação Científica: As Leis de Ohm (Capítulo 8). In: PESSOA, Jacimara Oliveira da Silva (Org.). **Educação e o Ensino Contemporâneo: Práticas, Discussões e Relatos de Experiência** (v. 5). Ponta Grossa, PR: Aya Editora, 2022. Disponível em: <<https://ayaeditora.com.br/wp-content/uploads/Livros/L176.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- POURPRIX, Bernard. De la reconstitution de la physyque allemande du XIXe siècle: Les exemples de Georg Simon Ohm et Hermann Helmholtz. **Revue d'Histoire des Sciences**, v. 60, p. 185-202, 2007.
- RIBEIRO, Daniel. Georg Simon Ohm. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 3, 234, 2014. Disponível em: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2014/234/>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- SANTOS, Fabiano Quintino dos. **Roteiro para a condução das aulas destacando o Uso de Filosofia e História da Ciência no Ensino das 1ª e 2ª Leis de Ohm**. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense / Sociedade Brasileira de Física, Volta Redonda, RJ, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4695/produto%20MNPEF%20-%20Fabiano%20-%20professor.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- SERWAY, Raymond A.; JEWETT, John W. **Princípios de Física: Eletromagnetismo** (Volume III). São Paulo: Cengage Learning, 2014.