



## LABORATÓRIO VIRTUAL: A 1<sup>a</sup> LEI DE OHM E ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

### 1. Objetivos

Os objetivos desta proposta de aplicação de simulador virtual são estudar a 1<sup>a</sup> lei de Ohm e a associação de resistores e introduzir o conceito de material não ôhmico.

O simulador pode ser utilizado online, acessando-o diretamente na página do GeoGebra ou baixando o arquivo para o computador do usuário.

### 2. Requisitos

Para uma boa utilização deste simulador, os estudantes já devem ter estudado:

- ☞ Lei de Ohm, corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial elétrico (ddp).
- ☞ Associação de resistores em série, paralelo e mista.
- ☞ Materiais ôhmicos e não-ôhmicos.
- ☞ Aparelhos de medida: amperímetro e voltímetro.

### 3. Materiais

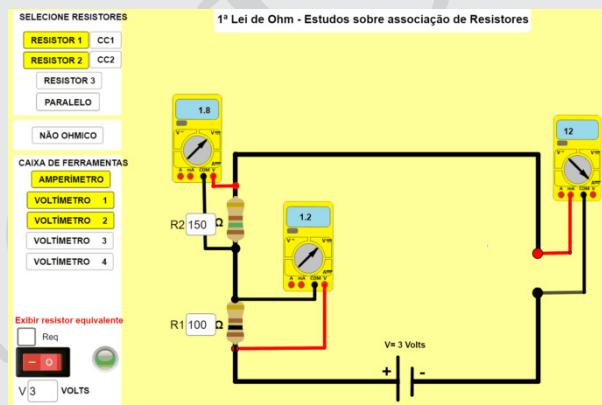
- ☞ Simulador “1<sup>a</sup> Lei de Ohm – Estudos sobre associação de Resistores”<sup>1</sup>.
- ☞ Computador.
- ☞ Projetor para o caso de aplicação em sala de aula<sup>2</sup>.

### 4. Aplicando o simulador

Este simulador foi desenvolvido utilizando o GeoGebra, assim seu código é aberto de forma que o(a) professor(a) que desejar adaptá-lo ao contexto de suas aulas pode fazê-lo.

Na figura 1 é apresentada uma parte da tela do Laboratório Virtual (LV) mostrando um circuito elétrico com dois resistores em série ligados a uma ddp de 3V já montado. À

esquerda é possível verificar a barra de configuração do circuito elétrico mostrando os botões “RESISTOR 1”, “RESISTOR 2”, “AMPERÍMETRO”, “VOLTÍMETRO 1” e “VOLTÍMETRO 2” acionados. Na parte inferior dessa coluna de configuração é mostrada uma caixa de texto que permite ajustar a ddp da fonte até 24V e a opção de apresentar na tela o valor da resistência equivalente do circuito.



**Figura 1:** Tela o Laboratório Virtual mostrando a barra de configurações e o circuito elétrico já montado e com medidores inseridos.

OS resistores que compõe o circuito são  $R1 = 100\Omega$  e  $R2 = 150\Omega$  e apresentam seus respectivos códigos de cores. Nesse exemplo foram inseridos dois voltímetros medindo a ddp em cada um dos resistores bem como um amperímetro medindo a corrente total do circuito. Nesta situação o(a) professor(a) pode explorar, por exemplo, a associação de resistores em série, mostrando a divisão da ddp entre eles: circuito divisor de tensão. Também é possível explorar a 1<sup>a</sup> lei de Ohm discutindo os valores de ddp e corrente elétrica no circuito.

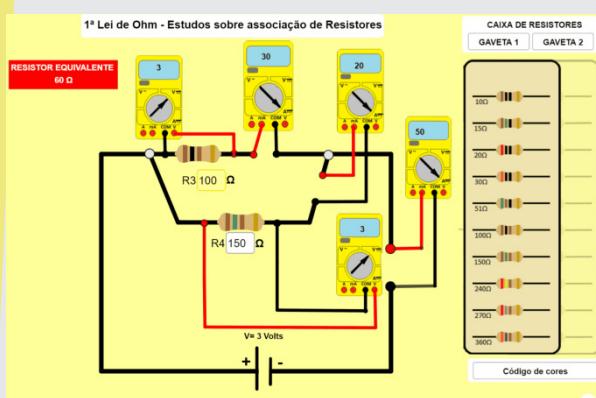
A figura 2 mostra mais uma variação de circuito elétrico possível de ser composto e estudado usando o LV. Nessa situação são mostrados dois resistores ( $R3 = 100\Omega$  e  $R4 = 150\Omega$ ) associados em paralelo e instrumentos de medida mostrando os valores das propriedades elétricas do circuito que permitem o estudo e aprofundamento desse tipo de associação de

<sup>1</sup> <https://www.geogebra.org/m/pnaipwn5>

<sup>2</sup> Havendo laboratório de informática na escola, a atividade pode ser aplicada de forma que os estudantes operem o simulador.



resistores: um circuito divisor de corrente elétrica. No canto superior direito é mostrado o valor da resistência equivalente do circuito. Esta funcionalidade pode ser usada, por exemplo, em situações de exercícios de fixação onde os estudantes podem fazer os cálculos de aplicação da 1<sup>a</sup> lei de Ohm e, em seguida, conferir seus resultados com as informações do LV.



**Figura 2:** Outro circuito construído com o Laboratório Virtual mostrando uma associação de resistores em paralelo e instrumentos de medida. Na caixa em vermelho é mostrado o valor da resistência equivalente do circuito.

Ainda na figura 2, na aba à direita, são ilustradas duas gavetas de resistores. Elas têm o objetivo de indicar os valores possíveis de resistência elétrica que podem ser inseridas no circuito. Os valores de resistores mostrados nessas gavetas são compatíveis com valores de resistências que podem ser encontradas em lojas de componentes eletrônicos, isto é, são valores realistas. No final dessa mesma aba, há um botão que dá acesso a uma figura relacionada ao código de cores para resistores.

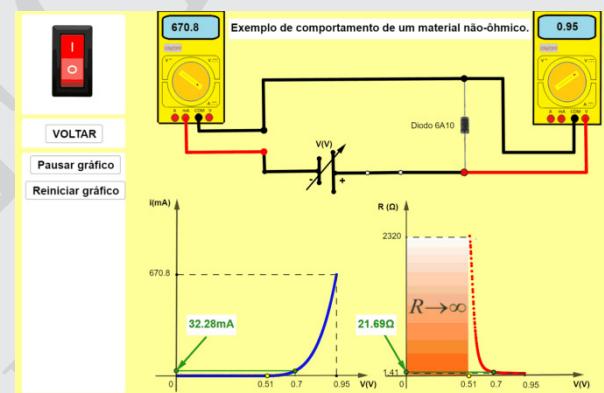
Outro tema que pode ser estudado com o auxílio deste LV é sobre materiais não ôhmicos através da simulação da curva característica de um diodo. A figura 3 mostra a tela do LV que é acessada ao clicar no botão “NÃO ÔHMICO” na tela inicial, ilustrada na figura 1. O diodo utilizado como exemplo é o 6A10<sup>3</sup>, construído de silício cuja tensão de corte é  $V_C = 0,7V$ .

Quando o botão liga/desliga mostrado na figura 3 é acionado, uma animação é iniciada

<sup>3</sup> <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1203679/CHENDA/6A10/248/1/6A10.html>

mostrando a composição da curva característica desse diodo, permitindo que seja observado o momento em que o diodo começa a conduzir. É possível pausar a construção do gráfico para que o(a) professor(a) possa argumentar junto aos estudantes sobre as peculiaridades desse tipo de dispositivo, o material que o compõe e sua curva característica. À direita desse gráfico é mostrada, também de forma dinâmica, a evolução da resistência elétrica do diodo à medida que tensão sobre ele é aumentada.

A construção de tal objeto no momento da criação do LV levou em conta medidas prévias realizadas em laboratório utilizadas para a criação de um polinômio interpolador a ser usado no GeoGebra para a composição das curvas. Com isto, fica assegurado o caráter realista dos valores, ponto a ponto, utilizados na construção dos gráficos.



**Figura 3:** Tela de estudo do comportamento de material não ôhmico. Na parte superior é mostrado o circuito elétrico com os medidores devidamente conectados. Abaixo à esquerda a curva característica de um diodo e à direita o comportamento não linear de sua resistência elétrica.

## 5. Sugestões de aplicação e avaliação

Esta atividade pode ser aplicada para contribuir no desenvolvimento ou aprofundamento de habilidades relacionadas à elaboração de hipóteses, previsões e estimativas usando instrumentos de medida, permitindo interpretar modelos explicativos. Ainda, pode contribuir para melhor interpretar gráficos levando os estudantes a se envolverem em discussões sobre o tema aqui explorado, de grande relevância para a sociedade. Tais habilidades estão previstas e



descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [1].

A aplicação pode ocorrer no contexto da apresentação inicial ou aprofundamento da 1<sup>a</sup> lei de Ohm bem como durante discussões e exercícios de fixação sobre associação de resistores. Também pode ser aplicado no estudo de instrumentos de medidas elétricas, principalmente em situações onde a escola não dispõe de instrumentos (multímetros) reais, permitindo a compreensão das diferentes resistências internas dos instrumentos utilizados para medir tensão e corrente elétrica.

Por fim, permite fomentar a discussão sobre materiais semicondutores, analisando a propriedade da condução elétrica de diferentes materiais de aplicação tecnológica.

## 6. Informações adicionais

Este Laboratório Virtual foi desenvolvido no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)<sup>4</sup> por Luis Gustavo Jayme Guerreiro e publicado na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia [2][3].

- [1] Ministério da Educação e Cultura (MEC) Brasil, "Base Nacional Comum," Ministério da Educação e Cultura, Brasília, 2018.
- [2] Antonio Augusto Soares and Luis Gustavo Jayme Guerreiro, "Laboratório virtual para o ensino da 1<sup>a</sup> Lei de Ohm e associação de resistores," *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, vol. 13, no. 1, pp. 277-293, 2020.
- [3] Luiz Gustavo Jayme Guerreiro, "O desenvolvimento de um laboratório virtual para o ensino da 1<sup>a</sup> Lei de Ohm utilizando o GeoGebra," Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Sorocaba, Dissertação de Mestrado 2020.

<sup>4</sup> Programa de Mestrado em Ensino de Física coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). O campus Sorocaba da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sedia o polo de número 42.