



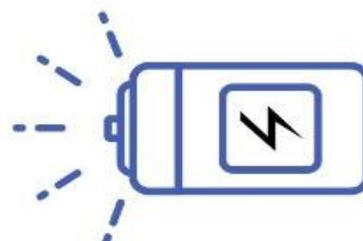
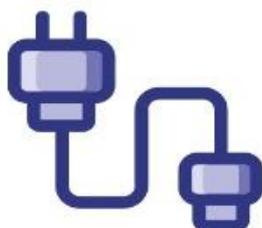
Sociedade Brasileira de Física - SBF  
Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física - MNPEF  
Universidade Federal do Piauí - UFPI



Guia didático para  
professores:

# **A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DE ELETRICIDADE EM AULAS REMOTAS**

**CRISTIAN FERNATES SANTOS**



| Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria do Socorro Leal Lopes |

| Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo |

A todos os bravos guerreiros, professores, que em meio à pandemia tiveram que se reinventar e continuar a missão de ensinar, mesmo com o aumento das exigências das aulas remotas.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>SOBRE O GUIA.....</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>1 O projeto PHET: O que é o PhET e o acesso .....</b>     | <b>7</b>  |
| Acesso ao site.....  | 7         |
| Acessando o PhET via indicação de site de busca.....         | 8         |
| Acessando o PhET via digitação de endereço no navegador..... | 9         |
| Acesso às simulações de Física .....                         | 10        |
| <b>2 Simulações de Eletricidade .....</b>                    | <b>12</b> |
| Laboratórios de Circuitos Elétricos do PhET.....             | 12        |
| <b>3 Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual.....</b>      | <b>13</b> |
| 3.1 Apresentação e recursos .....                            | 13        |
| SOBRE:.....  | 14        |
| PARA PROFESSORES: .....                                      | 15        |
| TRADUÇÕES.....   | 15        |
| SIMULAÇÕES RELACIONADAS.....                                 | 16        |
| REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARES).....                     | 17        |
| CRÉDITOS.....  | 17        |
| 3.2 Conhecendo os recursos da simulação .....                | 17        |
| <i>Fonte: Site PhET</i> .....                                | 18        |
| 4 Aprendendo utilizar a simulação .....                      | 20        |

Lista de Figuras:

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Resultado da Busca do PhET .....  | 8  |
| Figura 2: Tela inicial do PhET .....  | 9  |
| Figura 3: Caixa de Seleção para troca de idioma - “CHOOSE LANGUAGE” .....                     | 10 |
| Figura 4: Acesso às simulações de Física .....  | 11 |
| Figura 5: Simulações de Física do PhET .....  | 11 |
| Figura 6: Seleção de simulações de Eletricidade, ímãs e Circuitos .....                       | 12 |
| Figura 7: tela para seleção dos dois laboratórios de circuitos elétricos 1 e 2.....           | 13 |
| Figura 8: Tela de recursos para acesso a simulação .....                                      | 13 |
| Figura 9: Atividades enviadas por professores.....  | 15 |
| Figura 10: Traduções da simulação .....   | 15 |
| Figura 11: Simulações relacionadas .....  | 16 |
| Figura 12: Clique para iniciar a simulação .....  | 17 |
| Figura 13: Tela do ambiente de simulação .....  | 18 |
| Figura 14 - Kit de Construção de circuitos DC no PhET .....                                   | 20 |
| Figura 15 – Montagem de um circuito DC simples no PhET.....                                   | 21 |
| Figura 16 – Configuração dos componentes no PhET .....  | 21 |
| Figura 17 - Fechamento do circuito no PhET.....   | 22 |
| Figura 18 - Inversão dos terminais do voltímetro e apresentação dos valores no circuito ..... | 23 |

## **SOBRE O GUIA**

O presente texto é o manual de orientações de implementação do Produto Educacional (PE) elaborado quando do engajamento no Programa de Pós Graduação, no Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí – MNPE-UFPI. Aqui, o Produto Educacional tem a finalidade de mediar os processos de ensino e aprendizagem, orientando os professores de Física da 3ª série do Ensino Médio para o enriquecimento de suas aulas referentes à teoria da eletricidade, a partir da utilização de laboratórios virtuais de circuitos elétricos. Dessa feita, apresentamos um guia didático, um manual de orientações aos professores interessados em utilizar esse recurso educacional como estratégia de ensino bem como as atividades relacionadas aos conteúdos de eletricidade.

O diferencial de nosso Produto Educacional (PE) é o engajamento nos processos de ensino e aprendizagem, visto que, através do mesmo pode-se elaborar conhecimentos e instigar a curiosidade dos alunos acerca dos saberes em Física, das simulações computacionais, das relações entre Física e Matemática e da visualidade dos diversos resultados possíveis na prática docente, mediante trocas culturais e de conhecimento via mediação tecnológica.

O Laboratório Virtual PhET é um ambiente virtual, interativo, contextual e que permite o uso de simulações computacionais de forma eficaz para auxiliar os alunos a se apropriarem de conceitos abstratos (Supurwoko et.al, 2016). Permite a exploração de diversas ferramentas de informática bem como patrocina a atividade científica. Portanto, tanto os alunos como os professores podem alargar seus conhecimentos sobre os mecanismos e a lógica da produção de saberes científicos (Adams, 2010). De acordo com Ajredini et.al, (2014), não há diferença significativa entre conhecimento adquirido através de laboratório real e através de laboratórios virtuais como o PhET.

O uso do laboratório virtual PhET precisa ser combinado com diversas outras estratégias didáticas, de modo que o professor consiga esboçar um percurso de ensino e aprendizagem guiado de um modo mais ou menos consciente (Sarabando et.al, 2014; Wieman et.al, 2010). O PhET é também uma oportunidade de provocar os estudantes para ingressarem em outras rotinas pedagógicas, pautadas no protagonismo estudantil, onde a participação ativa nos processos de ensino e aprendizagem podem

permitir um aprofundamento nos sistemas de significação dos alunos, assim os resultados de aprendizagem podem ser potencializados por esse modelo de aprendizagem por descoberta guiada (Shien & Yu, 2016; Bari, 2015).

Aprendizagem por descoberta guiada, recomendada para a implementação dos processos de ensino e aprendizagem em Física, ajuda os alunos a criar, integrar e generalizar o conhecimento por meio da resolução de problemas com materiais de aprendizagem construtivistas preparados (Abdisa, 2012).

Atualmente, simulações interativas PhET estão sendo amplamente utilizadas no ensino de Física. Podem ser usadas em muitos ambientes educacionais diferentes, incluindo palestras, atividades de investigação individuais ou em pequenos grupos, trabalhos de casa e em laboratórios. Elas podem ser ferramentas de aprendizagem altamente eficazes, capazes de aprimorar um currículo bem elaborado e os esforços de um bom professor, mas não podem substituí-los. Eles ainda devem fazer parte de um design instrucional geral e contar com a orientação oportuna de um professor.

Inicialmente apresentamos o projeto educacional do PHET e como acessar os recursos virtuais de simulações do site, também mostramos aos professores as possibilidades de usar o site/projeto no idioma português do Brasil, bem como acesso às traduções das simulações que originalmente foram desenvolvidas com textos em inglês. Um tópico muito importante a respeito das simulações é que há no site vários guias, roteiros e sequências didáticas já prontas para utilização orientada das referidas simulações, simulações essas disponíveis em vários idiomas.

Após validação do presente Produto Educacional, este também será postado no projeto para permanecer disponível aos colegas docentes de língua portuguesa interessados em executar as nossas práticas aqui orientadas.

## **1 O PROJETO PHET: O QUE É O PHET E O ACESSO**

Conforme as informações contidas no site do PhET, o Projeto foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, desenvolvendo Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder, criando simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações aqui chamadas de “sims PhET” baseiam-se em uma extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, no estilo de jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

As informações contidas no site também instruem que o PhET oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas científicas, formalmente validadas.

A equipe de criação das “sims PhET” menciona que cada simulação foi Nós testada e avaliada extensivamente de modo a assegurar a sua eficácia educacional. Estes testes incluíram tanto entrevistas de estudantes quanto a observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para um computador doméstico. Todas as simulações são de código aberto. Vários patrocinadores apoiam o projeto PhET, permitindo que estes recursos sejam livres para todos os estudantes e professores.

Foram feitos esforços para que neste “Guia”, pudéssemos mostrar o máximo de possibilidades de execução das simulações que podem ser executadas “on line”, conectados continuamente, quer seja “offline” no computador ou dispositivo android, através dos usos intermitentes da conexão de internet.

### **Acesso ao site**

Conforme apresentado anteriormente, as simulações podem ser utilizadas através do acesso “on line”, ou seja, para que a prática seja executada naquele momento o aluno deve estar conectado à internet em todo o momento da aula, porém, há também outras possibilidades em que se pode baixar somente aquela simulação que se pretende utilizar ou todas as simulações no modo “offline” e também há a possibilidade de se baixar o aplicativo para utilização em dispositivos “Android” tablet ou celular.

É uma prática muito comum dos usuários de internet quando não se sabe o endereço completo do site ou portal que desejam acessar, usar uma ferramenta de

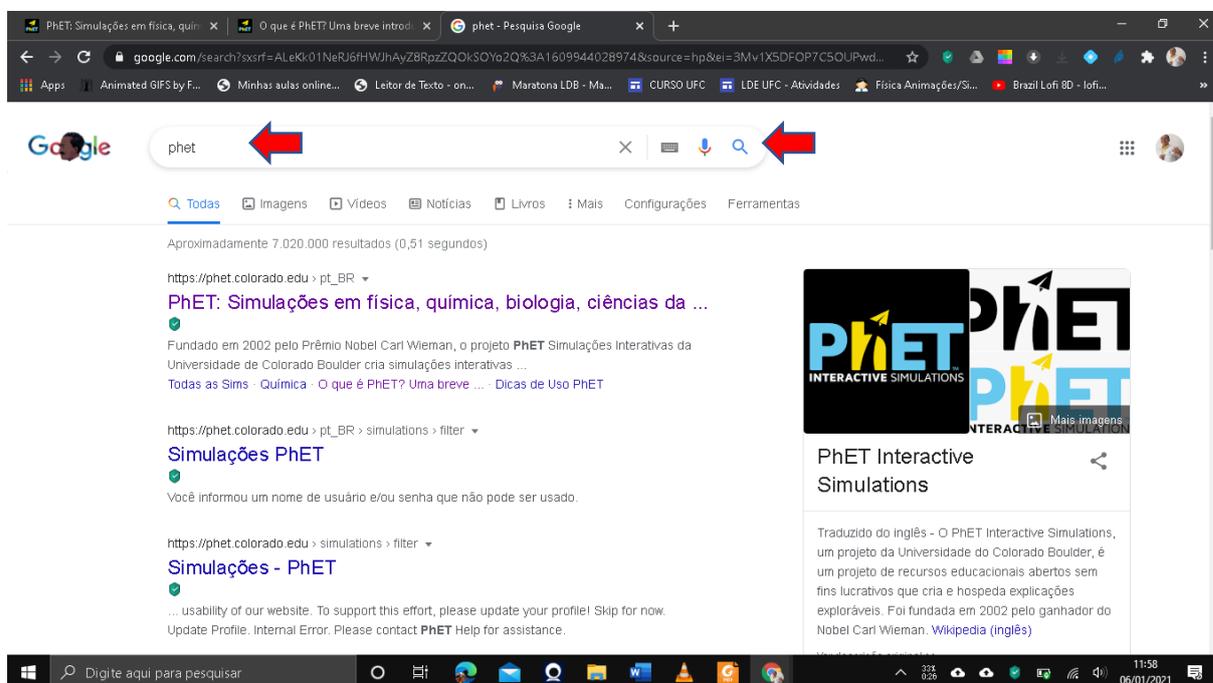
busca, e no presente momento da elaboração desse “Guia” o mais popular é o Google®.

### Acessando o PhET via indicação de site de busca

Na barra de endereços do navegador de internet digite: [www.google.com](http://www.google.com).

Digite PHET na caixa de localizar, depois pressione enter em seguida aparecerá o resultado da busca.

O primeiro resultado apresentado é do Phet, e caso esteja usando as configurações do computador e navegador em português a sugestão também será para

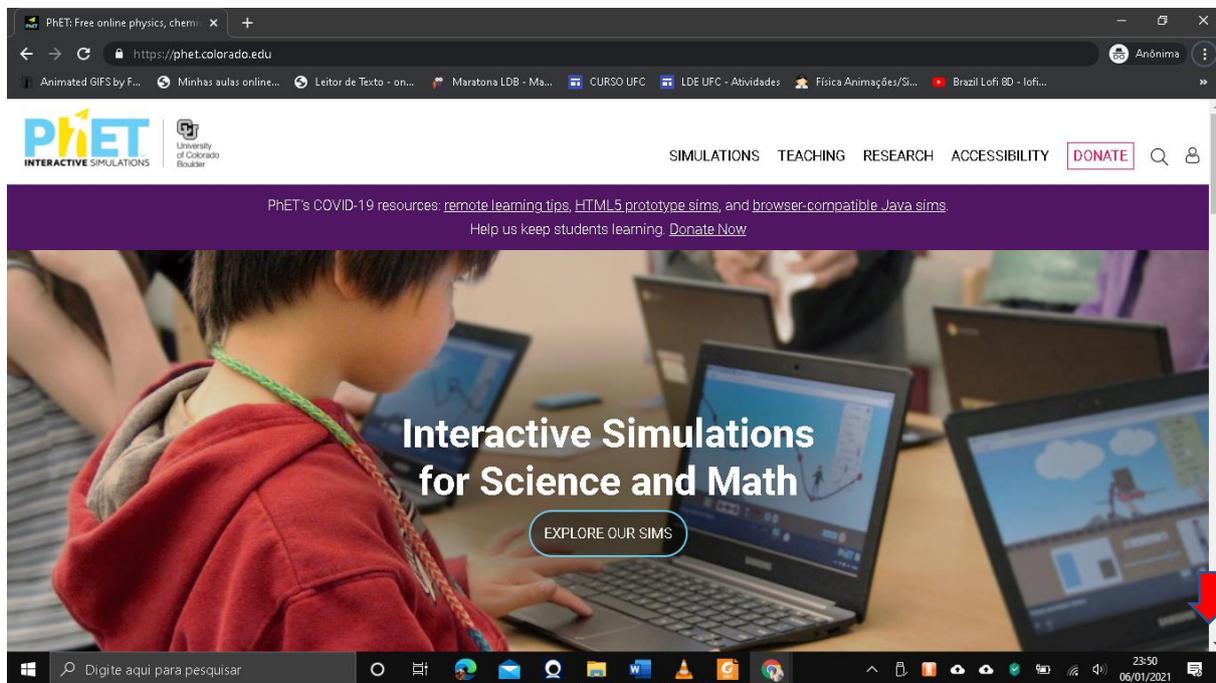


Fonte: Site google.com

## Acessando o PhET via digitação de endereço no navegador

Na barra de endereços digite: <https://phet.colorado.edu>

Figura 2: Tela inicial do PhET

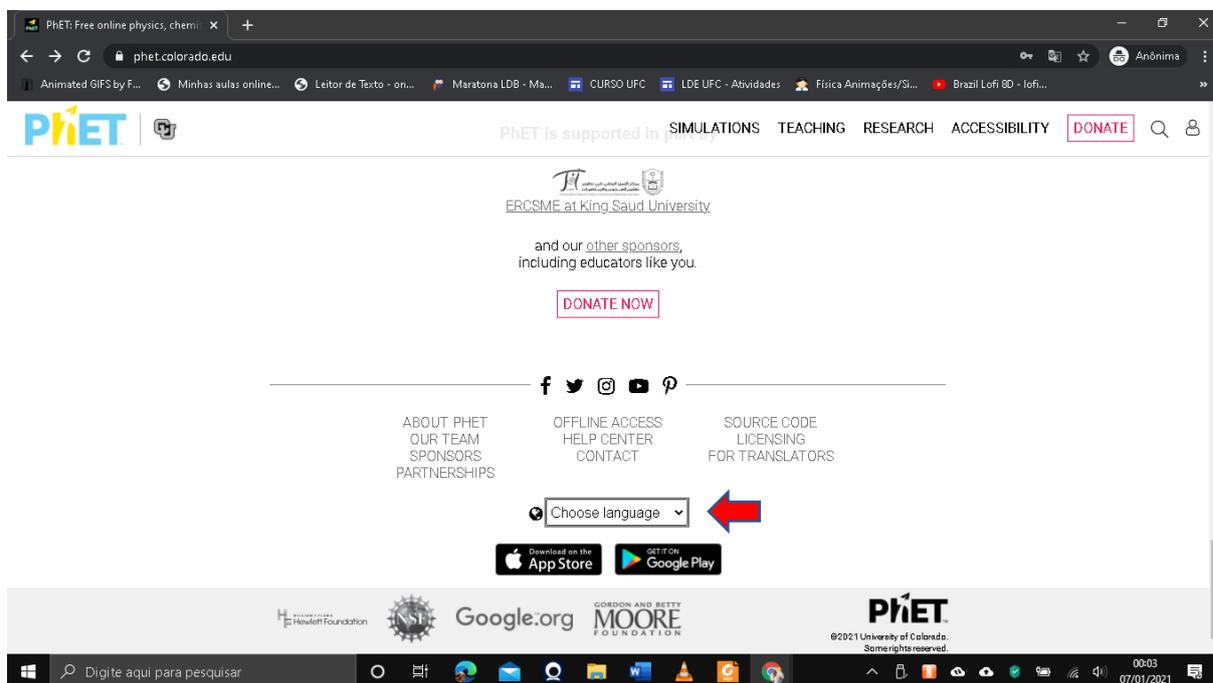


Fonte: Site PhET

Após a tela inicial aparecer, caso você queira colocar o site em português clique na barra de rolagem lateral para ir até o final do site.

Conforme mostrado na figura 3, a seguir clique na opção “Choose Language” depois de abrir a caixa de listagem procure e selecione a opção português (Brasil).

Figura 3: Caixa de Seleção para troca de idioma - “CHOOSE LANGUAGE”



Fonte: Site PhET

A partir da seleção do idioma português (Brasil) o site apresentará todas as informações no referido idioma.

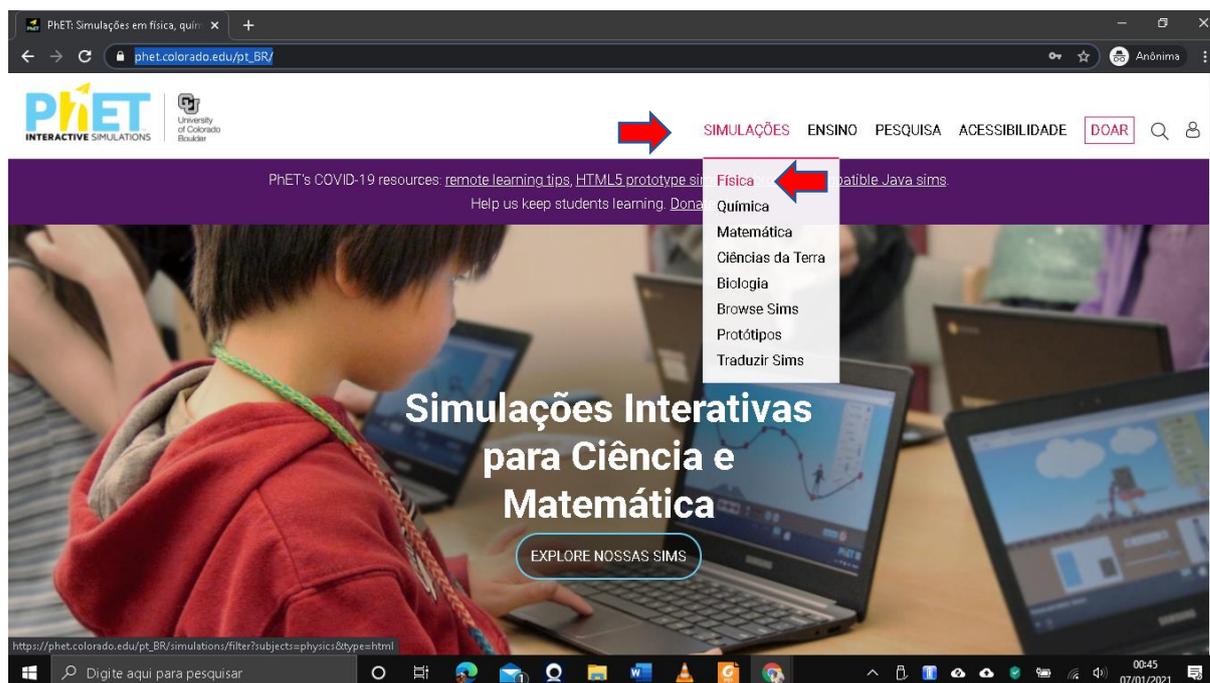
Para ter certeza que a partir de agora o site em está português do Brasil, verifique se na barra de endereços é exibido o seguinte endereço: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

### **Acesso às simulações de Física**

Após o procedimento de troca de idioma, agora o site está totalmente em português do Brasil. No topo da página aparecerão várias opções. A que nós iremos utilizar agora é a opção “Simulações”.

Coloque o ponteiro do mouse em cima de “Simulações”, em seguida se abre uma caixa suspensa, clique em Física.

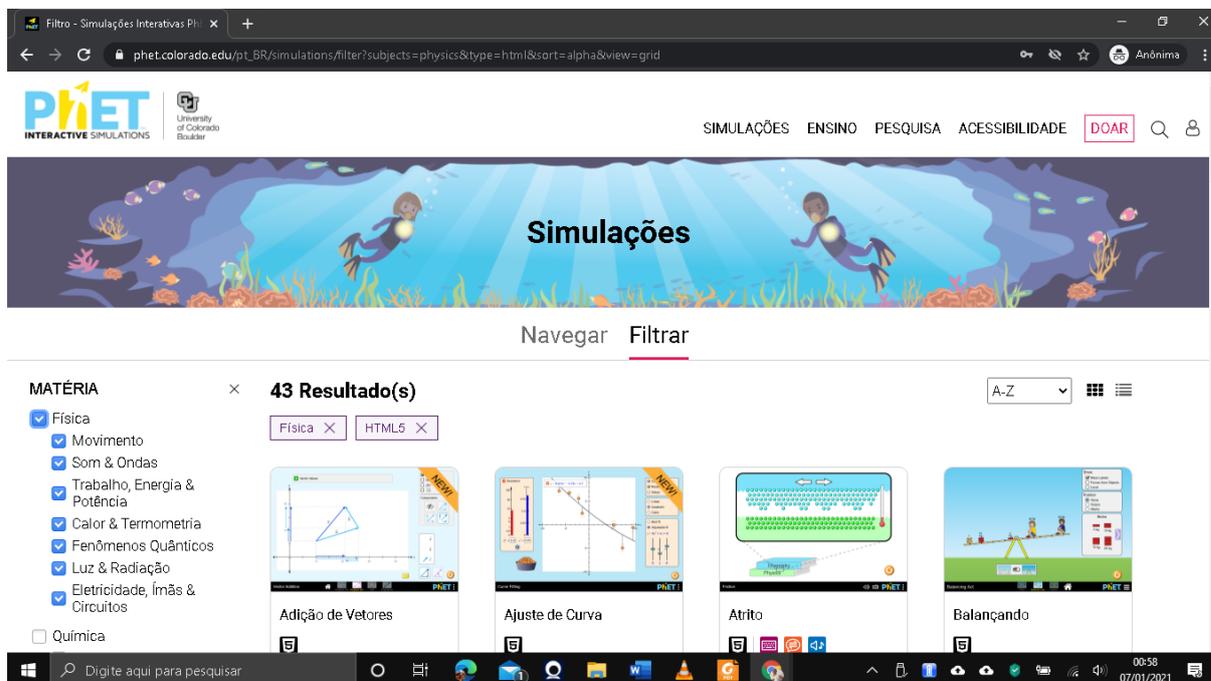
Figura 4: Acesso às simulações de Física



Fonte: Site do PhET

Na tela seguinte aparece todas as opções referentes às simulações de Física, conforme a figura 5.

Figura 5: Simulações de Física do PhET



Fonte: Site PhET

## 2 SIMULAÇÕES DE ELETRICIDADE

A pretensão do nosso trabalho é demonstrar como se utiliza as simulações de circuitos elétricos, mas para chegarmos ao nosso laboratório virtual de circuitos elétricos, a partir da tela da figura 5, precisamos selecionar as simulações do ramo da Física de eletricidade para então passamos ao passo seguinte na escolha da simulação específica.

Com a tela da figura 5 exibida no computador ou no celular, desmarque o quadrado da matéria “Física”, depois marque apenas: Eletricidade, Ímãs e Circuitos conforme está na figura 6.

Figura 6: Seleção de simulações de Eletricidade, ímãs e Circuitos

The screenshot shows the PhET website interface. At the top, there is a navigation bar with the PhET logo and the University of Colorado Boulder. Below the navigation bar is a large banner with the word 'Simulações' and an illustration of two divers underwater. Underneath the banner, there are buttons for 'Navegar' and 'Filtrar'. The 'Filtrar' button is active, and a filter panel is open on the left side. The filter panel is titled 'MATÉRIA' and has a close button (X). It contains a list of subjects with checkboxes:
 

- Física
- Movimento
- Som & Ondas
- Trabalho, Energia & Potência
- Calor & Termometria
- Fenômenos Quânticos
- Luz & Radiação
- Eletricidade, Ímãs & Circuitos
- Química

 A red box highlights the 'Física' and 'Eletricidade, Ímãs & Circuitos' options, and a red arrow points to the checked box for 'Eletricidade, Ímãs & Circuitos'. To the right of the filter panel, it says '10 Resultado(s)'. There are two filter tags: 'Eletricidade, Ímãs & Circuitos' and 'HTML5'. Below the filter panel, there are four simulation thumbnails:
 

- 'Balões e Eletricidade Estática': Shows a person with a green balloon and a yellow balloon.
- 'Cargas e Campos': Shows a grid of blue and red dots representing electric charges and fields.
- 'John Travoltagem': Shows a person in a black suit walking towards a door.
- 'Kit para Montar Circuito DC': Shows a circuit board with various components.

 At the bottom of the screenshot, there is a Windows taskbar with the search bar and several application icons. The system tray shows the time as 01:11 and the date as 07/01/2021.

Fonte: Site PhET

### Laboratórios de Circuitos Elétricos do PhET

Atualmente há duas simulações de laboratórios de circuitos elétricos no PhET (figura 7), o Kit para Montar Circuito DC e o Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual. Basicamente as duas simulações são bastante semelhantes e com os mesmos recursos, no entanto, na última há dois modos de trabalho e há possibilidades de se problematizar a resistividade dos materiais que compõem os fios e resistência da bateria, pois ambos podem ser modificados.

Figura 7: tela para seleção dos dois laboratórios de circuitos elétricos 1 e 2

The screenshot shows a web browser window displaying the PhET website. The main content area is titled "Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual". Below the title is a central image of a virtual circuit kit with a play button. To the right of the image is a list of topics: "Circuitos em Série", "Circuito Paralelo", and "Lei de Ohm". Below this list are social media icons for Facebook, Twitter, and Pinterest, and a "DOE" logo. The page also features a "Sim Original (Java ou Flash)" link. At the bottom of the page, there is a navigation menu with the following items: "SOBRE", "PARA PROFESSORES", "TRADUÇÕES", "SIMULAÇÕES RELACIONADAS", "REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE)", and "CRÉDITOS". Red boxes labeled A through F are overlaid on the page, with arrows pointing to specific elements: A points to the main title, B to "PARA PROFESSORES", C to "TRADUÇÕES", D to "SIMULAÇÕES RELACIONADAS", E to "REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE)", and F to "CRÉDITOS".

### 3 KIT PARA MONTAR CIRCUITO DC - LAB VIRTUAL

#### 3.1 Apresentação e recursos

Nesse momento, por se tratar de uma simulação com mais recursos, iremos acessar a simulação: “Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual”, seguindo os passos do tópico “2 SIMULAÇÕES E ELETRICIDADE”. Assim será encontrada a tela da figura 8.

Figura 8: Tela de recursos para acesso a simulação

Fonte: Site PhET

As informações contidas no site são bem abrangentes e bastante explicativas, principalmente no que diz respeito aos recursos e possibilidades, o que facilita muito a utilização e aplicação das Metodologias Ativas de Ensino das simulações.

Com informações orientações presentes no próprio site do PhEt a simulação dispõe das seguintes características:

SOBRE:

Tópicos

- Circuitos em Série;
- Circuito Paralelo;
- Lei de Ohm; e
- Lei de Kirchoff.

Descrição

Você gosta do Kit de Construção de Circuito: DC, mas quer usar apenas amperímetros em série? Este é a Sim para você! Experimente com um kit eletrônico. Construa circuitos com baterias, resistores, lâmpadas e interruptores. Determine se os objetos do cotidiano são condutores ou isoladores, e faça medições com um amperímetro e um voltímetro realistas. Veja o circuito como um diagrama esquemático ou mude para uma visão realista.

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- Explorar as relações básicas de eletricidade.
- Explicar as relações básicas de eletricidade em circuitos em série e paralelo.
- Usar um amperímetro e um voltímetro para fazer leituras em circuitos.
- Fornecer raciocínio para explicar as medidas e relações em circuitos.
- Construir circuitos a partir de desenhos esquemáticos.
- Determinar se objetos comuns são condutores ou isoladores.

## PARA PROFESSORES:

Neste tópico você encontra informações pertinentes para a utilização dos recursos existentes na simulação, um arquivo no formato PDF e um vídeo com recursos introdutórios em inglês.

Caso o professor queira utilizar a simulação e ainda não tenha ideia de como fazer, ou como empregar os recursos existentes, aqui está uma coleção de atividades já preparadas por outros professores em diversos idiomas. Role a tela da figura 9 para visualizar todas disponíveis.

Figura 9: Atividades enviadas por professores

Fonte: Site PhET

The screenshot shows the PhET website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'SIMULAÇÕES', 'ENSINO', 'PESQUISA', 'ACESSIBILIDADE', and 'DOAR'. Below the navigation bar, there is a video player showing a video titled 'Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual'. The main content area is titled 'Atividades Enviadas por Professores' and contains a table of activities. The table has columns for 'TÍTULO', 'AUTORES', 'NÍVEL', 'TIPO', and 'MATÉRIA'. A red arrow points to the bottom of the table, indicating that the page can be scrolled to view more activities.

| TÍTULO   | AUTORES  | NÍVEL                  | TIPO                          | MATÉRIA                        |
|--|--|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <a href="#">ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES</a>   | W. Q. NEVES - IFCE                               | EM                     | Lab Dirigido                  | Física                         |
| <a href="#">Montagem Circuito DC - Lab Virtual</a>                                 | José Lucas Nassif Maluf                          | EM                     | Lab Dirigido                  | Física                         |
| <a href="#">Eletrodinâmica (Atividades) nos OA's do PhET</a>                       | Artur Araújo Cavalcante e Givanderis Leite Sales | Outro EM MS            | TdeC Debate Outro Dirigido    | Matemática Física Outro        |
| <a href="#">Atividades sobre Eletricidade nos OA's do PhET</a>                     | Artur Araújo Cavalcante e Givanderis Leite Sales | MS EM Outro Grad-Intro | Lab TdeC Debate Demo Dirigido | Outro Física Ciências da Terra |
| <a href="#">Concept questions for Physics using PhET (Inquiry-Based)</a>           | PhET Trish Loeblein                              | EM Grad-Intro          | Múltipla Escolha              | Física                         |
| <a href="#">Algebra-based Physics Semester one lessons, clicker questions, and</a> | PhET Trish Loeblein                              | Grad-Intro EM          | TdeC Lab Demo                 | Física                         |

## SIMULAÇÕES RELACIONADAS

The screenshot displays the PhET website interface for the 'Kit para Montar Circuito DC' simulation. The page is titled 'SIMULAÇÕES RELACIONADAS' and features a navigation menu with options like 'SOBRE', 'PARA PROFESSORES', 'TRADUÇÕES', and 'SIMULAÇÕES RELACIONADAS'. Under the 'SIMULAÇÕES RELACIONADAS' section, several simulation thumbnails are shown, including 'Kit para Montar Circuito DC', 'Kit de Construção de Circuito (AC+DC), Laboratório Virtual', 'Capacitor', 'Lei de Ohm', and 'Resistência em um Fio'. A dropdown menu is open, showing a list of languages for translation: Azerbajani, Basco, Bósnio, Búlgaro, Catalão, and Cazaque. The browser's address bar shows the URL 'phet.colorado.edu/pt\_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab'.

O tópico do recurso é autoexplicativo, nele você encontra todas as simulações presentes no site que sejam correlacionadas a que você está no momento.

Figura 11: Simulações relacionadas

Fonte: Site PhET

## REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARES)

No presente tópico há as informações pertinentes às características necessárias para que a simulação possa ser executada em diferentes tipos de equipamentos e em diferentes ambientes operacionais. As simulações do PhET são bastante populares, pois podem ser executadas em muitos ambientes que vão desde a tela de um celular através de qualquer navegador até telas de TV do tipo SMARTV.

Relação de dispositivos e sistemas compatíveis com as simulações:

A simulação aqui apresentada é em tecnologia de HTML5 e pode ser executada em nos dispositivos: Ipad e Chromebooks, em PCs e MAC e sistemas Linux com as seguintes versões:

Ipad: IOS 12 ou superior com navegador Safari;

Android: Segundo o site do PhET, não há suporte oficial aos dispositivos, mas a tecnologia HTML5 está embutida em todos os navegadores modernos atualizados, a simulação poder usada no navegador Chrome para Android, em cuja única limitação é o tamanho da tela.

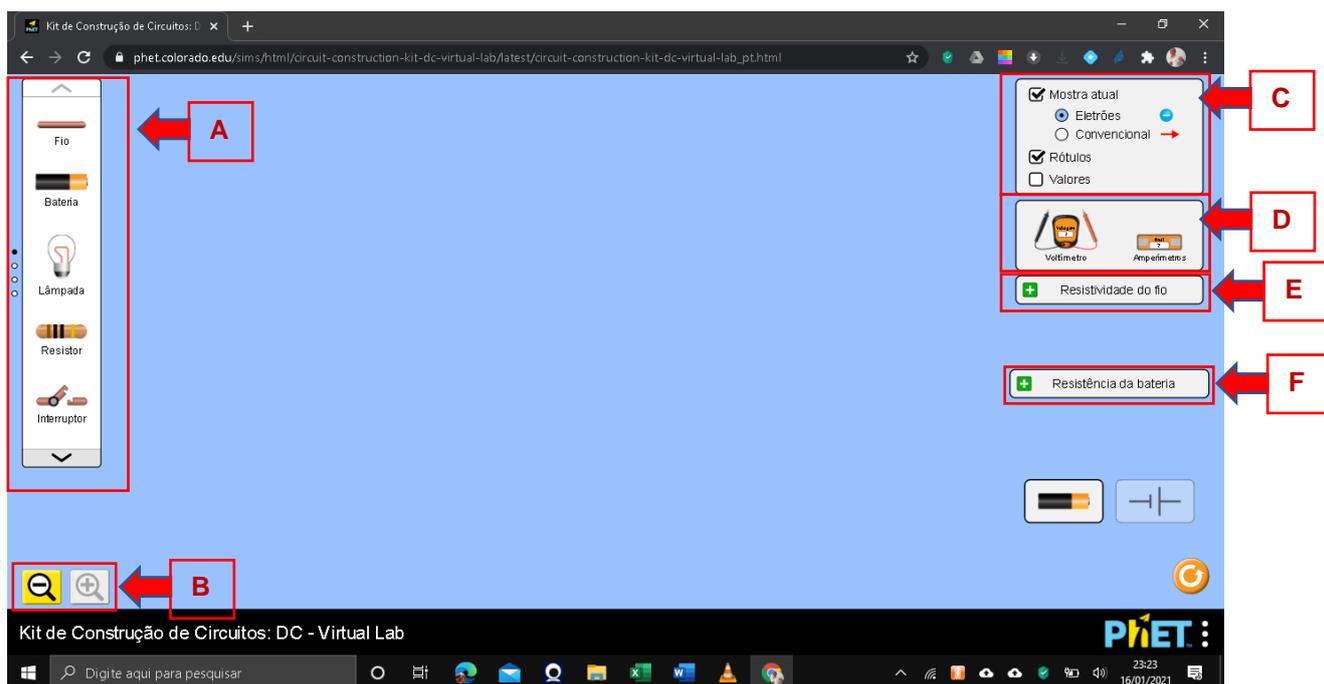
The screenshot shows a web browser window displaying the PhET website. The URL is [phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab). The page title is "Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual". The main content area features a central image of a circuit board with a large play button. To the right of the image is a list of topics: "Circuitos em Série", "Circuito Paralelo", and "Lei de Ohm". Below this list are social media icons for Facebook, Twitter, and Pinterest. The page is supported by DOE and BMG (BILIM MEDIA GROUP). At the bottom of the page, there is a list of navigation options: "SOBRE", "PARA PROFESSORES", "TRADUÇÕES", "SIMULAÇÕES RELACIONADAS", "REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE)", and "CRÉDITOS".

### 3.2 Conhecendo os recursos da simulação

Iniciar a simulação

Ao clicar no botão “play” da miniatura da simulação que está presente na tela figura 12

Figura 12: Clique para iniciar a simulação



Fonte: Site PhET

Ao ter clicado conforme as instruções você terá acesso a um ambiente igual a da te a figura 13, com vários recursos que será explanados em nosso guia.

*Figura 13: Tela do ambiente de simulação*

Fonte: Site PhET

A partir da tela acima da figura 13, você pode visualizar recursos disponíveis para a prática virtual. A tela tem vários componentes que classificamos a seguir:

- A) Componentes usados para as simulações, tais como: fio, bateria, lâmpada, interruptor, fusível, resistor, dinheiro em papel, moeda e borracha;
- B) Ferramentas de zoom, são duas lupas uma para diminuir e outra para aumentar o zoom da tela;
- C) Barra de ferramentas de legendas, para visualizar a corrente elétrica real ou convencional, para a visualização dos elétrons percorrendo o circuito, etiquetas nos objetos colocados no circuito, bem como os seus valores;
- D) Instrumentos de medidas, voltímetro para a leitura da tensão e o amperímetro para medir a corrente elétrica que passa pelos circuitos;
- E) Resistividade do fio, essa ferramenta é autoexplicativa, para alterar a resistividade do fio elétrico quando estiver ligado aos computadores;
- F) Resistência da bateria; essa ferramenta é autoexplicativa, serve para alterar o valor da resistência da bateria.

#### 4 Aprendendo utilizar a simulação

A seguir é apresentado um exemplo de kit de construção de circuitos elétricos DC simples, usando o PhET.

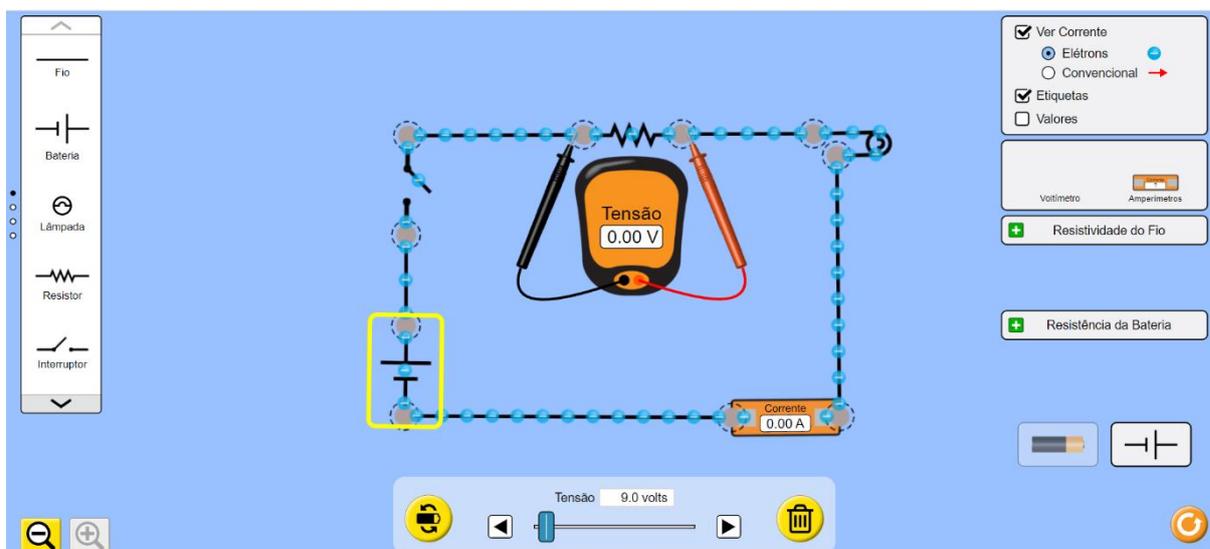
Figura 14 - Kit de Construção de circuitos DC no PhET



Fonte: Site PhET

A interface é bastante amigável e intuitiva, bastando apenas arrastar os componentes para a montagem do circuito.

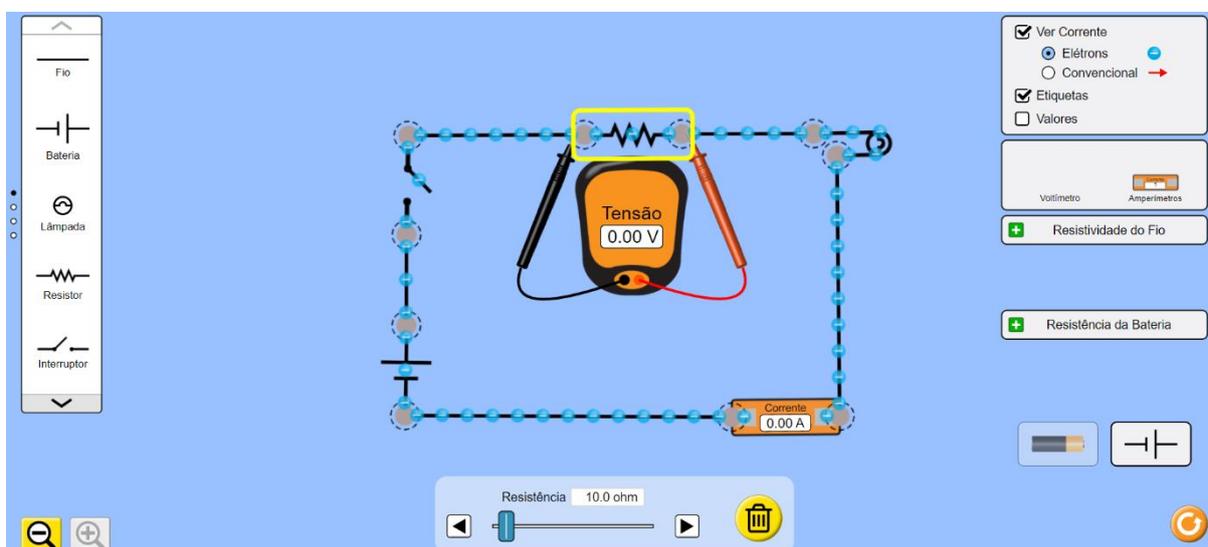
Figura 15 – Montagem de um circuito DC simples no PhET



Fonte: Elaboração própria no Site PhET

Simplemente clicando em cada componente, são exibidas opções de configuração das características dos componentes. No exemplo mostrado na figura 5, a fonte de alimentação foi configurada para 9 volts. Na figura 6, o resistor foi configurado para 10 ohms.

Figura 16 – Configuração dos componentes no PhET



Fonte: Elaboração própria no Site PhET

Ao fechar o interruptor, os valores de tensão e corrente são exibidos no voltímetro e no amperímetro respectivamente, além da animação mostrando o sentido a direção da corrente.

Figura 17 - Fechamento do circuito no PhET

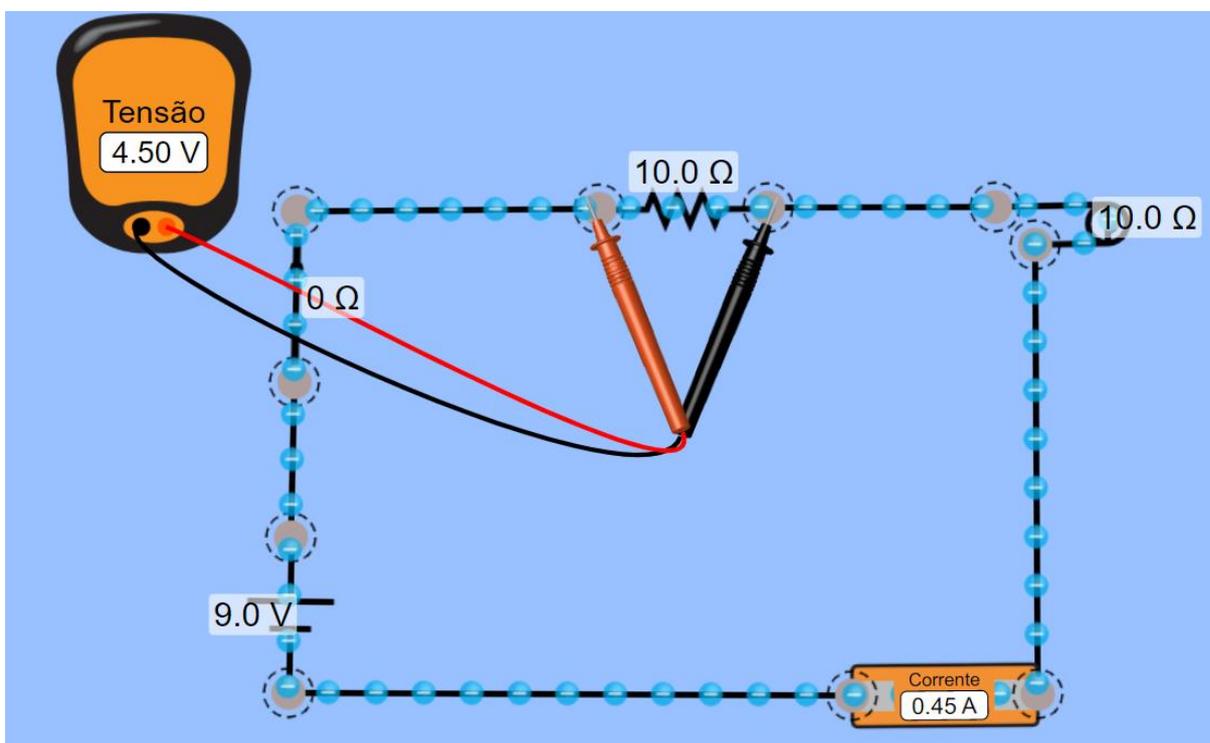


Fonte: Elaboração própria no Site PhET

Conforme mostrado na figura 7, a tensão apresentada é negativa (-4,5 volts). Nesse caso, o aluno pode facilmente identificar que o terminal negativo do voltímetro está conectado no terminal positivo da bateria e um exercício pode ser inverter os terminais e verificar o que acontece. Outro exercício que pode ser proposto ao aluno é identificar porque a tensão sobre o resistor é de -4,5 volts se a bateria é de 9 volts.

Conforme podemos ver na figura 8, a resistência da lâmpada também é de 10 ohms, o que totaliza uma resistência do circuito em 20 ohms, gerando uma corrente de  $9,0 \text{ volts} / 20,0 \text{ ohms} = 0,45 \text{ Ampères}$  e, portanto, a tensão no resistor e na lâmpada é de  $0,45 \text{ Ampères} \times 10,0 \text{ ohms} = 4,5 \text{ volts}$ .

Figura 18 - Inversão dos terminais do voltímetro e apresentação dos valores no circuito



Fonte: Elaboração própria no Site PhET

Este é somente um exemplo das possibilidades de utilização do Laboratório Virtual para aplicar os conceitos estudados, com a facilidade de alteração dos parâmetros e análise dos efeitos.

As estratégias básicas para utilização de Laboratórios Virtuais correspondem efetivamente às de todo ensino eficaz. Estas estratégias são discutidas nas diretrizes para a criação de atividades baseadas em pesquisas. Resumidamente, eles incluem:

- 1) definir objetivos específicos de aprendizagem;
- 2) encorajar os alunos a usar a criação de sentido e o raciocínio;
- 3) conectar-se e desenvolver o conhecimento e compreensão prévios dos alunos (incluindo abordar possíveis equívocos);
- 4) conectar-se e compreender as experiências do mundo real;
- 5) encorajar atividades colaborativas produtivas;
- 6) não restringir a exploração do aluno;
- 7) exigir raciocínio / criação de sentido em palavras e diagramas (ou seja, múltiplas representações);

ajudar os alunos a monitorar sua compreensão.