

Construção de um experimento para o ensino-aprendizagem da primeira lei de Ohm para estudantes com deficiência visual

.....
Gabriel R. Castro, Gabriela S. Leite e Jefferson S. Martins*

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Núcleo de Ações Inclusivas, Campus Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

RESUMO

A inclusão de estudantes com deficiência visual no Ensino Médio exige materiais adaptados para auxiliá-los no processo de aprendizagem. Entretanto, o tempo e os recursos necessários para que os professores possam desenvolver esses materiais são escassos, devido a várias particularidades enfrentadas no seu contexto diário. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever um experimento simples e de fácil execução, destinado a ensinar o conceito da primeira lei de Ohm a pessoas com deficiência visual, usando materiais de baixo custo e fácil acesso. Por meio desse dispositivo, é possível compreender que a intensidade da corrente elétrica, inversamente proporcional ao valor da resistência do circuito, é determinada por meio do som emitido por um buzzer. Os resultados mostram três intensidades sonoras de acordo com o valor da resistência utilizada no circuito.

Palavras-chave: ensino de física; deficiência visual; material didático

.....

1. Introdução

A utilização de experimentos para pessoas com deficiência visual (DV) desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos [1], tornando a educação científica mais equitativa e inclusiva. Delou e colaboradores [2] afirmam que “talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumam tanta importância como na educação especial de pessoas cegas e deficientes visuais”. Ainda assim, muitos professores não utilizam materiais adaptados direcionados a esses alunos [3], pelo fato de não saberem confeccioná-los e, também, utilizá-los como meio de facilitação do processo de ensino-aprendizagem [4]. A quantidade de materiais adaptados disponíveis nas escolas de Ensino Médio é pequena ou inexistente [5-7]. Os professores, de modo geral, queixam-se da falta de capacitação para produzirem materiais adaptados para pessoas com deficiência visual [8] e, nesse contexto, a produção de um experimento simples e direcionado para estudantes com DV torna-se indispensável para promover a inclusão escolar.

Embora alguns trabalhos sobre a produção e/ou adaptação de material no ensino de física para deficientes visuais tenham sido desenvolvidos [9], ainda existe uma demanda muito grande, particularmente na elaboração de materiais didáticos especializados que sejam acessíveis, de baixo custo, fácil adaptação e compreensão, servindo de apoio aos professores e alunos em sala

de aula [10]. Em um levantamento realizado por França e Siqueira [9] nos principais periódicos de ensino de física no Brasil, entre os anos de 2000 a 2018, apenas 48 trabalhos foram relacionados com a produção e/ou adaptação de material didático no ensino de física com foco no ensino de pessoas com deficiência visual. Particularmente, mesmo a física sendo a porta de entrada para os estudos de ciências, tecnologias, engenharias e matemática, existe uma quantidade limitada de recursos didáticos para o ensino de física para estudantes com alguma DV.

A percepção auditiva é bastante explorada pelas pessoas que possuem algum tipo de deficiência visual [11]. No entanto, só é possível utilizar um estímulo auditivo quando os sons produzi-

A utilização de experimentos para pessoas com deficiência visual (DV) desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, tornando a educação científica mais equitativa e inclusiva

dos pelos objetos representam um significado, ou seja, quando o deficiente visual é capaz de atribuir a cada som um evento ou fenômeno. No ensino de física, especificamente, algumas metodologias que exploram o sistema au-

ditivo têm sido desenvolvidas para colaborar com o processo de ensino e aprendizado dos alunos. Por exemplo, no que se refere à utilização de sons, Camargo e Silva [12] desenvolveram uma atividade e material didático para ensinar queda de objetos por meio das percepções auditiva e tátil. Camargo e colaboradores [13] desenvolveram e aplicaram atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade por meio de observações auditivas. Souza e colaboradores [14] demonstraram por meio de um experimento que a intensidade do som varia de acordo com

*Autor de correspondência. E-mail: jeffersonsilvamartins@gmail.com.

a voltagem aplicada. Camargo e Silva [15] abordaram uma situação-problema de uma possível colisão entre um carro e um trem por meio de uma gravação sonora elaborada em um estúdio. Silveira e colaboradores [16] apresentaram uma proposta experimental para o ensino de ondas por meio da plataforma Arduino e da utilização de um *buzzer*. Evangelista [17] relatou que a utilização de *buzzer* para demonstrar o sentido correto da passagem da corrente elétrica em um circuito foi bem aceita pelos alunos com deficiência visual.

Pensando nisso, propõe-se um experimento para alunos com DV para mostrar que a intensidade da corrente elétrica é inversamente proporcional ao valor da resistência do circuito por meio do som. A atividade pode ser realizada por meio da construção de um experimento que emite diferentes intensidades sonoras de acordo com a resistência utilizada no circuito. Acredita-se que essa prática experimental possa ser facilmente reproduzida por professores, contribuindo para um ensino de física mais inclusivo e equitativo na sala de aula.

Este trabalho é um desdobramento do projeto de extensão “física em mãos”: confecção de recursos didáticos adaptados para pessoas com deficiência visual na área de eletricidade e magnetismo, desenvolvido no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Juiz de Fora, em colaboração com o Núcleo de Ações Inclusivas. O que impulsionou a presente pesquisa foi a presença cada vez maior, no ensino regular, de alunos com DV que necessitam de ferramentas didáticas acessíveis para sua inclusão.

2. Montagem e funcionamento do experimento

Para a construção e utilização do

experimento, o professor não necessita de um laboratório. Em sala de aula, o experimento pode ser utilizado como demonstração sem a necessidade de uma bancada, uma vez que é compacto e não precisa de instrumentos de medida para sua utilização. Os materiais utilizados na montagem do experimento estão descritos na Tabela 1. Geralmente, são materiais de baixo custo e de fácil acesso.

Para a construção do experimento, o processo foi dividido em três etapas: (i) desenho do circuito, (ii) desenvolvimento do circuito em protoboard e (iii) montagem final do protótipo, as quais foram detalhadas na seção seguinte.

2.1. Desenho do circuito

Para a construção do experimento, a primeira etapa consistiu em desenhar o esquema de ligação dos componentes

do circuito (Fig. 1) por meio da plataforma digital e on-line *Multisim*, a qual tem acesso gratuito e é capaz de simular circuitos eletrônicos em funcionamento. A utilização dessa plataforma permitiu, de forma rápida e precisa, a visualização de que o esquema de ligação proposto seria viável e funcional. Além disso, pôde-se verificar também que o posicionamento adotado pelos resistores no circuito geraria a queda de tensão necessária para a variação da tensão presente no *buzzer*.

2.2. Desenvolvimento do circuito em protoboard

Antes de iniciar a montagem do circuito na protoboard, foi feito um diagrama esquemático de como seria a configuração dessa montagem por meio da plataforma gratuita Fritzing. Esse diagrama (Fig. 2) facilita a monta-

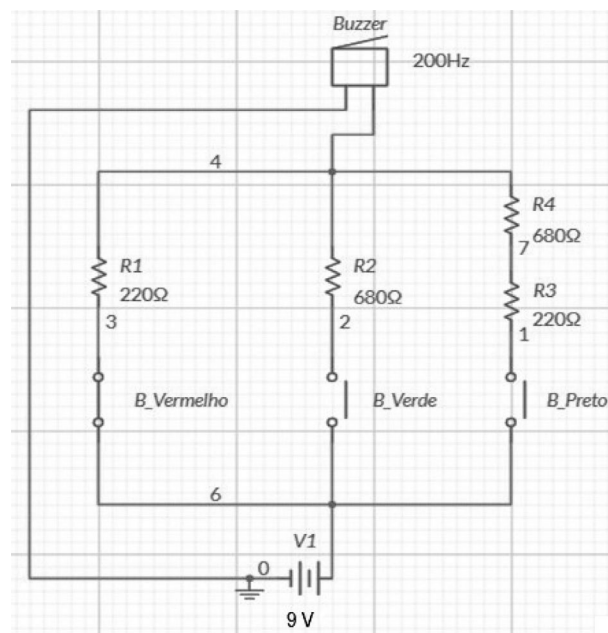


Figura 1 - Esquema de ligação dos componentes.

Tabela 1: Materiais utilizados na montagem do experimento.

Material	Quantidade (unidade)	Aquisição	Valor médio por unidade (R\$)
Placa Ilhada de Fenolite	1	Lojas de eletrônica	2,40
Caixa MDF	1	Papelaria	3,20
Bateria 9 V	1	Papelaria	13,50
<i>Buzzer</i> Ativo 12V	1	Loja de eletrônica	2,50
Resistência de 220 Ω	2	Loja de eletrônica	0,60
Resistência de 680 Ω	2	Loja de eletrônica	0,80
Botão de Pulso Vermelho	1	Loja de eletrônica	3,00
Botão de Pulso Verde	1	Loja de eletrônica	3,00
Botão de Pulso Preto	1	Loja de eletrônica	3,00
1,5 m de cabo flexível	1	Loja de eletrônica	2,00
Valor de todos os materiais:			\$ 36,60

Caso não haja loja de eletrônicos disponível, os materiais podem ser facilmente encontrados na internet (Mercado Livre).

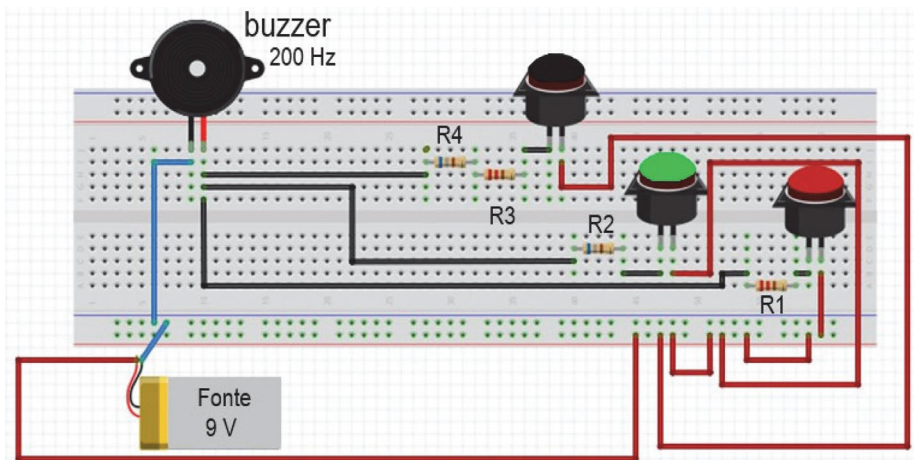


Figura 2 - Diagrama esquemático do circuito na protoboard.

gem do circuito em *protoboard* (matriz de contato), minimiza a ocorrência de possíveis erros e viabiliza sua reprodução por outros professores.

2.3. Montagem e funcionamento do protótipo

Após a simulação do circuito, passou-se para a etapa da prototipagem. Na Fig. 3, apresenta-se o protótipo montado seguindo o diagrama esquemático apresentado na Fig. 2. A vantagem dessa etapa é que a *protoboard* possibilitou a montagem e testagem provisória do circuito sem a necessidade de que os componentes fossem fixados com solda em seus terminais, facilitando sua inserção.

Por fim, após a realização das etapas anteriores, foi realizada a construção da estrutura para receber o circuito em seu interior. Nessa etapa, foi utiliza-

da uma caixa feita de MDF de dimensões 20 cm x 20 cm x 5 cm. Em sua tampa, foram feitos três furos para o rosqueamento dos botões, bem como um quarto furo para a fixação do *buzzer*. Essa construção pode ser vista na Fig. 4.

Com os botões fixados, iniciou-se a construção da placa de circuito que se encontra no interior da caixa (Fig. 5A). A ligação desse circuito foi realizada conforme apresentado no esquema da Fig. 3. Para a fixação dos componentes, foi utilizada uma placa de fenolite ilhada, pois esse tipo de placa já vem furada e com os trilhos de cobre prontos para encaixar os componentes, tornando o trabalho mais rápido e eficaz. Após a soldagem dos componentes, foi feita a soldagem dos fios da fonte de alimentação (Fig. 5B), dos cabos que interligam os botões (Fig. 5C) e da placa de circuito



Figura 4 - Parte frontal do experimento.

que contém o *buzzer* (Fig. 5D).

O circuito é alimentado com uma fonte de corrente contínua; entretanto, como o circuito encontra-se aberto, não existe passagem de corrente por seus componentes. Quando um dos botões é acionado, o circuito é fechado e a passagem da corrente é permitida por esse caminho específico, fluindo e passando pelo resistor, o que faz com que aconteça uma queda de tensão no circuito e, assim, o *buzzer* é acionado, emitindo o som.

Como já apresentado anteriormente, utilizaram-se nesse experimento três valores de resistência $R_1 = 220 \Omega$, $R_2 = 680 \Omega$ e $R_3 = 900 \Omega$, que são acionadas, respectivamente, por meio dos botões vermelho, verde e preto. A intensidade sonora emitida pelo *buzzer* é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que o percorre, ou seja, quanto maior for o valor da resistência, menor será o valor

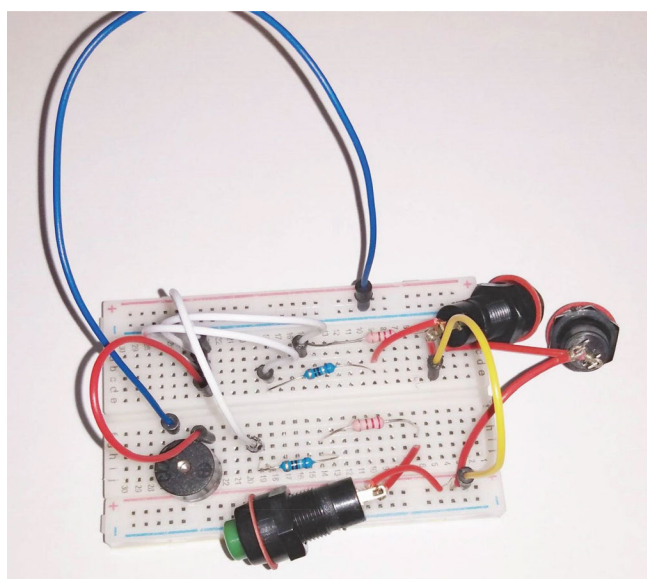


Figura 3 - Montagem e testagem do circuito na protoboard.

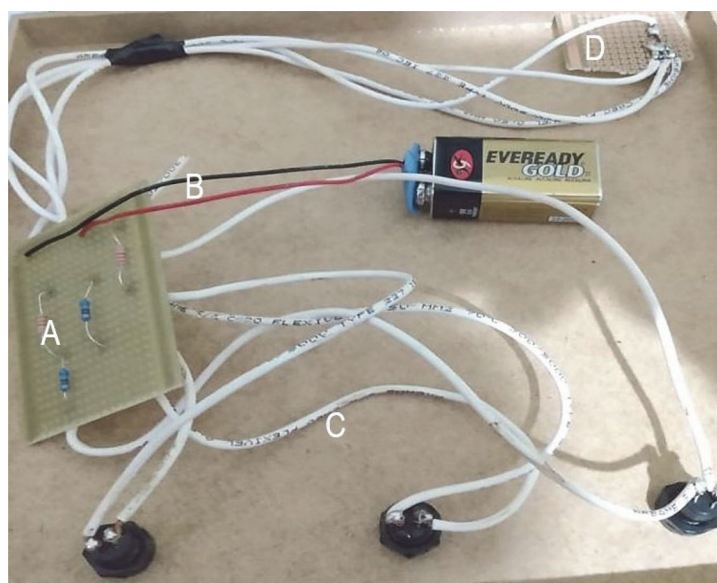


Figura 5 - Montagem final do circuito.

da corrente elétrica e a intensidade do som emitido, o que está de acordo com a primeira lei de Ohm, $I = (V) / (R)$.

Nesse sentido, a intensidade sonora é relacionada com o valor da resistência, ou seja, numa resistência com maior valor, o som é fraco, e numa resistência com menor valor, o som é forte. Esse resultado mostra que a intensidade da corrente elétrica é inversamente proporcional ao valor da resistência do circuito, proporcionando a compreensão da primeira lei de Ohm para os alunos com deficiência visual. Com esse dispositivo, pode-se emitir e distinguir com facilidade três níveis de intensidade sonora. Quando comparada, a emissão da intensidade sonora foi caracterizada entre forte, média e fraca, conforme disponibilizado na [Tabela 2](#).

3. Considerações finais

Para que se tenha uma inclusão satisfatória dos alunos com deficiência visual nas aulas de física, é necessário o oferecimento de atividades que estimulem a observação, a investigação e a experimentação para o desenvolvimento de percepções táteis e auditivas [18], contribuindo efetivamente no processo de abstração e generalização do conhecimento.

A presente proposta tem o objetivo de inserir o aluno com deficiência visual como sujeito ativo, por proporcionar uma interpretação do estímulo so-

Tabela 2: Relação da intensidade sonora em conformidade com o valor da resistência.

Botão	Resistência	Intensidade do som
Vermelho	220 Ω	Forte
Verde	680 Ω	Médio
Preto	900 Ω	Fraco

noro sobre a intensidade da corrente elétrica do *buzzer*. Assim, o estudante observa, manipula e analisa o experimento com a mediação de um professor de física que proporcionará todo o embasamento teórico sobre a temática.

A intensidade sonora emitida pelo *buzzer* é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que o percorre. A primeira lei de Ohm afirma que a intensidade da corrente elétrica é inversamente proporcional ao valor da resistência do circuito. Neste artigo, foi construído um aparato experimental que evidencia a dependência entre a intensidade sonora emitida por um circuito e o valor da resistência utilizada, ilustrando assim, por meio do som, a primeira lei de Ohm. Portanto, acredita-se que essa atividade experimental, construída com materiais de fácil acesso, permitirá a compreensão da primeira lei de Ohm a partir da diferenciação das três intensidades sonoras emitidas.

Devido à facilidade da construção desse experimento, acredita-se que essa atividade possa ser reproduzida por

professores de Ensino Médio interessados em disponibilizar materiais adaptados para seus alunos com deficiência visual. Vale ressaltar que essa atividade também pode ser trabalhada em turmas regulares, o que favorece a compreensão tanto dos estudantes com deficiência visual quanto dos estudantes videntes. Além disso, objetiva-se também estimular profissionais da área de ensino de física a buscar meios acessíveis que quebrem a barreira do ensino tradicional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Juiz de Fora, Programa Institucional de Apoio à Extensão (PIAEX 2019), pelo apoio financeiro. Agradecem também a toda a equipe do Núcleo de Ações Inclusivas (NAI).

Recebido em: 12 de Agosto de 2020

Aceito em: 14 de Dezembro de 2020

Referências

- [1] National Research Council, *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (The National Academies Press, Washington, DC, 2012).
- [2] C.M.C. Delou, I.G. Mazza, C.E.S. Cortês, R. Oliveira, L. Marinho, R. Mariani, C.R. Rodrigues, H.C. Castro, *Revista Fio da Ação* **2**, 1 (2012).
- [3] P.T.A. Anjos, E.P. Camargo, in: *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino Física*, Manaus, 2011.
- [4] T.K.P. Carvalho, S.S. Correia, I.M. Souza, G.M.S. Sales, *Democratizar (Faetec)* **8**, 36 (2015).
- [5] A.L. Tato, M.C.A.B. Lima, in: *Atas do VI Encontro Nacional Pesquisa em Ensino Ciências*, Florianópolis, 2007.
- [6] J.C.D. Siqueira, *Estrelarium: Permitindo o Acesso de Deficientes Visuais à Astronomia*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, 2014.
- [7] P.G.S. Magalhães, L.M.M. Kawakami, *Revista de Psicologia* **14**, 1153 (2020).
- [8] M.M.S.O. Sousa, *Brazilian Journal of Development* **6**, 6902 (2020).
- [9] S. França, M. Siqueira, *Latin-American Journal of Physics Education* **13**, 4303-1 (2019).
- [10] H.P. Cordova, C.E. Aguiar, H.S. Amorim, K.S.O.M. Sathler, A.C.F. Santos, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **40**, e2505 (2018).
- [11] A.J. Kolarik, R. Raman, B.C.J. Moore, S. Cirstea, S. Gopalakrishnan, S. Pardhan, *Scientific Reports* **10**, 7169 (2020).
- [12] E.P. Camargo, in: *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- [13] E.P. Camargo, D. Silva, J.B. Filho, *Investigação em Ensino Ciências* **11**, 343 (2006).
- [14] M.M. Souza; M.P.R. Costa, N.Studart, *Física na Escola* **9**(2), 10 (2008).
- [15] E.P. Camargo, D. Silva, *Ciência Educação* **12**, 155 (2006).
- [16] M.V. Silveira, R.B. Barthem, A.C. Santos, *Revista Brasileira de Ensino Física* **41**, e20180084 (2019).
- [17] F.L. Evangelista, *Revista Educação, Artes e Inclusão* **1**, 1 (2008).
- [18] E.P. Camargo, R. Nardi, *Revista Electrónica Enseñanza Las Ciencias* **6**, 378 (2007).