

## APÊNDICE E - Produto Educacional

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 59**

Alecsander Oliveira Flores

## PRODUTO EDUCACIONAL

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO SIMULADOR PhET  
COLORADO**

Rio Branco/AC  
2025

Alecsander Oliveiras Flores

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO SIMULADOR PhET  
COLORADO**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Ensino Médio: sequência didática de eletricidade utilizando o PhET Colorado, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 59 - UFAC/AC como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo - UFAC

Rio Branco/AC  
2025

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me presentear com esse lindo projeto, me concedendo saúde física e mental para executá-lo.

Agradeço a minha esposa Isabele Moraes de Souza Flores que me apoiou e me incentivou a continuar firme nesse projeto e não desistir.

Agradeço aos meus pais, Walter Antônio Flores Rios e Neuda Oliveira Santos, que fizeram de tudo para priorizar os meus estudos e por isso cheguei até aqui.

Agradeço a todos os meus professores que contribuíram de forma significativa em minha formação no mestrado e à professora doutora Esperanza Lucila Hernández Angulo, orientadora e a primeira que entrei em contato para pedir auxílio para iniciar esse sonho de galgar mais um nível de escolaridade acadêmica.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por desempenhar um papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela coordenação nacional do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Ao polo 59: UFAC Rio Branco - Universidade Federal do Acre Central, pela acomodação do (MNPEF).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resistor mantido em temperatura constante .....	99
Figura 2 – Representação de um resistor em circuitos elétricos .....	100
Figura 3 – Representação esquemática do circuito .....	101
Figura 4 – Resistor em forma de fio cilíndrico com área de seção transversal A e comprimento L.....	102
Figura 5 – A resistência elétrica de um resistor em forma de fio cilíndrico depende do comprimento, da área da seção transversal, do material e da temperatura .....	102
Figura 6 - (A) Três resistores associados em série. (B) O resistor equivalente.....	103
Figura 7 – a) Fusível de cartucho. b) Símbolo do fusível .....	105
Figura 8 – (A) Três resistores associados em paralelo. (B) O resistor equivalente.	105
Figura 9 – Segunda Lei de Ohm .....	110
Figura 10 – Resistência de um chuveiro elétrico.....	113
Figura 11 – Primeira Lei de Ohm .....	114
Figura 12 – Kit DC Virtual .....	117
Figura 13 – Montagem de um circuito simples com resistores associados em série, utilizando o simulador virtual do PhET Colorado .....	118
Figura 14 - Fusível .....	121
Figura 15 – Montagem de um circuito DC.....	122

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores de resistividade de alguns materiais .....	110
---------------------------------------------------------------	-----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sequência didática .....	109
Quadro 2 - Relação entre o aumento da resistividade elétrica ( $\rho$ ) e sua consequência na resistência elétrica (R) .....	111
Quadro 3 - Relação entre a redução da resistividade elétrica ( $\rho$ ) e sua consequência na resistência elétrica (R) .....	111
Quadro 4 - Relação entre o aumento do comprimento (L) e sua consequência na resistência elétrica (R).....	111
Quadro 5 - Relação entre a redução do comprimento (L) e sua consequência na resistência elétrica (R).....	112
Quadro 6 - Relação entre o aumento da área da seção transversal (A) e sua consequência na resistência elétrica (R) .....	112
Quadro 7 - Relação entre a diminuição da área da seção transversal (A) e sua consequência na resistência elétrica (R) .....	113
Quadro 8 - Relação entre aumento da Tensão (V) e sua consequência na Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico .....	114
Quadro 9 - Relação entre redução da Tensão (V) e sua consequência na Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico .....	115
Quadro 10 - Relação entre aumento da Resistência Elétrica (R) e sua consequência na Intensidade da Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico .....	115
Quadro 11 - Relação entre a redução da Resistência Elétrica (R) e sua consequência na Intensidade da Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico .....	115
Quadro 12 - Medições da intensidade da corrente elétrica (I, em mA) realizadas em diferentes pontos do circuito, utilizando vários amperímetros conectados simultaneamente, com a resistência (R) mantida constante .....	118
Quadro 13 - Aumentar os valores de resistência (R) no simulador e observar as alterações na intensidade da corrente elétrica (I) .....	118
Quadro 14 - Diminuir os valores de resistência (R) no simulador e observar as alterações na intensidade da corrente elétrica (I) .....	119
Quadro 15 - Medições da diferença de potencial (tensão, em volts) em cada resistor e na bateria, realizadas com voltímetros conectados em um circuito em série .....	120
Quadro 16 - Aumento da tensão da bateria, mantendo constante (R), observar os valores da tensão nos resistores .....	119

Quadro 17 – Redução da tensão da bateria, mantendo constante (R), observar os valores da tensão nos resistores .....	120
Quadro 18 - Valores individuais dos resistores utilizados no circuito e o respectivo cálculo da resistência equivalente, com base na associação em série.....	120
Quadro 19 – Anotação das medições de intensidade das correntes que entram e saem do nó .....	122
Quadro 20 - Valores de diferença de potencial (em volts) obtidos nos resistores conectados em paralelo, utilizando o simulador PhET.....	123
Quadro 21 - Valores de resistência individual e resistência equivalente obtidos por meio da simulação no PhET.....	124
Quadro 22 - Valores de resistência associadas em paralelo e resistência equivalente obtidos por meio da simulação no PhET .....	124
Quadro 23 - Valores de resistência equivalente para um circuito paralelo com resistência de mesmo valor, obtidos por meio da simulação no PhET .....	124

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>97</b>
2.1 Objetivos .....	98
2.1.1 Objetivo geral .....	98
2.1.2 Objetivos específicos.....	98
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>98</b>
<b>4 CONTEÚDOS DE FÍSICA NECESSÁRIOS NÍVEL MÉDIO.....</b>	<b>99</b>
4.1 Resistência elétrica .....	99
4.2 Lei de Ohm.....	101
4.3 Circuito em série .....	103
4.3.1 Aplicações do efeito Joule.....	104
4.4 Circuito em paralelo .....	105
4.5 Transformações de energia.....	107
<b>5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>109</b>
5.1 Desenvolvimento .....	109
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>128</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O produto educacional desenvolvido neste trabalho consiste em uma sequência didática estruturada para o ensino de eletricidade no Ensino Médio, com a utilização das simulações interativas da plataforma PhET Colorado originalmente (originalmente Physics Education Technology) como recurso pedagógico principal. Essa proposta visa atender às demandas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e promover uma aprendizagem significativa por meio de atividades práticas, digitais e investigativas.

A sequência didática é composta por cinco aulas de cinquenta minutos cada, organizadas de maneira progressiva e articulada, de modo a favorecer a compreensão conceitual dos principais temas da eletrodinâmica: corrente elétrica, resistência, Lei de Ohm, associação de resistores em série e paralelo, e transformações de energia elétrica. Em cada aula, o uso de simulações permite que os alunos explorem fenômenos físicos de forma visual e interativa, construindo o conhecimento por meio da experimentação virtual e da resolução de problemas contextualizados.

O produto educacional inclui, roteiros de atividades, questionários de avaliação, e instruções detalhadas sobre a navegação e uso dos simuladores, o que facilita sua implementação em diferentes realidades escolares, mesmo naquelas com limitações de infraestrutura.

Esse material foi concebido com base nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, na engenharia didática e nas diretrizes metodológicas que valorizam o protagonismo estudantil, a contextualização dos saberes e a integração entre teoria e prática no ensino de Física.

A sequência didática baseada no simulador PhET Colorado foi elaborada como uma estratégia pedagógica voltada à promoção da aprendizagem significativa dos conceitos fundamentais da eletricidade no Ensino Médio. Utilizando recursos interativos disponíveis gratuitamente na plataforma PhET, os alunos têm a oportunidade de explorar, manipular e compreender fenômenos físicos de maneira visual, prática e contextualizada. Essa abordagem permite a construção do conhecimento por meio da experimentação virtual, favorecendo o protagonismo estudantil, a investigação científica e a conexão entre teoria e prática. Ao propor atividades progressivas, articuladas e alinhadas às competências da BNCC, a sequência didática com o uso do PhET estimula o raciocínio crítico, a autonomia dos

alunos e a superação das dificuldades tradicionais associadas ao ensino da Física, especialmente em contextos em que o acesso a laboratórios físicos é limitado.

## **2.1 Objetivos**

### *2.1.1 Objetivo geral*

Elaborar e aplicar uma sequência didática utilizando o simulador PhET Colorado como recurso pedagógico para promover a aprendizagem significativa dos conceitos de eletricidade no Ensino Médio.

### *2.1.2 Objetivos específicos*

- Proporcionar aos estudantes o contato com simulações interativas que favoreçam a visualização e compreensão dos fenômenos elétricos.
- Explorar os conceitos de corrente elétrica, resistência, tensão, potência elétrica e associações de resistores por meio de atividades práticas.
- Relacionar os conteúdos teóricos com situações cotidianas, promovendo a contextualização do conhecimento científico.
- Estimular a autonomia, o protagonismo e o raciocínio crítico dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.
- Avaliar a eficácia do uso de simulações virtuais como ferramenta didática em escolas com infraestrutura limitada para experimentação física.

## **3 JUSTIFICATIVA**

O ensino de Física no Ensino Médio, especialmente no campo da eletricidade, enfrenta desafios recorrentes, como a abstração dos conceitos, a falta de motivação dos alunos e a carência de recursos experimentais nas escolas públicas. Diante desse cenário, torna-se necessário adotar metodologias que promovam o engajamento estudantil, a visualização dos fenômenos físicos e a construção ativa do conhecimento.

O uso de simulações computacionais, como as oferecidas pelo PhET Colorado, representa uma alternativa viável, acessível e eficaz para tornar o ensino de Física

mais dinâmico e significativo. Essas simulações permitem a experimentação virtual de circuitos elétricos, facilitando a compreensão das relações entre grandezas como corrente, tensão e resistência, sem depender de laboratórios físicos. Além disso, estão alinhadas às competências e habilidades da BNCC, especialmente no que se refere ao uso de tecnologias digitais na aprendizagem e à formação de cidadãos críticos e autônomos. Assim, a presente proposta de sequência didática justifica-se pela sua relevância pedagógica e pela possibilidade de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da eletricidade no contexto escolar brasileiro.

## 4 CONTEÚDOS DE FÍSICA NECESSÁRIOS NO NÍVEL MÉDIO

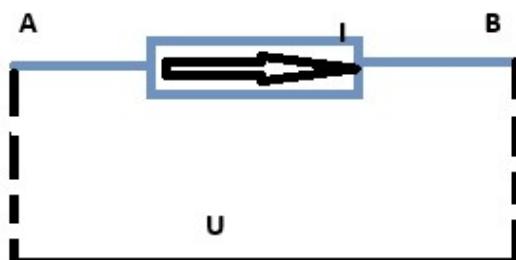
### 4.1 Resistência elétrica

#### Tipos de resistores

Em circuitos elétricos, o resistor de fio e o resistor de carvão são amplamente utilizados. O primeiro nada mais é que um pedaço de fio, composto por ligas metálicas. Não sendo possível obter áreas de seções transversais demasiadamente pequenas, para se obterem valores razoáveis de resistência, são necessários fios de comprimento muito grande; costuma-se, assim, enrolar o fio sobre um suporte isolante. O resistor de carvão consta de um suporte isolante coberto de fina camada de carvão com dois terminais metálicos. É muito usado em circuitos de rádio e televisão. Devido à alta resistividade da grafite, podem-se obter resistores de alta resistência e de pequenas dimensões.

Considere o resistor da figura 1, mantido a uma temperatura constante, percorrido por corrente elétrica de intensidade  $i$ , que tem entre seus terminais uma ddp

**Figura 1 - Resistor mantido em temperatura constante**



Fonte: O próprio autor.

Mudando-se a ddp sucessivamente para  $U_1$ ,  $U_2$ , ..., o resistor passa a ser percorrido por correntes de intensidades  $i_1$ ,  $i_2$ , ...

Ohm\* verificou, experimentalmente, que, mantida a temperatura constante, o quociente da ddp aplicada pela respectiva intensidade de corrente elétrica resultava em uma constante característica do resistor:

$$\frac{U}{I} = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} + \dots R = Constante$$

A grandeza  $R$  assim introduzida foi denominada resistência elétrica do resistor. A resistência elétrica não depende da ddp aplicada ao resistor nem da intensidade de corrente elétrica que o percorre, mas do condutor e de sua temperatura.

De modo geral, tem-se:

$$\frac{U}{I} = R \quad \text{ou} \quad U = RI$$

Essas fórmulas traduzem a lei de Ohm, que relaciona a causa do movimento das cargas elétricas (a ddp  $U$ ) com o efeito (passagem da corrente elétrica  $i$ ), podendo ser enunciada da seguinte maneira:

O quociente da ddp nos terminais de um resistor pela intensidade de corrente elétrica que o atravessa é constante e igual à resistência elétrica do resistor.

Um resistor que obedece à lei de Ohm é denominado resistor ôhmico. Em esquemas de circuito, um resistor é representado pelo símbolo ilustrado na figura 2, colocando-se, acima ou abaixo, o valor de sua resistência elétrica.

**Figura 2.** Representação de um resistor em circuitos elétricos.



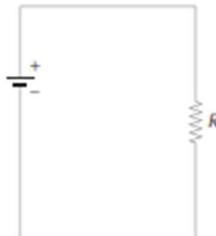
**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

De  $i = \frac{U}{R}$ , observamos que, em resistores diferentes sob mesma ddp, é atravessado por corrente elétrica de menor intensidade aquele que tiver maior valor

de R. Desse modo, a resistência elétrica aparece como uma dificuldade à passagem da corrente elétrica, o que justifica sua denominação.

Quando a resistência elétrica é muito pequena, como nos fios de cobre de ligação dos elementos do circuito da figura 3, estes são representados por uma linha contínua. Nessas condições, os fios são denominados simplesmente condutores, e sua finalidade é ligar os elementos do circuito. Nesses fios, o efeito Joule pode ser desprezado. Na lâmpada ocorre o efeito Joule e, portanto, ela apresenta uma resistência elétrica R. No esquema do circuito, o gerador é representado por dois traços paralelos. O traço mais longo representa o polo positivo, e o mais curto, o negativo.

**Figura 3 - Representação esquemática do circuito.**



**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

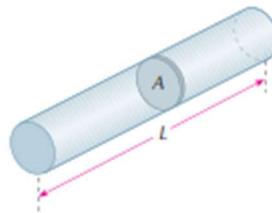
No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de resistência elétrica denomina-se ohm (símbolo  $\Omega$ ), sendo que  $1\Omega = \frac{1V}{1A}$ .

É de emprego frequente um múltiplo do ohm: o quilohm ( $k\Omega$ ), que vale:  $1 k\Omega = 10^3 \Omega$ .

#### 4.2 Lei de Ohm

Verifica-se que a resistência elétrica de um resistor depende do material que o constitui, de suas dimensões e de sua temperatura. Para simplificar a análise dessas dependências, consideremos que os resistores tenham a forma de um fio cilíndrico (Figura 4).

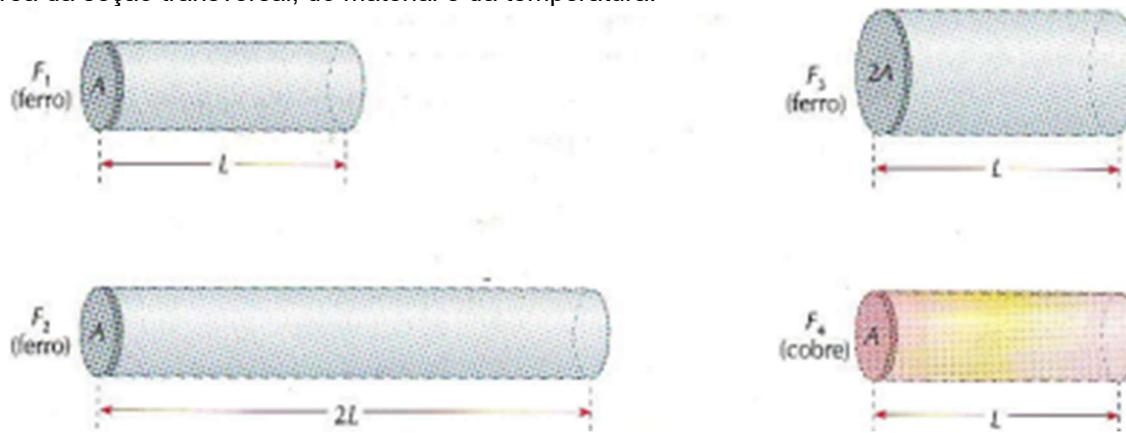
**Figura 4** - Resistor em forma de fio cilíndrico com área de seção transversal A e comprimento L.



**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

Consideremos quatro resistores em forma de fio cilíndrico (Figura 5),  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$ , e comparemos cada resistor,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$ , com  $F_1$  (de resistência elétrica R). As diferenças são:  $F_1$  e  $F_2$  diferem em seus comprimentos L e  $2L$ ;  $F_1$  e  $F_3$  diferem em suas áreas de seções transversais A e  $2A$ ; e  $F_1$  e  $F_4$  diferem em seus materiais (ferro e cobre).

**Figura 5** - A resistência elétrica de um resistor em forma de fio cilíndrico depende do comprimento, da área da seção transversal, do material e da temperatura.



**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

A resistência elétrica R de um resistor em dada temperatura é: diretamente proporcional ao seu comprimento (L); inversamente proporcional à sua área de seção transversal (A); dependente do material que o constitui. Essas conclusões podem ser traduzidas pela fórmula:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

em que  $\rho$  (letra grega rô) representa uma grandeza que depende do material que constitui o resistor e da temperatura, sendo denominada resistividade do material.

No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de resistividade é o ohm x metro ( $\Omega \cdot m$ ).

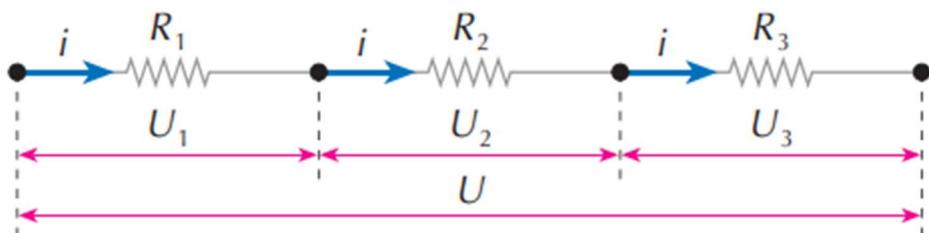
Para definir essa unidade, considere a expressão  $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$ , da qual implica que  $\rho = \frac{RA}{L}$ . Assim, temos:  $\rho = 1 \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = 1 \Omega \cdot m$ .

### 4.3 Circuito em série

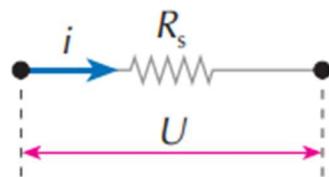
Na associação em série, os resistores são ligados um em seguida ao outro, de modo a serem percorridos pela mesma corrente elétrica. Na figura 6, representamos três resistores de resistências elétricas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , associados em série, e o correspondente resistor equivalente, cuja resistência  $R_s$  é a resistência da associação. A corrente comum que os atravessa tem intensidade  $i$ .

**Figura 6** - (A) Três resistores associados em série. (B) O resistor equivalente.

(A)



(B)



**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

Considerando a definição de resistor equivalente:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Em uma associação de resistores em série, a resistência do resistor equivalente é igual à soma das resistências dos resistores associados.

Aplicando a lei de Ohm em cada resistor da figura 5, vem:

$$U_1 = R_1 \cdot i$$

$$U_2 = R_2 \cdot i$$

$$U_3 = R_3 \cdot i$$

Em uma associação de resistores em série, a ddp em cada resistor é diretamente proporcional à sua resistência elétrica.

Aplicando a lei de Ohm ao resistor equivalente, temos:  $U = R_s \cdot i$ .

Multiplicando pela intensidade de corrente  $i$  ambos os membros da igualdade  $R_s = R_1 + R_2 + R_3$ , vem:

$$R_s \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i \rightarrow U = U_1 + U_2 + U_3$$

A ddp de uma associação em série é igual à soma das ddps nos resistores associados.

#### *4.3.1 Aplicações do efeito Joule*

O efeito Joule representa um inconveniente nas máquinas elétricas, que se aquecem durante o funcionamento, e nas linhas de transmissão, devido à perda de energia elétrica que ocorre nesse processo. No entanto, a transformação de energia elétrica em térmica é exatamente o que se deseja nos aquecedores elétricos, como, por exemplo, o ferro de passar roupas, o ferro de soldar e os chuveiros elétricos. O efeito Joule também é fundamental nos fusíveis e nas lâmpadas incandescentes.

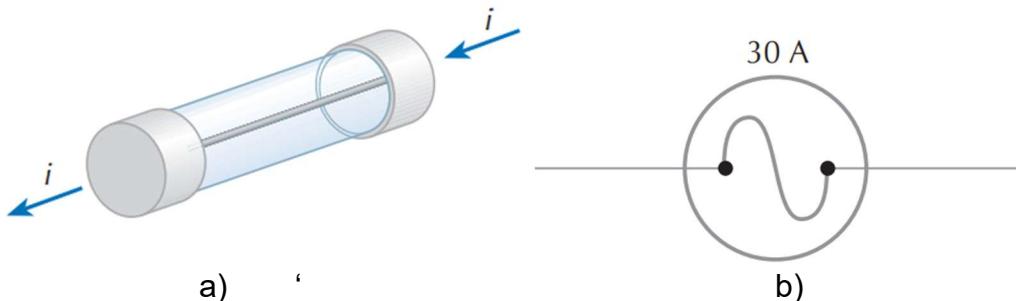
São genericamente denominados fusíveis os dispositivos que têm a finalidade de proteger circuitos elétricos. Seu componente básico é um condutor de baixo ponto de fusão que se funde ao ser atravessado por corrente elétrica de intensidade maior do que um determinado valor.

O fusível deve ser colocado em série com os aparelhos do circuito, de modo que, ao ocorrer a fusão de seu condutor, haja interrupção da passagem da corrente elétrica. Assim, os aparelhos não serão atravessados por correntes de intensidade elevada, as quais poderiam danificá-los.

O fusível de cartucho (Figura 7a), os terminais do dispositivo geralmente são

ligados por um fio ou uma lâmina de estanho. A figura 7b representa o símbolo de fusível utilizado nos circuitos elétricos. Comumente, junto ao símbolo, vem indicado o valor da máxima intensidade de corrente elétrica que ele suporta sem se fundir.

**Figura 7 - a)** Fusível de catucho. **b)** Símbolo do fusível.



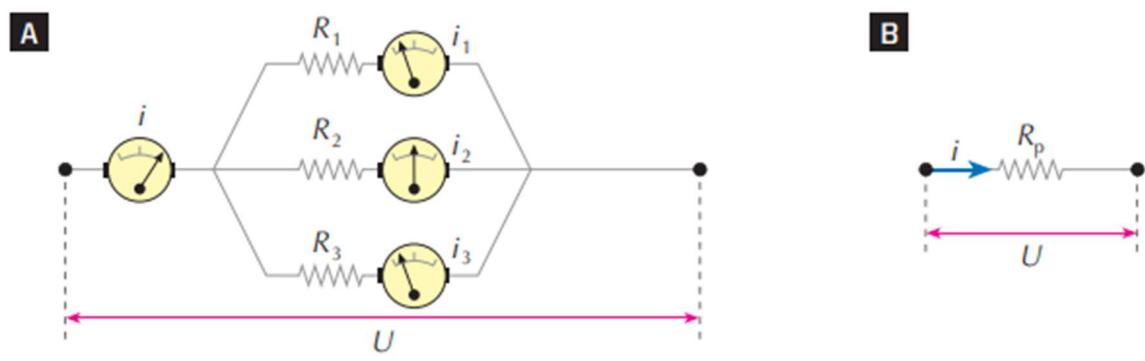
**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

Nos fusíveis de cartucho há um cilindro de papelão envolvente que, quando removido, revela a existência de uma lâmina metálica unindo as extremidades do fusível. É essa lâmina que se funde quando a corrente elétrica ultrapassa determinada intensidade.

#### 4.4 Circuito em paralelo

Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos terminais, de modo a ficarem submetidos à mesma ddp. Na figura 8, representamos três resistores de resistências elétricas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , associados em paralelo, e o correspondente resistor equivalente, cuja resistência  $R_p$  é a resistência da associação.  $U$  é a ddp comum aos resistores.

**Figura 8 - (A)** Três resistores associados em paralelo. **(B)** O resistor equivalente.



**Fonte:** Ramalho Junior; Ferraro; Soares (2009).

A intensidade de corrente elétrica  $i$  do circuito principal divide-se, nos resistores associados, em valores  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ . Com a ajuda de amperímetros convenientemente dispostos verifica-se que:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

A intensidade de corrente em uma associação de resistores em paralelo é igual à soma das intensidades das correntes nos resistores associados.

Pela lei de Ohm, temos  $U = R_1 \cdot i_1$ ,  $U = R_2 \cdot i_2$ ,  $U = R_3 \cdot i_3$ . Portanto:  $R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2 = R_3 \cdot i_3$ .

Em uma associação de resistores em paralelo, o produto da resistência elétrica de cada um deles pela respectiva intensidade de corrente elétrica é igual para todos os resistores associados.

Ainda da lei de Ohm:

$$i_1 = \frac{U}{R_1}, i_2 = \frac{U}{R_2} \text{ e } i_3 = \frac{U}{R_3},$$

Em uma associação de resistores em paralelo, a intensidade de corrente elétrica em cada resistor é inversamente proporcional à sua resistência elétrica.

Submetido à ddp  $U$  da associação, o resistor equivalente à associação  $R_p$  será percorrido pela corrente total  $i$ , então:

$$U = R_p \cdot i \rightarrow i = \frac{U}{R_p}$$

Como  $i = i_1 + i_2 + i_3$  vem:

$$\frac{U}{R_p} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Em uma associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente da associação é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

No caso de dois resistores associados em paralelo temos:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Portanto, no caso da associação de dois resistores em paralelo, a resistência equivalente é dada pela razão entre o produto ( $R_1 \cdot R_2$ ), e a soma ( $R_1 + R_2$ ) das resistências dos resistores. Se tivermos  $n$  resistores iguais, de resistência  $R$  cada um, obteremos:

$R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n = R$  e, então:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{n}$$

#### 4.5 Transformações de energia

No contexto da física, transformação de energia refere-se ao processo pelo qual a energia muda de uma forma para outra, mantendo-se o princípio fundamental da conservação da energia: ela não pode ser criada nem destruída, apenas convertida. Em circuitos elétricos, esse conceito é central para compreender como o trabalho realizado pelas fontes (como pilhas ou baterias) se manifesta em efeitos observáveis, como luz, calor ou movimento.

Ao atravessar um circuito, a energia química armazenada em uma pilha, por exemplo, é convertida em energia elétrica. Esta, por sua vez, ao passar por resistores, lâmpadas ou motores, pode ser transformada em energia térmica, luminosa ou mecânica, respectivamente. Em uma lâmpada incandescente, a passagem da corrente elétrica pelo filamento eleva sua temperatura, provocando a emissão de luz e calor. Já em motores elétricos, a energia elétrica é convertida em energia mecânica, movimentando eixos e engrenagens.

Esses processos são regidos pelas leis da física, como a Lei de Ohm e o teorema de Joule, que explicam como a energia elétrica se dissipá em forma de calor ao atravessar resistências. A análise das transformações de energia em circuitos permite não apenas entender o funcionamento dos dispositivos cotidianos, mas também otimizar a eficiência energética dos sistemas, buscando minimizar perdas e aproveitar melhor as fontes disponíveis.

O estudo das transformações de energia, portanto, enriquece a compreensão dos circuitos elétricos e amplia o olhar para fenômenos físicos mais amplos, sendo fundamental para a formação de estudantes críticos e preparados para os desafios tecnológicos atuais.

## 5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta tem como foco o ensino de conceitos fundamentais da eletricidade por meio de atividades interativas com o simulador PhET Colorado. Está organizada em seis aulas de 50 minutos cada, totalizando uma carga horária de 5 horas-aula, aplicadas ao longo de um bimestre letivo (Quadro 1).

**Quadro 1 – Sequência didática.**

Aula	Temas	Tempo (minutos)
01	Resistência elétrica ou 2 <sup>a</sup> lei de Ohm.	50
02	1 <sup>a</sup> Lei de Ohm. Aplicação.	50
03	Circuitos em série. Aplicação do circuito em série	50
04	Circuitos em paralelo. Aplicações	50
05	Transformações de energia. Aplicações	50
Total		250

Ao final da sequência didática, os estudantes deverão ser capazes de compreender e explicar os conceitos básicos da eletricidade, identificando seus fenômenos e aplicações no cotidiano. Espera-se que reconheçam a importância dos circuitos elétricos, distingam entre diferentes formas de energia e entendam como ocorrem as transformações energéticas em dispositivos elétricos, preparando-se para o estudo aprofundado de temas como circuitos em paralelo, transformações de energia e propriedades dos materiais condutores.

### 5.1 Desenvolvimento

#### Aula 01 - Resistência elétrica

**Introdução à Eletricidade:** A eletricidade é um fenômeno fundamental para o entendimento do mundo moderno. Estudar os princípios elétricos permite compreender desde os dispositivos eletrônicos que usamos diariamente até sistemas mais complexos de geração e transmissão de energia.

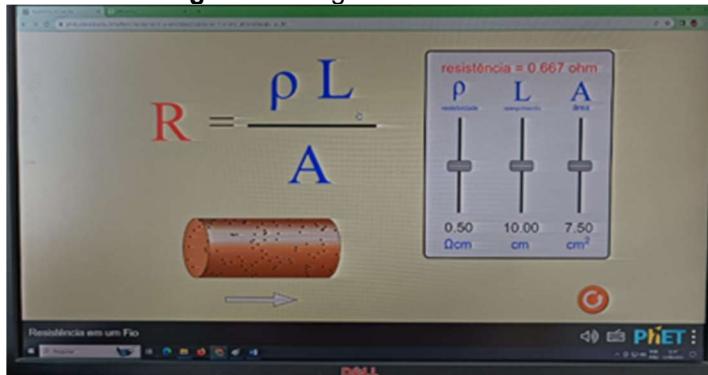
**Objetivo:** Estudar as características da resistência elétrica e suas associações em série e em paralelo.

**Desenvolvimento:** Na Segunda Lei de Ohm e Propriedades dos Materiais: abordar como a resistência de um fio condutor depende de fatores como comprimento,

área da seção transversal e do material utilizado, fazendo-se uso do simulador PhET Colorado.

**Atividade 1** - Os alunos deverão pesquisar no Google o termo “PhET Colorado” e navegar até a área de Física, ou diretamente por meio do link: [https://PhET.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/resistance-in-a-wire](https://PhET.colorado.edu/pt_BR/simulations/resistance-in-a-wire). A simulação “Resistência em um fio” no PhET Colorado, deverá ser utilizada como ferramenta didática para aprofundar o entendimento sobre os fatores que influenciam a resistência elétrica, como comprimento, espessura e tipo de material condutor (Figura 9).

**Figura 9 – Segunda Lei de Ohm.**



**Fonte:** [https://PhET.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/resistance-in-a-wire](https://PhET.colorado.edu/pt_BR/simulations/resistance-in-a-wire)

O professor deverá apresentar os valores de resistividade elétrica ( $\rho$ ) de diversos materiais condutores, assim como seus respectivos coeficientes de temperatura ( $\alpha$ ) em graus Celsius inverso ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1 - Valores de resistividade de alguns materiais.**

Material	Resistividade ( $\Omega \cdot \text{m}$ )	Coeficiente de Temperatura $^{\circ}\text{C}^{-1}$
Cobre	$1,59 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Ouro	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$
Alumínio	$2,82 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$

**Fonte:** O próprio autor.

**Atividade 2** - Nesta etapa, os alunos deverão ser orientados a utilizar a simulação para aumentar (Quadro 2) ou diminuir (Quadro 3) os valores da resistividade elétrica ( $\rho$ ) dos materiais e observar as consequentes alterações na resistência elétrica ( $R$ ) do circuito. A atividade tem como objetivo permitir a análise da relação de proporcionalidade direta entre resistência e resistividade.

**Quadro 2** - Relação entre o aumento da resistividade elétrica ( $\rho$ ) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Aumentar os valores ( $\rho$ )	Anotar valores (R)

**Quadro 3** - Relação entre a redução da resistividade elétrica ( $\rho$ ) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Diminuir os valores ( $\rho$ )	Anotar valores (R)

A partir dessa experimentação, os estudantes poderão compreender como a natureza do material influencia a resistência elétrica, aprofundando o entendimento sobre os fatores que determinam o comportamento dos condutores.

Conclusão:

“A resistividade elétrica e a resistência elétrica são diretamente proporcionais”.

**Atividade 3** - Os alunos deverão ser orientados a aumentar (Quadro 4) e diminuir (Quadro 5) os valores do comprimento (L) do condutor na simulação, observando as mudanças correspondentes na resistência elétrica (R). Essa atividade possibilitará a análise da relação de proporcionalidade direta entre resistência e comprimento, conforme previsto pela equação  $R = \rho \frac{L}{A}$ .

**Quadro 4** - Relação entre o aumento do comprimento (L) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Aumentar os valores (L)	Anotar valores (R)

**Quadro 5** - Relação entre a redução do comprimento (L) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Diminuir os valores (L)	Anotar valores (R)

Conclusão:

“O comprimento do fio (L) e a resistência elétrica são diretamente proporcionais”

Através da manipulação dos valores, os estudantes perceberão que, mantendo-se constante a resistividade e a área da seção transversal, o aumento do comprimento do condutor resulta em um aumento proporcional da resistência, evidenciando a influência do parâmetro geométrico no comportamento elétrico dos materiais.

**Atividade 4** – Oriente os alunos a variar os valores da área da seção transversal (A) do fio na simulação, observando as alterações correspondentes na resistência elétrica (R). Esta atividade tem como objetivo permitir a análise da relação inversamente proporcional entre a resistência e a área da seção transversal. Mantendo-se constantes a resistividade ( $\rho$ ) e o comprimento (L), os estudantes constatarão que o aumento da área do condutor reduz a resistência (Quadro 6), enquanto a diminuição da área resulta em um aumento da resistência (Quadro 7), evidenciando a influência dos parâmetros geométricos na condutividade elétrica dos materiais.

**Quadro 6** - Relação entre o aumento da área da seção transversal (A) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Aumentar os valores da área (A)	Anotar valores (R)

**Quadro 7** - Relação entre a diminuição da área da seção transversal (A) e sua consequência na resistência elétrica (R).

Diminuir os valores da área (A)	Anotar valores (R)

Conclusão:

A área da secção transversal do fio e a resistência elétrica são inversamente proporcionais"

Explicar aos alunos que a resistência R do resistor é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área da secção, como por exemplo, a resistência de um chuveiro (Figura 10).

**Figura 10** - Resistência de um chuveiro elétrico.



**Fonte.** <https://www.google.com/search?q=resistencia> acesso em 14/10/2023

### Aula 2 – Lei de Ohm

Objetivo: Explicar por meio de experimentação prática e simulações virtuais, a relação matemática e conceitual estabelecida pela Primeira Lei de Ohm, reconhecendo a proporcionalidade direta entre a corrente elétrica e a tensão aplicada em um condutor ôhmico, bem como identificar a influência da resistência elétrica nas características do circuito.

**Atividade 1** - Para o desenvolvimento da aula será necessário o laboratório de informática da escola.

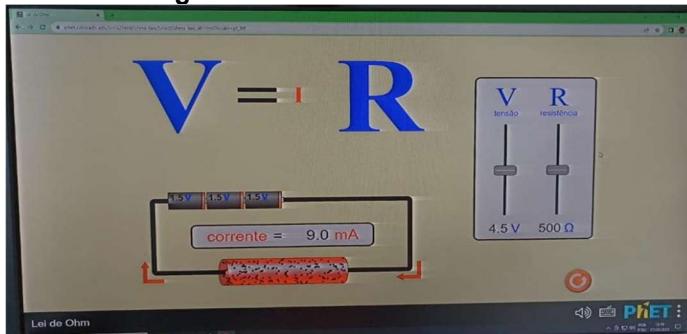
O professor deverá orientar os alunos a acessar o site do PhET Colorado por meio de uma pesquisa no Google com o termo “PhET Colorado” ou, diretamente pelo

link: [https://PhET.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subject](https://PhET.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subject), navegar até a seção de Física e localizar a simulação interativa relacionada à resistência elétrica. Com a simulação devidamente acessada foi realizado a Atividade 2.

### Atividade 2

**Professor:** O professor deverá realizar uma breve explanação sobre os conceitos fundamentais da Primeira Lei de Ohm, utilizando o ambiente virtual do PhET Colorado como ferramenta didática. Durante a explicação, os alunos poderão observar, manipular e explorar variáveis como tensão, corrente e resistência em um circuito simulado, favorecendo a visualização da relação proporcional entre corrente elétrica e diferença de potencial, conforme estabelecido pela Lei de Ohm (Figura 11).

**Figura 11 – Primeira Lei de Ohm.**



**Fonte:** <[https://PhET.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subject](https://PhET.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subject)>

### Atividade 3

**Professor:** Orientar os alunos a aumentar progressivamente os valores da tensão (V) na simulação e, a cada alteração, anotar os respectivos valores da corrente elétrica (I) exibidos pelo simulador (Quadro 8).

**Quadro 8 - Relação entre aumento da Tensão (V) e sua consequência na Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico.**

Aumentar os valores de (V)	Anotar Valores (I)

Durante a segunda etapa direcione, os alunos a diminuir gradualmente os valores da tensão (V) aplicados no simulador e, a cada ajuste, anotar os valores correspondentes da corrente elétrica (I) (quadro 9)

**Quadro 9** - Relação entre redução da Tensão (V) e sua consequência na Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico.

Diminuir os valores de (V)	Anotar Valores (I)

Conclusão da atividade:

“A tensão e a intensidade da corrente são diretamente proporcionais”.

**Atividade 4** - Na etapa seguinte, direcione os alunos a variar os valores da resistência elétrica (R) no simulador e observar as alterações correspondentes na intensidade da corrente elétrica (I), mantendo constante a tensão aplicada. O objetivo será permitir a análise da relação inversamente proporcional entre resistência e corrente, conforme descrito pela Primeira Lei de Ohm.

Ao aumentar a resistência, os estudantes perceberão a diminuição da corrente (Quadro 10), enquanto a redução da resistência resultará em maior intensidade de corrente (Quadro 11). Essa atividade possibilitará a consolidação do conceito de proporcionalidade inversa entre R e I, além de estimular a interpretação crítica dos efeitos físicos nos circuitos elétricos simples.

**Quadro 10** - Relação entre aumento da Resistência Elétrica (R) e sua consequência na Intensidade da Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico.

Aumentar os valores de (R)	Anotar valores (I)

**Quadro 11** - Relação entre a redução da Resistência Elétrica (R) e sua consequência na Intensidade da Corrente Elétrica (I) em um Condutor Ôhmico.

Diminuir os valores de (R)	Anotar valores (I)

Conclusão da atividade:

"A Resistência elétrica e a intensidade da corrente elétrica são inversamente proporcionais".

### Resumo da Parte 1:

Ao final desta etapa, os alunos devem ser incentivados a relembrar as relações de proporcionalidade fundamentais observadas durante as simulações: a proporcionalidade direta entre tensão ( $V$ ) e intensidade da corrente elétrica ( $I$ ), e a proporcionalidade inversa entre resistência elétrica ( $R$ ) e intensidade da corrente ( $I$ ).

## **Aula 3 - Circuitos em série.**

### Objetivos:

1. Explicar as características de circuitos simples com resistores associados em série.
2. Construir circuitos com resistores em série.
3. Determinar as características da intensidade e a tensão, com a utilização do amperímetro e do voltímetro, respectivamente.

### Desenvolvimento:

Realizar uma revisão dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da intensidade da corrente elétrica e da resistência elétrica.

### **Parte 1 – Circuitos em Série**

#### **Conteúdos Importantes:**

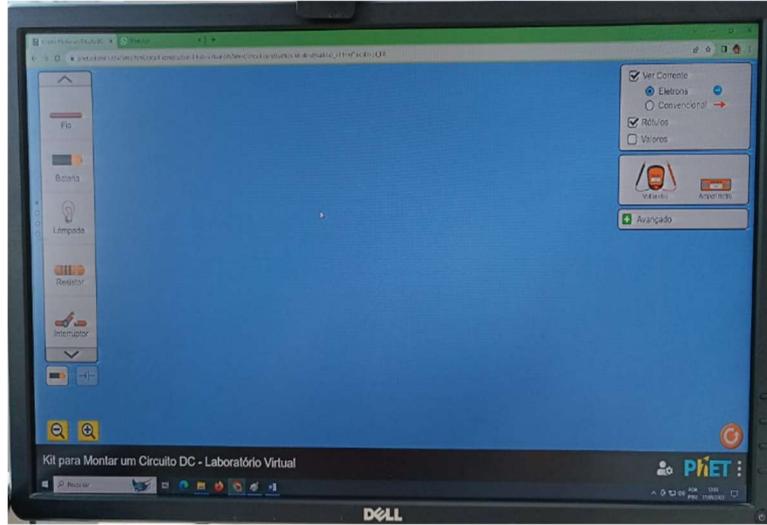
O amperímetro é o instrumento utilizado para medir a intensidade da corrente elétrica e deve ser conectado em série no circuito. Uma característica fundamental do amperímetro é possuir baixa resistência interna, para que sua presença não interfira significativamente no circuito.

O voltímetro é o instrumento usado para medir a diferença de potencial (tensão) entre dois pontos do circuito e deve ser conectado em paralelo. Sua característica principal é a alta resistência interna, o que evita que ele altere o funcionamento do circuito ao realizar a medição.

**Atividade 1** - Explicação teórica sobre como associar resistores em circuitos em série, seguida de orientação para o uso do simulador online. Para acessar o simulador PhET Colorado os alunos deverão entrar o link:  
[https://PhET.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab](https://PhET.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab),

onde poderão montar circuitos virtuais para explorar a associação de resistores em série e realizar medições de corrente e tensão (Figura 12).

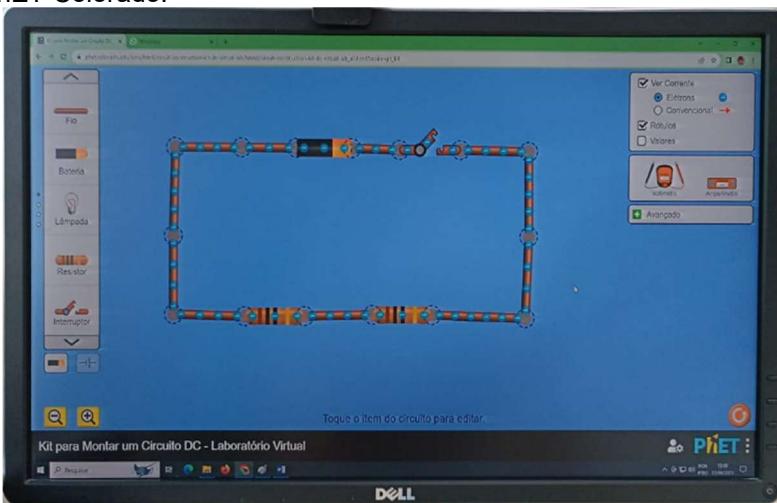
**Figura 12 – Kit DC Virtual.**



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab).

**Atividade 2** - Os alunos devem ser orientados a realizar a montagem de um circuito simples com resistores associados em série, utilizando o simulador virtual do PhET Colorado. Durante a atividade, eles configurarão os resistores em sequência, conectando corretamente o amperímetro em série para medir a intensidade da corrente elétrica e o voltímetro em paralelo para medir a tensão em diferentes pontos do circuito (Figura 13).

**Figura 13 – Montagem de um circuito simples com resistores associados em série, utilizando o simulador virtual do PhET Colorado.**



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab).

**Atividade 3** – Ensine os alunos a utilizar o simulador PhET para visualizar o sentido convencional da corrente elétrica no circuito. Essa atividade tem como objetivo reforçar o conceito clássico do fluxo de corrente, que vai do polo positivo para o polo negativo da fonte.

**Atividade 4** - Mostre a representação do sentido real do fluxo dos elétrons no simulador, que ocorre do polo negativo para o polo positivo da fonte. Essa etapa é fundamental para compreender a distinção entre o sentido convencional e o sentido real da corrente elétrica.

**Atividade 5** - Por fim, os estudantes conectarão múltiplos amperímetros em diferentes pontos do circuito, mantendo a resistência ( $R$ ) constante, para medir a intensidade da corrente  $[I] = [mA]$  em cada trecho (Quadro 12).

**Quadro 12** - Medições da intensidade da corrente elétrica ( $I$ , em mA) realizadas em diferentes pontos do circuito, utilizando vários amperímetros conectados simultaneamente, com a resistência ( $R$ ) mantida constante.

Amperímetros	$I$ (mA)
1	
2	
3	

Essa prática permitirá observar que em circuitos com resistores associados em série:

A intensidade da corrente é a mesma em todos os pontos do circuito.

Os alunos deverão ajustar os valores da resistência no circuito virtual e verificar como essa mudança afeta a corrente elétrica (Quadro 13). Essa atividade visa demonstrar a relação inversa entre resistência e intensidade da corrente, evidenciando que, ao aumentar a resistência, a corrente diminui, conforme previsto pela Lei de Ohm.

**Quadro 13** - Aumentar os valores de resistência ( $R$ ) no simulador e observar as alterações na intensidade da corrente elétrica ( $I$ ).

Valores de ( $R$ )	Amperímetros	$I$ (mA)
	1	
	2	
	3	

Nesta etapa, os alunos devem reduzir gradualmente os valores da resistência no circuito e observar a resposta da corrente elétrica (Quadro 14). O objetivo é evidenciar que, à medida que a resistência diminui, a intensidade da corrente aumenta, reforçando a compreensão da relação inversamente proporcional entre resistência e corrente elétrica conforme os princípios da Lei de Ohm.

**Quadro 14 - Diminuir os valores de resistência (R) no simulador e observar as alterações na intensidade da corrente elétrica (I).**

Valores de (R)	Amperímetros	I (mA)
	1	
	2	
	3	

Conclusão da atividade.

Na ligação em série, a intensidade da corrente elétrica é igual para todos os resistores.

**Atividade 6** - Os alunos devem ser orientados a conectar voltímetros em cada resistor do circuito em série e nos terminais da bateria, utilizando o simulador PhET. O objetivo será observar a diferença de potencial em cada resistor individualmente e compará-la com a tensão total fornecida pela fonte (Quadro 15).

**Quadro 15 - Medições da diferença de potencial (tensão, em volts) em cada resistor e na bateria, realizadas com voltímetros conectados em um circuito em série.**

Voltímetro	Tensão (volts-V)
1	
2	
3	

Os alunos devem aumentar (Quadro 16) e diminuir (Quadro 17) os valores da tensão fornecida pela bateria, mantendo inalterados os valores das resistências do circuito.

**Quadro 16 - Aumento da tensão da bateria, mantendo constante (R), observar os valores da tensão nos resistores.**

Aumentar os valores (V) na bateria	Valores de tensão	
	Resistor 1	Resistor 2

**Quadro 17** – Redução da tensão da bateria, mantendo constante ( $R$ ), observar os valores da tensão nos resistores.

Diminuir os valores (V) na bateria	Valores de tensão	
	Resistor 1	Resistor 2

Conclusão.

A soma da tensão nos resistores é igual com a tensão da bateria.

Lei de conservação e transformação da energia.

A energia nem se cria nem se destrói ela só se transforma de uma forma de energia para outra.

**Atividade 7** - Nesta atividade, os alunos utilizarão a fórmula da resistência equivalente em resistores associados em série, dada por:  $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ . Com base nessa relação, os estudantes devem preencher uma tabela contendo os valores individuais dos resistores utilizados no circuito (Resistor 1, Resistor 2) e calcular a resistência total (resistência equivalente) (Quadro 18).

**Quadro 18** - Valores individuais dos resistores utilizados no circuito e o respectivo cálculo da resistência equivalente, com base na associação em série.

Resistência equivalente	Resistor 1	Resistor 2

**Atividade 8** – Indique aos alunos para aumentar gradualmente os valores da tensão (V) aplicada ao circuito, e observar o aumento correspondente da corrente elétrica (I). Utilizando o simulador PhET, será possível verificar que, a partir de certo ponto, a corrente excessiva pode provocar a queima dos resistores, simulando uma situação real de sobrecarga elétrica. Diante desse cenário, discuta a função do fusível (Figura 14) como um dispositivo de proteção: ao detectar uma corrente acima do limite seguro, ele interrompe o circuito automaticamente, evitando danos aos componentes

e riscos maiores à instalação elétrica.

**Figura 14 - Fusível.**



**Fonte:** <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/fusiveis.htm>

**Resumo da aula 2.** Definição da resistência elétrica e a proporcionalidade entre a resistência e a resistividade, o comprimento e a área da secção transversal do condutor.

### **Parte 2 – Aplicação dos Conceitos de Circuitos em Série**

**Objetivo:** Aprofundar a compreensão das características dos circuitos com resistores em série.

**Atividade 1 – Aplicar o questionário do Apêndice A.**

### **Aula 4 – Circuitos em Paralelo**

**Objetivo:** Montar um circuito com resistores associados em paralelo, compreendendo suas características principais.

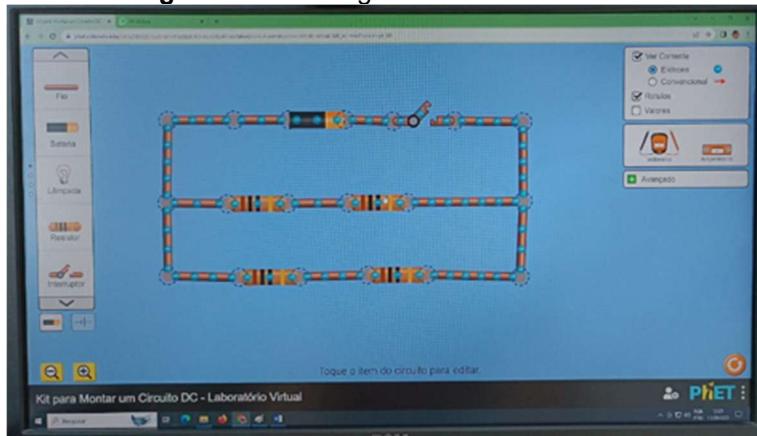
**Desenvolvimento:** Antes de iniciar as atividades, deve ser revisado os conhecimentos prévios sobre intensidade da corrente elétrica, resistência elétrica e circuitos em série.

**Atividade 1** - O professor explicará como realizar a associação dos resistores em paralelo, destacando as diferenças fundamentais em relação aos circuitos em série.

**Atividade 2** - Orientar aos alunos o acesso ao simulador PhET Colorado, utilizando o link: <https://PhET.colorado.edu/sims/html/circuit->, para explorar virtualmente os circuitos elétricos.

**Atividade 3** - Os estudantes devem montar circuitos semelhantes ao demonstrado, aplicando os conceitos aprendidos e utilizando o simulador para observar o comportamento da corrente e da resistência nos circuitos em paralelo (Figura 15).

**Figura 15 – Montagem de um circuito DC.**



Fonte: <https://PhET.colorado.edu/sims/html/circuit->

**Atividade 4** - Os alunos serão orientados a identificar os nós no circuito, entendendo que um nó corresponde à junção entre dois ou mais condutores ou fios, onde as correntes podem se dividir ou se somar.

**Atividade 5** - Solicitar que os estudantes conectem três amperímetros, um em cada condutor ligado ao nó identificado, para medir as intensidades da corrente em diferentes ramificações do circuito.

**Atividade 6** - Com base nas medições realizadas, os alunos determinarão os valores das intensidades das correntes que entram e saem do nó, verificando experimentalmente a aplicação da Lei dos Nós de Kirchhoff, que estabelece a conservação da corrente elétrica em um ponto de junção (Quadro 19).

**Quadro 19 – Anotação das medições de intensidade das correntes que entram e saem do nó.**

Valor de I entrando (v)	Valor de I saindo (mA)	Valor de I saindo (mA)

Conclusão.

A soma das intensidades que entram em um nó é igual ao valor das intensidades que saem.

**Atividade 7** - Os alunos devem utilizar o voltímetro virtual do simulador para medir a tensão elétrica nos resistores conectados em paralelo (Quadro 20). A atividade tem como objetivo observar que, em uma associação paralela, todos os resistores apresentam a mesma diferença de potencial elétrico (tensão),

independentemente do valor da resistência, reforçando uma das principais características desse tipo de circuito.

**Quadro 20** - Valores de diferença de potencial (em volts) obtidos nos resistores conectados em paralelo, utilizando o simulador PhET.

Medição	Tensão (v)	R <sub>1</sub> (Ω)	R <sub>2</sub> (Ω)
01			
02			
03			

Conclusão.

A tensão nos resistores associados em paralelo é igual que a tensão da bateria

**Atividade 8** - Determinar a resistência equivalente e resistores associados em paralelo. Utilizando o simulador PhET, os discentes testarão diferentes combinações de resistores e aplicarão as fórmulas adequadas de acordo com a configuração:

Para vários resistores com diferentes valores:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Para dois resistores:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Para resistores de mesmo valor:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

A atividade permite aos estudantes compreender como a resistência equivalente em um circuito paralelo é sempre menor do que a menor resistência individual do sistema, reforçando a importância do cálculo correto para o dimensionamento de circuitos elétricos.

**Atividade 9** - Com o auxílio do simulador PhET, os estudantes devem montar circuitos com resistores em paralelo, configurando diferentes valores de resistência

(Quadro 21). A partir das medições obtidas no simulador, os alunos utilizarão os dados para calcular a resistência equivalente do circuito, aplicando as fórmulas apropriadas. A atividade possibilitará a comparação entre os valores teóricos e os apresentados pela simulação, reforçando a relação entre prática e teoria no estudo dos circuitos elétricos.

**Quadro 21** - Valores de resistência individual e resistência equivalente obtidos por meio da simulação no PhET.

Medição	$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$	$R_{\text{equiv.}} (\Omega)$
01			
02			
03			

**Atividade 10** - Nesta atividade, os alunos utilizarão o simulador PhET para montar um circuito com duas resistências associadas em paralelo. Com base nos valores fornecidos pela simulação (Quadro 22).

**Quadro 22** - Valores de resistência associadas em paralelo e resistência equivalente obtidos por meio da simulação no PhET.

Medição	$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$	$R_{\text{equivalente}} (\Omega)$
01			
02			
03			

**Atividade 11** - Determinar a resistência equivalente para um circuito em paralelo sendo que todas as resistências têm o mesmo valor (Utilizar os dados do PhET) (Quadro 23).

**Quadro 23** - Valores de resistência equivalente para um circuito paralelo com resistência de mesmo valor, obtidos por meio da simulação no PhET.

Medição	$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$	$R_{\text{equivalente}} (\Omega)$
01			
02			
03			

Conclusão da atividade.

Vários resistores podem ser substituídos por um resistor equivalente

**Atividade 12 –** Associar lâmpadas. Observar.

Nesta atividade, os alunos devem utilizar o simulador PhET para associar lâmpadas em um circuito elétrico, observando seu comportamento em diferentes configurações. Propondo um exemplo prático, comum na iluminação residencial, no qual as lâmpadas estão ligadas em paralelo, garantindo que cada uma receba a mesma tensão, e todas estão em série com a chave interruptora, permitindo o controle simultâneo do circuito. A atividade possibilitará visualizar a aplicação prática das associações mistas de componentes em circuitos elétricos do cotidiano.

**Aula 5 – Transformações de energia. Aplicações.**

**Objetivo:** Aprofundar a compreensão das características dos circuitos com resistores em paralelo.

**Desenvolvimento:** Aula dos conhecimentos prévios sobre intensidade da corrente elétrica, resistência elétrica e circuitos em série, estabelecendo a base para a análise comparativa com os circuitos em paralelo. Em seguida, os alunos devem realizar atividades individuais, utilizando o simulador PhET para aplicar os conceitos teóricos acompanhados pelo professor.

**Atividade 1 - Questionário. (APÊNDICE B)****Parte 2 - Transformações de energia. Aplicações.**

**Objetivo:** Induzir os alunos para comparar os circuitos estudados com o que eles podem observar no dia a dia.

**Conhecimentos prévios:** Intensidade da corrente elétrica. Lei de Ohm. Resistência elétrica.

**Atividades:** os alunos serão conduzidos a compreender as transformações de energia presentes em circuitos elétricos simples. Inicialmente, deverá ser incluída uma lâmpada no circuito para que os estudantes possam analisar seu funcionamento, compreendendo como a energia elétrica é transformada em energia luminosa. Em seguida, deve ser inserido um fusível no circuito, com uma explicação detalhada sobre sua importância como dispositivo de proteção, prevenindo danos causados por correntes excessivas.

Posteriormente, deverá ser explorado outros exemplos significativos de transformação de energia em dispositivos comuns. Um deles é o aquecedor elétrico,