

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

JOÃO DE DEUS CARVALHO FRAZÃO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO SIMULAÇÕES COM A PLATAFORMA
PHET PARA A APRENDIZAGEM DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES NO
ENSINO MÉDIO**

TERESINA

2022

JOÃO DE DEUS CARVALHO FRAZÃO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO SIMULAÇÕES COM A PLATAFORMA
PHET PARA A APRENDIZAGEM DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES NO
ENSINO MÉDIO**

Este Produto Educacional compõe o trabalho da Dissertação de Mestrado submetida à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Edina Marina de Sousa Luz

**TERESINA
2022**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	04
2 PÚBLICO ALVO	05
3 OBJETIVOS	06
3.1 Objetivo geral.....	06
3.2 Objetivos específicos.....	06
4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	07
4.1 Considerações sobre o Circuito Elétrico	08
4.1.1 Corrente elétrica	08
4.1.2 Tensão elétrica.....	09
4.1.3 Resistores elétricos	10
4.1.4 A primeira Lei de Ohm.....	12
4.1.5 Associação de Resistores em série	13
4.1.6 Associação de Resistores em paralelo	14
4.1.7 Associação de Resistores mista	15
4.1.8 Instrumentos de medidas em um circuito elétrico	17
4.1.8.1 Amperímetro (Alicate amperímetro).....	17
4.1.8.2 Voltímetro.....	17
4.1.8.3 Ohmímetro.....	19
4.1.8.4 Multímetro	19
4.2 Simulação	20
4.3 Desenvolvimento metodológico	21
4.3.1 Primeiro momento	22
4.3.2 Segundo momento	22
4.3.3 Terceiro e quarto momento.....	22
4.3.4 Quinto momento	22
5 EXPERIMENTOS SIMULADOS	24
5.1 Simulação 1	24
5.1.1 Procedimento Experimental	24
5.1.2 Questionamentos sobre o experimento.....	25
5.2 Simulação 2	26
5.2.1 Procedimento Experimental	26
5.2.2 Questionamentos sobre o experimento.....	26
5.3 Simulação 3	27
5.3.1 Procedimento Experimental	27
5.3.2 Questionamentos sobre o experimento.....	28

5.4 Simulação 4	29
5.4.1 Procedimento Experimental	29
5.4.2 Questionamentos sobre o experimento.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O produto educacional do presente trabalho, designado “Sequência Didática envolvendo experimentos simples como material potencialmente significativo para a aprendizagem de circuitos elétricos no ensino médio”, tem como finalidade apresentar orientações a professores da educação básica, visando auxiliar na aprendizagem do conteúdo de circuitos elétricos.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo investigar como ocorre o desenvolvimento da aprendizagem dos conteúdos de Física na Educação Básica. Nesse pressuposto, será desenvolvida uma sequência didática com matérias de baixo custo para tratar, especificamente, sobre o conteúdo de circuitos elétricos de corrente contínua com alunos do Ensino Médio (3º ano).

A partir desse pressuposto, para que os alunos possam entender esse assunto é necessário apresentar o conteúdo de forma interativa e experimental, considerando as concepções dos aprendizes, no intuito de despertar o interesse e a curiosidade possibilitando uma aprendizagem significativa dos conceitos de tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, associação de resistores.

Nesse intuito, o produto educacional em questão ajudará a minimizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos acerca do conteúdo e também funcionará como uma alternativa para o trabalho do docente de física, possibilitando um melhor rendimento nas aulas. Pois, colocaremos o aluno como construtor de uma aprendizagem significativa.

Ao final desse processo espera-se que os alunos compreendam a importância do estudo de circuitos elétricos, sendo verificável que corresponde a uma necessidade de aprender não apenas os conceitos teóricos, mas também entender como ocorre a aplicabilidade do assunto em situações cotidianas.

Ao que se refere ao docente, o produto educacional neste trabalho, propõem-se auxiliar no trabalho do professor de física que deseja promover uma nova experiência para os educandos, afim de que estes compreendam a física com um novo olhar, tornado por sua vez as aulas mais motivadoras e dinâmicas.

2 PÚBLICO ALVO

O produto educacional do presente trabalho, designado “Sequência Didática envolvendo experimentos simples como material potencialmente significativo para a aprendizagem de circuitos elétricos no ensino médio”, tem como finalidade apresentar orientações a professores da educação básica, visando auxiliar na aprendizagem do conteúdo de circuitos elétricos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Aplicar um ambiente virtual simulado via PhET, Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual, na abordagem dos conteúdos voltados a associação de resistores de um circuito elétrico no intuito de melhorar a qualidade da aprendizagem da Física no ensino médio.

3.2 Objetivos específicos

- I. Identificar as dificuldades dos alunos na realização de experimentos simulados e sua articulação com o conteúdo relacionado a associação de resistores de um circuito elétrico;
- II. Possibilitar e orientar os Professores de Física do Ensino Médio, através de uma Sequência Didática, a empregarem experimentos simulados na resolução de situações-problema sobre circuitos elétricos de corrente contínua (DC);
- III. Verificar o desenvolvimento cognitivo dos alunos sobre o Circuito Elétrico de corrente contínua e os significados produzidos sobre a proposta da Sequência Didática.

4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse produto educacional, vamos explicar como desenvolver simulações através do site PhET, seguindo várias atividades de uma sequência didática orientada por experimentos simples, para que os professores possam usar em suas aulas, onde os mesmos poderão fazer alterações de acordo com a realidade escolar ao qual os seus alunos estarão inseridos.

Visto que, segundo Zabala (1998), uma sequência didática (SD) pode ser compreendida como um conjunto de atividades que são planejadas seguindo uma estrutura ordenada em um sistema articulado que formam as unidades didáticas para a realização de determinados objetivos educacionais, no qual o professor pretende alcançar com seus alunos, delimitando um início, um meio e um fim para todas as atividades propostas. Assim, o professor organizará várias atividades sistematicamente, apresentando inicialmente um teste diagnóstico para avaliar as habilidades de seus alunos, verificado os seus conhecimentos prévios adquiridas, ajustando as demais atividades e os exercícios previstos na SD quando foram necessárias.

Em relação a utilização da SD, o autor CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO (2018, p. 860) discorre o seguinte,

compreendidas como planejamentos de ensino elaborados por etapas, que abordam temáticas que contemplam conteúdos de diversas disciplinas, considerando os aspectos pedagógicos relativos ao ensino e aprendizagem pode ser uma maneira de minimizar a fragmentação do conteúdo.

A sequência didática foi planejada em 5 momentos, etapa por etapa, indo de acordo com os objetivos que desejamos alcançar, envolvendo atividades propostas sobre a associação de resistores em um circuito elétrico, bem como, a importância do uso do PhET no ensino de Física, através de simulações computacionais. Onde essas simulações são definidas como ambientes interativos e animados muito semelhantes aos jogos virtuais, no qual os alunos aprendem por meio de uma exploração examinando e executando todas as atividades no próprio *software* (MCKAGAN *et al*, 2008).

Tendo em vista que em no nosso dia a dia presenciamos a importância da corrente elétrica no desenvolvimento de aparelhos eletrônicos e, do uso da eletricidade em nossas residências, que é a representação de um circuito elétrico. É importante dispor para

aprendizagem dos alunos que existe uma variedade de circuitos elétricos, dos mais simples aos mais complexos.

Para que os alunos possam entender as aplicações dos circuitos elétricos é necessário apresentar o conteúdo de forma interativa e experimental, através de um ambiente virtual e simulado, considerando as concepções dos mesmos, no intuito de despertar o interesse e a curiosidade deles sobre o assunto proposto, possibilitando uma aprendizagem significativa desses conceitos.

4.1 Considerações sobre o Circuito Elétrico

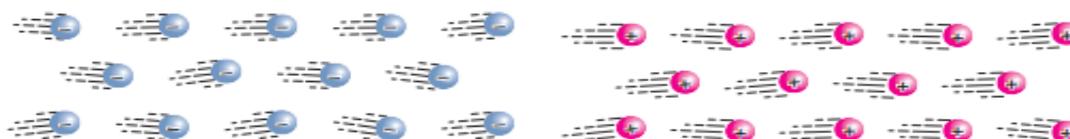
Nessa seção, apresentaremos definições e conceitos sobre os elementos que constituem um circuito elétrico. Diante disso, faremos algumas considerações a respeito da corrente elétrica, resistores, lei de Ohm, associação de resistores, os fundamentos de um circuito elétrico e instrumentos utilizados para a medição em circuitos elétricos, mostrando a importância da corrente elétrica no desenvolvimento tecnológico e no nosso cotidiano.

4.1.1 Corrente elétrica

A eletrodinâmica é a área da Física que trata do estudo das cargas elétricas em movimento, ou seja, as correntes elétricas, seus efeitos e suas causas. As correntes elétricas tem uma importância significativa no mundo moderno, ela está presente em automóveis, aparelhos eletrônicos, instalações elétricas e etc. O fluxo de cargas elétricas através de condutores, gases e soluções eletrolíticas constitui uma corrente elétrica, ou seja, corrente elétrica é o movimento ordenado de portadores de cargas elétricas com direção e sentido preferencial.

Na figura 1, temos uma ilustração de corrente elétrica, o movimento de elétrons ou íons negativos e íons positivos.

Figura 1: Movimento de elétrons ou íons negativos e íons positivos.



Fonte: BISCUOLA; VILLAS BÔAS; DOCA, 2016, p. 93.

A intensidade de corrente elétrica (i) é definida, pela razão entre a quantidade de carga elétrica resultante que atravessa a área da seção transversal de condutor pelo intervalo de tempo que isso ocorre.

$$i_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \text{ (definição de corrente elétrica)} \quad (1)$$

Onde:

ΔQ é a carga elétrica resultante que atravessa a seção do condutor;

Δt é o intervalo de tempo;

i é a intensidade média de corrente elétrica.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de corrente elétrica é o coulomb por segundo, denominado de ampère (A):

$$1 \text{ coulomb por segundo} = 1 \text{ C/s} = 1 \text{ ampère} = 1 \text{ A.}$$

4.1.2 Tensão elétrica

A Tensão elétrica, também chamada diferença de potencial (ddp), é uma grandeza física que mede a voltagem de um circuito entre dois pontos. Isto é, a tensão é a tendência necessária para movimentar uma carga elétrica de um ponto A para um ponto B.

O potencial de um determinado ponto que pertence a um campo elétrico é encontrado dividindo o trabalho pelo valor da carga. Vale ressaltar, que esse valor é sempre medido em relação a um ponto de referência. A diferença de potencial (tensão) pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$U = V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q} \text{ (definição de tensão elétrica)} \quad (2)$$

Sendo,

U: a diferença de potencial (V);

V_A : o potencial no ponto A (V);

V_B : o potencial no ponto B (V);

T_{AB} : o trabalho da força elétrica para deslocar uma carga de um ponto A para um ponto B (J);

q: carga elétrica (C).

Sua unidade de medida no SI é o Volt (V), em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). Sendo equivalente ao potencial de transmissão de energia (medido em Joules) dividido pela carga elétrica (medida em Coulombs) entre dois pontos distintos

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$$

Isso quer dizer que 1 J de trabalho será realizado para que uma carga elétrica de 1 C se desloque entre os seus terminais através de uma diferença de potencial de 1 V.

4.1.3 Resistores elétricos

Os resistores são dispositivos elétricos que compõem circuitos elétricos diversos, usados para controlar a passagem de corrente elétrica em circuitos elétricos, convertendo energia elétrica em energia térmica (Efeito Joule). Além disso, a presença dele possibilita a alteração da ddp, ou seja, ele é responsável pela redução ou queda do potencial elétrico.

Podemos calcular a resistência desses dispositivos através da Equação adiante:

$$R = \frac{U}{i} \text{ ou } U = Ri \text{ (definição da resistência)} \quad (4)$$

Essa expressão é conhecida como lei de Ohm, onde:

U é a tensão, ou a diferença de potencial (ddp);

R é a resistência elétrica do circuito;

i é a intensidade média de corrente elétrica.

Os resistores que obedecem a primeira lei de ohm ($R=U/I$) lei são chamados de ôhmicos ou lineares. Onde a intensidade (i) da corrente elétrica é diretamente proporcional a sua diferença de potencial (ddp).

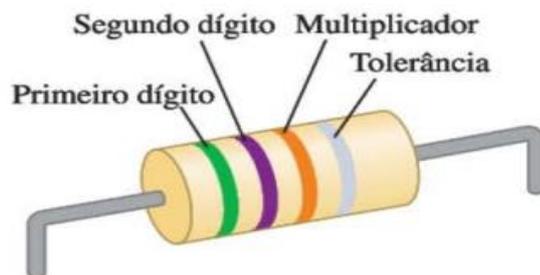
No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida da resistência elétrica é chamada de ohm, homenagem ao físico George Simon Ohm, cujo símbolo é ômega (Ω), que pode ser entendido como a relação entre a tensão de um volt e uma corrente de um ampère.

$$1 \text{ ohm} = 1 \Omega = 1 \text{ volt por 1 ampère} = 1 \text{ V/A.}$$

Isto é, uma resistência elétrica de 1 ohm, provocará uma queda de tensão de 1 volt a cada 1 ampère que passar pelo circuito. Nesse sentido, quando a resistência aumenta para uma tensão fixa, a corrente diminui, mas se a resistência diminui, a corrente aumenta.

Os resistores são elementos de circuito que consomem energia elétrica, eles geralmente são cilindros com dimensões de alguns milímetros de diâmetro e de comprimento, e possuem fios que saem de suas extremidades. Os resistores podem ser encontrados em diversos objetos de nosso pessoal, como no chuveiro elétrico, nas lâmpadas e outros. Sua resistência, normalmente, pode ser marcada sobre os resistores através de um código de cores (com três ou quatro faixas coloridas) próximo de uma das extremidades, como podemos notar na Figura 3.

Figura 3. Resistor com uma resistência de 5,7 k Ω e precisão (tolerância) de $\pm 10\%$.



Fonte: YOUNG; FREEDMAN, 2015, p. 154.

A Figura 3 ilustra a combinação de cores verde-violeta-vermelho que possui uma resistência igual a $57 \times 10^2 \Omega$ ou 5,7 k Ω . Para mais detalhes sobre a composição sobre os códigos de cores para resistores, a Tabela 1 adiante, destaca as informações sobre as faixas de cores presentes em um resistor.

Tabela 3. Código de cores para resistores

Cor	Número	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	1^1	
Marrom	1	10^1	
Vermelho	2	10^2	
Laranja	3	10^3	
Amarelo	4	10^4	
Verde	5	10^5	
Azul	6	10^6	
Violeta	7	10^7	
Cinza	8	10^8	
Branco	9	10^9	
Ouro		10^{-1}	5%
Prata		10^{-2}	10%
Sem cor			20%

Fonte: SERWAY; JEWETT JR, 2014.

A Tabela 3, ilustra a função das cores presentes em um resistor, que é determinar o valor da resistência de um resistor sem a necessidade de utilizar aparelhos de medição. Analisando tanto a Tabela 1 quanto a Figura 3, notamos que as duas primeiras faixas (começando com a faixa mais próxima de uma das extremidades) indicam o primeiro e o segundo dígito, já a terceira faixa mostra o fator de multiplicação em potência de 10, por fim a quarta faixa, quando existe, indica o valor da precisão ou tolerância do resistor.

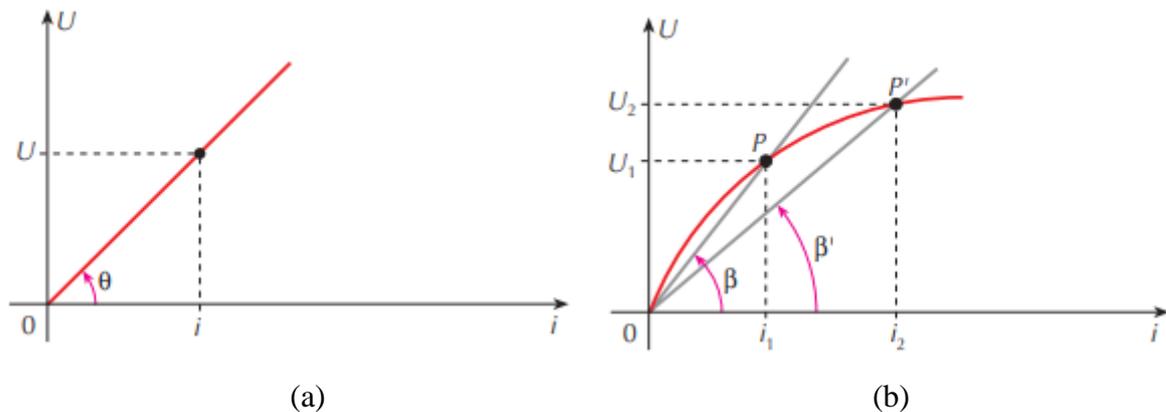
4.1.4 A primeira Lei de Ohm

A Equação (4) é chamada de primeira lei de Ohm, mas o verdadeiro significado dessa lei consiste na indicação de uma proporcionalidade direta (para alguns materiais) de U (tensão) com i (corrente). Visto que essa equação define apenas a resistência (R) para qualquer condutor que obedeça ou não à lei de Ohm, fornecendo uma relação importante entre a tensão, a corrente e a resistência.

As leis de Ohm são consideradas fundamentais para a eletricidade, mas diferente das demais leis Físicas, ela não é uma lei fundamental da natureza, apenas um comportamento válido, sob certas condições, determinando a relação entre a corrente elétrica em um condutor sendo a mesma diretamente proporcional à diferença de potencial (tensão ou ddp) ao qual o mesmo está sendo aplicada.

Para um resistor que obedece à primeira Lei de Ohm, possuem uma resistência (R) constante sob uma ampla faixa de tensões, sendo chamados de ôhmicos e os que não obedecem são chamados de não-ôhmico. Seu gráfico relaciona a diferença de potencial (U) entre os terminais de um resistor com a intensidade de corrente (i) possui relações lineares, ou seja, é um segmento de uma reta, como o representado na Figura 3a. Para resistores que não obedecem à lei de Ohm, a curva característica passa pela origem, mas não é uma reta (figura 3b). Esses resistores não ôhmicos são denominados condutores não lineares. adiante.

Figura 3: Curva característica de um resistor ôhmico (a). Curva característica de um resistor não ôhmico (b).

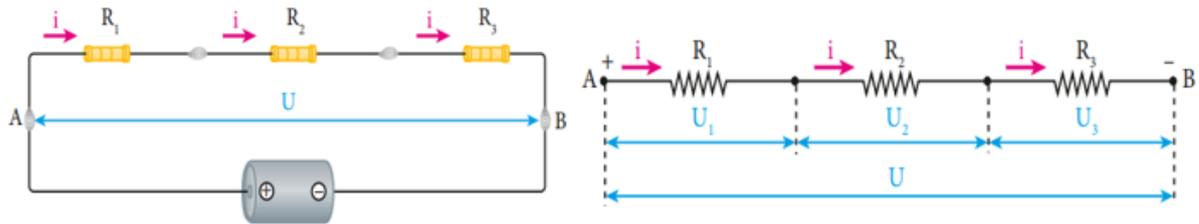


Fonte: RAMALHO JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009, p. 135.

4.1.5 Associação de Resistores em série

A associação de resistores é bastante comum em circuitos elétricos, essa associação é feita quando queremos alcançar uma resistência em que somente um resistor não é suficiente para alcançá-la, apresentando três tipos específicos de associação: em série, em paralelo e mista (combinação de resistores em série e em paralelo). Quando dois ou mais resistores são conectados juntos dizemos que estão associados em série. Como mostrado na Figura 5, adiante, apresentado três resistências ligadas em série a uma fonte ideal de força eletromotriz.

Figura 4: Associação de Resistores (R_1 , R_2 e R_3) em série.



Fonte: BISCUOLA; VILLAS BÔAS; DOCA, 2016, p. 114.

Em uma associação em série de resistores, como indicado na Figura 4, temos um resistor equivalente é igual à soma de todos os resistores que compõem essa associação. Para calcularmos a resistência equivalente usamos a seguinte equação:

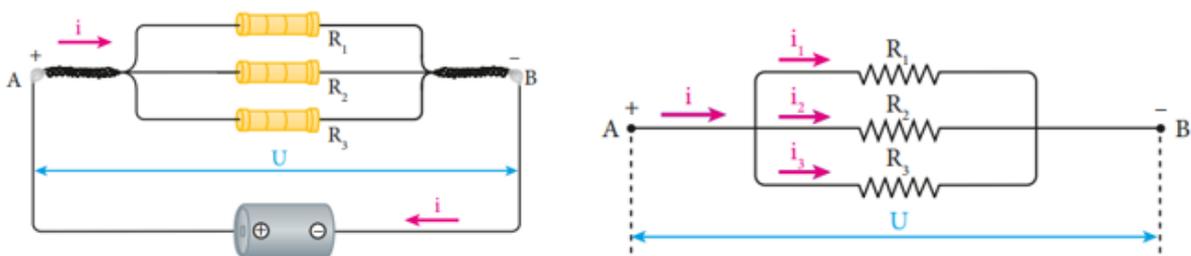
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (5)$$

Observe que a R_{eq} (resistência equivalente) desse tipo de sempre será maior que qualquer uma das resistências individuais.

4.1.6 Associação de Resistores em paralelo

Quando dois mais resistores estão associados em paralelo, eles estarão interligados de tal maneira que fiquem todos submetidos à mesma a tensão (U), onde a soma das correntes que atravessam esses resistores é igual à resistência do resistor equivalente (R_{eq}).

Figura 5: Associação de Resistores (R_1 , R_2 e R_3) em paralelo.



Fonte: BISCUOLA; VILLAS BÔAS; DOCA, 2016, p. 115.

Nesse tipo de associação, como indicado na Figura 4, temos um resistor equivalente que podemos encontrar através da seguinte equação:

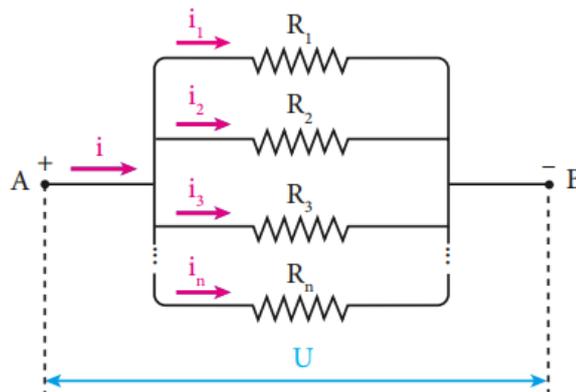
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \quad (6)$$

Observe que a R_{eq} (resistência equivalente) desse tipo de sempre será maior que sempre será menor que o resistor de menor resistência da associação. Visto que, que o inverso da resistência equivalente é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores associados em paralelo.

4.1.7 Associação de Resistores mista

A associação mista acontece quando um mesmo circuito ligações de resistores em série e resistores em paralelo, conforme mostrado na Figura 6 a seguir:

Figura 6: Associação de Resistores (R_1 , R_2 , R_3 e R_n) mista.



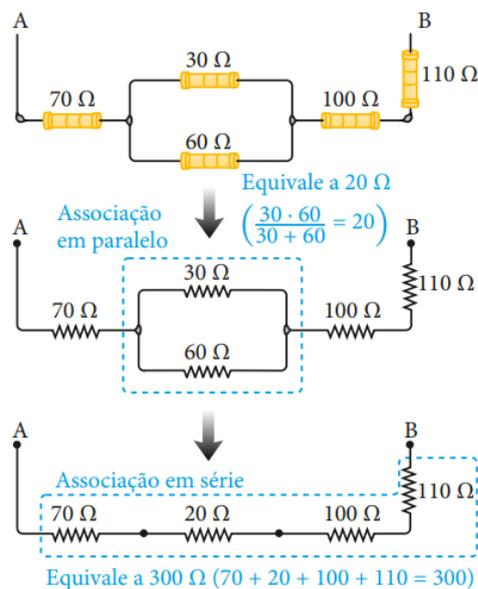
Fonte: BISCUOLA; VILLAS BÔAS; DOCA, 2016, p. 116.

Para calcular a resistência total de um circuito, deve-se primeiro calcular a resistência equivalente dos resistores em paralelo, como mostrado na figura 7 a seguir, em posse desse resultado, iremos considerá-lo como se essa nova resistência fosse de um resistor em série com os demais.

Quando temos apenas dois resistores associados em paralelo, podemos rescrever a equação (6) da seguinte maneira:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{\text{produto das resistências}}{\text{soma das resistências}} \right) \quad (7)$$

Figura 7: Exemplo do cálculo da resistência equivalente de uma Associação de Resistores mista.



Fonte: BISCUOLA; VILLAS BÔAS; DOCA, 2016, p. 116.

Na Figura 7, temos um exemplo de uma associação mista de resistores onde dois resistores em paralelo um com $30\ \Omega$ e outro com $60\ \Omega$, através da equação (7) obtemos um valor a $20\ \Omega$ para a resistência equivalente dessa associação. Em seguida, realizemos o cálculo da resistência equivalente somando todos os resistores em série juntamente com o resultado obtido pela resistência equivalente da associação em paralelo para obtermos o resultado da resistência total desse circuito, que possui uma resistência equivalente total a $300\ \Omega$.

4.1.8 Instrumentos de medidas em um circuito elétrico

Os instrumentos elétricos de medida são equipamentos sobre várias tipos grandezas físicas que estão envolvidas num circuito elétrico, geralmente são utilizados em laboratórios de

ensino. Com os equipamentos apropriados podemos fazer medidas sobre a corrente elétrica, a voltagem e a resistência elétrica de um circuito.

4.1.8.1 Amperímetro (Alicate amperímetro)

Antes de falar sobre esse instrumento, devemos mencionar o galvanômetro que é um instrumento típico para medir correntes de baixa intensidade. Contudo, quando vamos medir correntes de intensidades elevadas, é mais comum utilizarmos um amperímetro, pois um amperímetro sempre mede a corrente que passa através dele, dependendo unicamente do intervalo de medida. Além disso os amperímetros podem ser do tipo analógico ou digital, onde cada um deles possui uma forma diferente de apresentar a corrente ao utilizador.

Em outras palavras os Amperímetros consistem em galvanômetros adaptados a medições de escala maiores que esses instrumentos convencionais. Contudo os amperímetros devem ser colocados conectado em série para realizar medições da intensidade das correntes adequadas, que ocorre da mesma forma que com o galvanômetro. Contudo, vale ressaltar que resistência elétrica do amperímetro desse muito pequena, praticamente zero.

Na figura 8, apresentamos um Alicate Amperímetro com a escala de medição de corrente (AC) entre 60 a 1000 A.

Figura 8: Alicate amperímetro.



Fonte: <https://www.tecnoferramentas.com.br>. Acesso em 21 jun. 2021.

O Alicate amperímetro, apresentado na Figura 8, substitui o multímetro (instrumento que falaremos a seguir) por sua eficiência, além do seu uso ser bem mais simples e seguro do

que esse equipamento. Por falar nisso a grande maioria dos multímetros não possuem a capacidade de realizar medição das intensidades de correntes elétricas muito elevadas, sendo necessário seccionar o circuito para fazer essa medição. Nesse caso em específico torna-se inviável medir corrente elétrica com um multímetro.

4.1.8.2 Voltímetro

Vale ressaltar que o mesmo galvanômetro básico que é utilizado para medir a corrente de um circuito também pode ser usado para medir a voltagem (que é mais conhecida como medida de diferença de potencial) de um circuito elétrico. Contudo, um instrumento destinado a medir voltagens denomina-se voltímetro, no qual esse equipamento sempre mede a diferença de potencial entre dois pontos, onde seus terminais são conectados sobre eles. A Figura 9 apresenta um Voltímetro digital.

Figura 9: Voltímetro.



Fonte: <https://www.globovet.com.br>. Acesso em 21 jun. 2021.

Assim como no caso dos amperímetros, existem também dois tipos de voltímetros os analógicos e os digitais. Vale ressaltar que ambos os instrumentos são muito utilizados nos laboratórios, contudo, o voltímetro digital possibilita uma melhor leitura sobre o valor da voltagem como também a certeza do que está sendo medido.

4.1.8.3 Ohmímetro

Um método alternativo para medir uma resistência consiste em usar um galvanômetro mediante um arranjo chamado ohmímetro. Um ohmímetro é um instrumento eletrônico usado para medir a resistência elétrica de um material ou circuito eletrônico que é conectado em série com um resistor e com uma fonte de tensão (geralmente uma pilha). A Figura 10 apresenta um Megômetro Digital, que consiste em um Ohmímetro capaz de medir resistências elevadas.

Figura 10: Megômetro Digital Faixa 200M-2000MOhm.



Fonte: <https://www.tecnoferramentas.com.br>. Acesso em 21 jun. 2021.

A Figura 10 apresenta um Megômetro Digital que possui uma faixa de 200M-2000MOhm. Através desse aparelho conseguimos medir o valor de uma resistência que varia entre essa escala. Vale ressaltar que um multímetro, outro aparelho que tem capacidade de medir a resistência do resistor, além de medir os valores de voltagem, corrente elétrica e outros. Para realizar essa medida basta conectar as ponteiros do multímetro nos terminais do resistor.

4.1.8.4 Multímetro

O multímetro é o aparelho responsável por realizar a medição de diversas grandezas elétricas e até mesmo as não-elétricas utilizando os seus sensores, um exemplo seria medir a temperatura usando um termopar.

Figura 11: Multímetro Digital.



Fonte: <https://www.amazon.com>. Acesso em 21 jun. 2021.

Destacamos ainda, que os multímetros possuem diversas funções além das tradicionais como medir a voltagem, resistência, corrente de circuitos elétricos, podemos encontrar em um multímetro avançado, opções para medir a frequência, a temperatura, a capacitância e a indutância por exemplo, além de mostrar os gráficos em sua tela digital.

4.2 Simulação

A plataforma PhET (*Physics Educacional Technology*) será utilizada no desenvolvimento da aprendizagem e apropriação dos conceitos sobre a associação de resistores de um circuito elétrico por parte dos alunos, possibilitando a eles a interação entre a teoria e a prática, motivando-os e proporcionando aulas mais dinâmicas. Esse *software* foi desenvolvido pela Universidade do Colorado, sua disponibilização é feita através de um site na internet (https://PhET.colorado.edu/pt_BR) que totalmente gratuito e de fácil acesso, trazendo diversas simulações de alta qualidade para várias áreas de atuação da ciência, que podem ser baixadas gratuitamente por esse site.

Além desse *software* ser de uso gratuito, o mesmo apresenta diversas simulações para os conteúdos de Física que são apresentados cientificamente corretos e ainda não apresentam limitações para o seu uso, podendo as mesmas serem usadas diretamente no site ou instalada no computador. Vale ainda destacar, que todas as simulações presentes no portal no PhET são testadas antes de serem publicadas, através de uma equipe que planeja, desenvolve e avalia o aprofundamento dos conteúdos existentes nas mesmas, verificando se todas as explicações fornecidas estão corretas.

Visto que as simulações possuem diversos tamanhos e formatos. Mesmo que tenham inúmeras maneiras de definir uma simulação na literatura, podemos defini-la como um

ambiente de risco controlado e extremamente realístico, no qual os alunos podem praticar comportamentos e experimentar os impactos de suas decisões.

Nesse caso, podemos decompor a simulação da seguinte maneira

- a) **Realístico:** devido ao fato que as simulações simulam a realidade. Possuindo, alguns elementos de realismo, apesar de que não seja totalmente realista, no entanto é uma das componentes chaves da simulação.
- b) **Risco controlado:** como esse tipo de método é voltado para demonstrações de experimentos virtuais, não há riscos de manuseá-lo.
- c) **Comportamentos de prática:** esse um elemento-chave da simulação é a capacidade de praticar e aplicar o que o aluno aprendeu em um ambiente virtual.

Vale ressaltar que uso da simulação pode substituir ou auxiliar uma determinada prática experimental, principalmente quando há uma complexibilidade no manuseio desses experimentos práticos ou no caso onde os materiais possuem um alto custo no mercado. Como estes simuladores reproduzem virtualmente um experimento que traz em sua concepção um fenômeno real, os mesmos possibilitam que os alunos possam explorar os propostos através do experimento virtual, modificando os parâmetros e variáveis desse modelo, fazendo uma comparação entre as medidas realizados nos experimentos e as noções e concepções acerca do fenômeno físico estudado em sala de aula.

Neste sentido, o simulador PhET possibilita aos professores um maior dinamismo em sala de aula. Visto que os mesmos, podem mesclar as aulas teóricas com as práticas, usando essa metodologia para tornar o aprendizado de seus alunos mais interativa. Além disso, os simuladores reproduzidos por esse *software* (ou site) possuem a capacidade de motivar os alunos fazendo com os mesmos participem das aulas de forma ativa, possibilitando a eles a manipulação e verificação dos resultados de um fenômeno físico, possibilitando a análise de como o mesmo ocorre. Nesse sentido, o uso do Portal PhET como um recurso didático, desperta a curiosidade dos alunos, por ser algo diferente e inovador, levando os mesmo a uma evolução de aprendizagem sobre os conteúdos voltados a associação de resistores de um circuito elétrico.

No entanto, podemos ainda observar os conhecimentos prévios que serão apresentados por alguns alunos sobre esses conteúdos, no qual podemos classificá-los como subsunçores e outros não. Possibilitando aos alunos os questionamentos sobres esses conhecimentos,

possibilitando assim a reestruturação dos mesmos em sua estrutura cognitiva, estabelecendo assim um conhecimento mais aprofundado.

4.3 Desenvolvimento Metodológico

A Sequência Didática será desenvolvida em seis momentos, distribuídos em 12 horas-aulas:

4.3.1 Primeiro Momento

Esse momento será dividido em duas partes, na primeira parte será aplicado um questionário inicial/pré-teste, com o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos assuntos, corrente elétrica, tensão, resistores e associação de resistores e elementos presentes em um circuito elétrico. Na segunda parte do momento será apresentado a plataforma PhET. Esse momento deverá acontecer no máximo em duas aulas, cada uma delas contendo 50 minutos.

4.3.2 Segundo Momento

Este momento será apresentado os conceitos de corrente elétrica e seus efeitos, resistência elétrica, lei de ohm, associação de resistores, além de informar os elementos que constitui um circuito elétrico. Esse momento acontecerá com um total de quatro aulas, sendo que em duas aulas (50 minutos cada uma delas), inicialmente para os conteúdos sobre corrente elétrica, resistência elétrica e lei de ohm. Enquanto, as duas últimas aulas para este momento serão apresentados os conceitos sobre associação de resistores em série, paralelo e mista.

4.3.3 Terceiro e Quarto Momento

Esse momento, será feito inicialmente uma discussão geral de acordo as respostas dadas pelos alunos em relação as questões abordadas no pré-teste e, em seguida propomos aos alunos que façam os experimentos relacionados ao assunto para facilitar a visualização e o entendimento do mesmo. Estes experimentos serão desenvolvidos em quatro aulas, seguindo os roteiros experimentais, descritos na seção 5.

4.3.4 Quinto Momento

Neste último momento será aplicado o questionário final/pós-teste (Apêndice B), os estudantes irão discorrer se ao estudar o conteúdo de maneira mais contextualizada e interativa, com a simulação de experimentos na plataforma Phet, pode produzir uma melhora na aprendizagem. Esse momento terá duração de duas horas aulas.

A referida pesquisa será feita em turmas do 3º ano do ensino médio, em uma instituição pública da rede de educação do Estado do Piauí. Este produto propõe-se a servir de auxílio aos professores de Física do ensino médio, que desejam utilizar-se da sequência didática como forma de auxílio no processo de aprendizagem dos estudantes.

5 EXPERIMENTOS SIMULADOS

5.1 Simulação 1

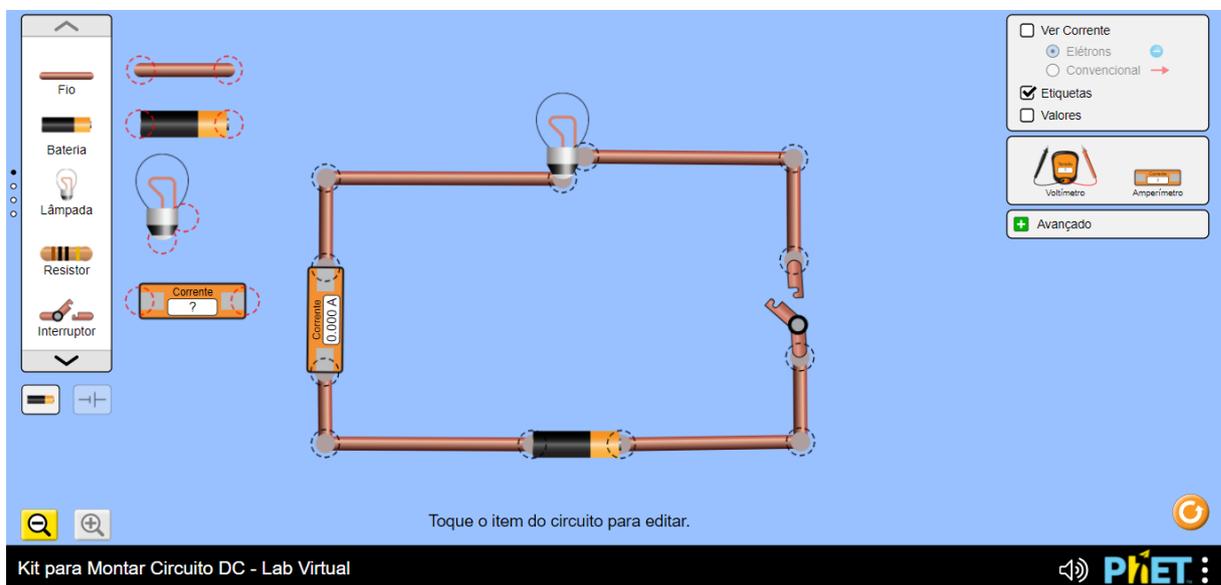
Verificar a relação de proporcionalidade da intensidade da corrente elétrica e a diferença de potencial.

5.1.1 Procedimento Experimental

Acesse a página do simulador PhET ou baixe o simulador em seu computador ou smartphone, em seguida monte a simulação de acordo com a figura a seguir;

Utilize na simulação experimental uma fonte de tensão (bateria), um amperímetro, um resistor (lâmpada) de resistência igual a 10,0 ohm e um interruptor;

Figura 12. Verificar a lei de Ohm ($U = R \cdot i$)



Fonte: Frazão, 2021

5.1.2 Questionamentos sobre o experimento:

1. Mantendo a resistência elétrica da lâmpada constante, você deve variar a tensão elétrica da bateria de 0 V a 40 V (de 10 V em 10 V), anotando na tabela 2 a seguir os valores da intensidade de corrente elétrica lidos no amperímetro.

Tabela 2. Verificação da Lei de Ohm: Razão entre a tensão e corrente

Tensão (V)	Corrente elétrica (A)

Fonte: Frazão, 2021.

a) De acordo com os valores coletados na tabela 1 a corrente elétrica é diretamente proporcional a tensão elétrica? Justifique.

b) Em sua opinião lâmpada é considerada um resistor ôhmico. Caso seja, construa o gráfico da tensão versus corrente para essa resistência.

c) Usando a lei de Ohm, qual é a resistência elétrica dessa lâmpada?

2. O que acontece com o brilho da lâmpada: quando a tensão elétrica aumenta e quando a tensão elétrica diminui?

5.2 Simulação 2

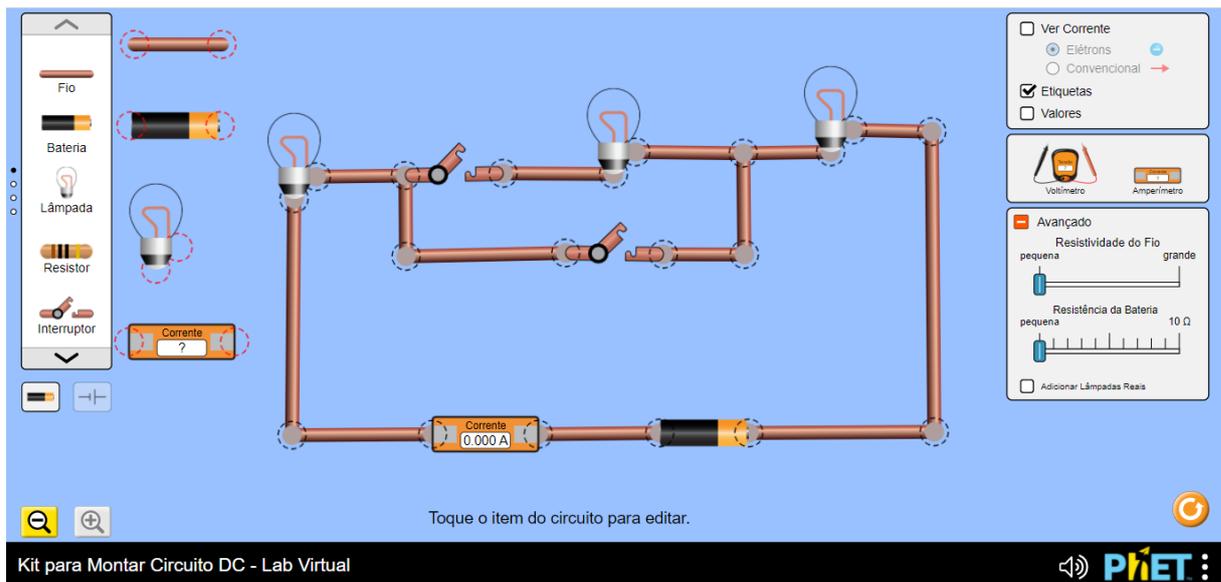
Associação em série de três lâmpadas de resistência elétrica iguais e curto-circuito.

5.2.1 Procedimento Experimental

Acesse a página do simulador PhET ou baixe o simulador em seu computador ou smartphone, em seguida monte a simulação de acordo com a figura a seguir;

Nessa simulação experimental, utilizar fios, fonte de tensão (bateria), um amperímetro, três lâmpadas de resistência elétrica iguais e dois interruptores como proposto na Figura 13.

Figura 13. Associação em série de lâmpadas



Fonte: Frazão, 2021

5.2.2 Questionamentos sobre o experimento:

1. Ao fechar o interruptor que está em cima que une as três lâmpadas, mantendo o interruptor de baixo aberto, verifique se essas lâmpadas:

a) acendem ou continuam apagadas;

b) o brilho nas lâmpadas é igual ou diferente? Justifique.

c) o brilho apresentado em cada lâmpada, entretanto é menor que o normal! Por que isso acontece.

2. Ao fechar os dois interruptores, o que acontece com a lâmpada do meio, e como se chama esse desvio. O brilho nas lâmpadas das extremidades aumenta ou diminui. Explique.

3. Considerando que as três lâmpadas possuem a mesma resistência elétrica e igual a $10,0 \Omega$ e, a diferença de potencial igual a $60,0 \text{ V}$. Qual a intensidade de corrente elétrica nesse circuito?

5.3 Simulação 3

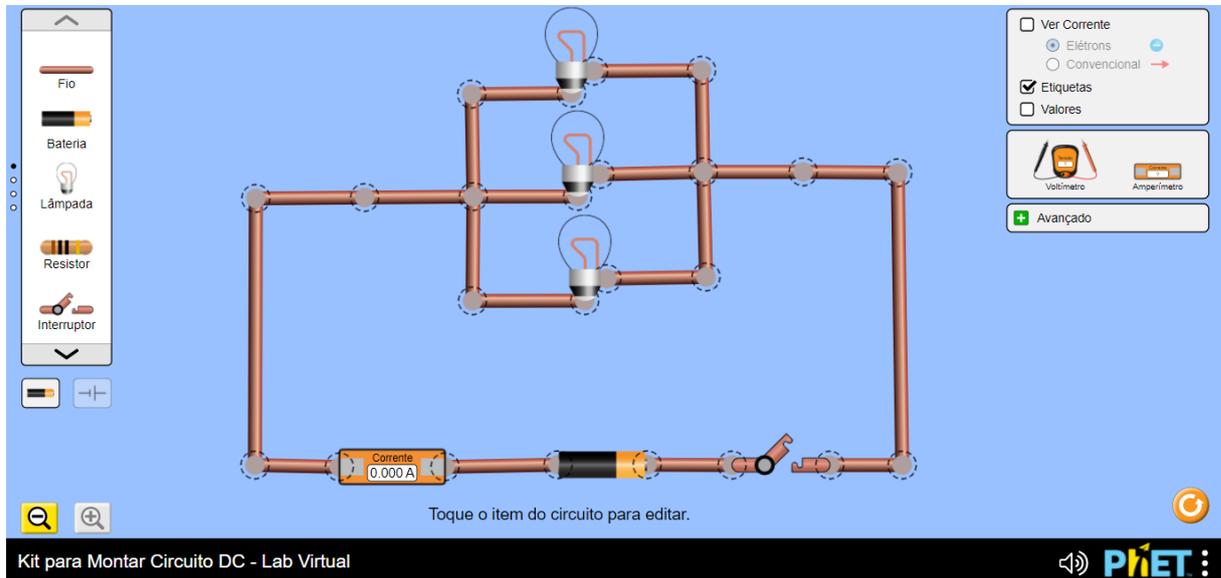
Associação em paralelo de três lâmpadas de resistência elétrica iguais.

5.3.1 Procedimento Experimental

Acesse a página do simulador PhET ou baixe o simulador em seu computador ou smartphone, em seguida monte a simulação de acordo com a figura a seguir;

Nessa simulação experimental, utilizar fios, fonte de tensão (bateria), um amperímetro, três lâmpadas de resistência elétrica iguais e um interruptor como proposto na Figura 14.

Figura 14. Associação em paralelo de lâmpadas



Fonte: Frazão, 2021

5.3.2 Questionamentos sobre o experimento:

1. Ao fechar o interruptor do circuito, descreva o que acontece com as lâmpadas:

a) acendem ou continuam apagadas;

b) o brilho apresentado em cada lâmpada é normal! Explique por que isso acontece.

2. Se as lâmpadas apresentarem a mesma resistência elétrica, a corrente elétrica que passa em cada umas das lâmpadas é igual ou diferente? Justifique.

3. Considerando que as três lâmpadas possuem a mesma resistência elétrica e igual a $10,0 \Omega$ e, a diferença de potencial igual a $60,0 \text{ V}$. Qual a intensidade de corrente elétrica nesse circuito?

4. No circuito elétrico da Figura 14 a ddp na bateria é igual 30,0 V e a resistência elétrica em cada lâmpada é igual a $6,0 \Omega$.

a) Qual a corrente elétrica lida no amperímetro?

b) Determine a corrente elétrica que atravessa cada lâmpada.

c) Qual a corrente elétrica total no circuito? Essa corrente elétrica é a mesma lida no amperímetro.

5.4 Simulação 4

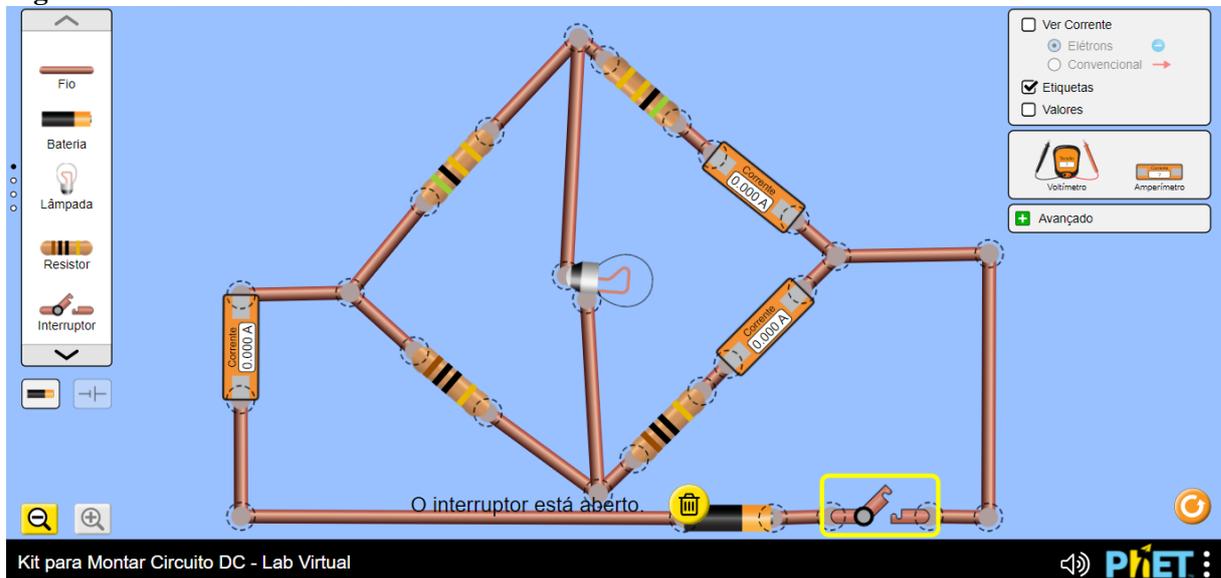
Ponte Wheatstone (Associação mista) de quatro resistores e uma lâmpada, com a finalidade de comprovar se a mesma acende ou não através da alteração de resistência.

5.4.1 Procedimento Experimental

Acesse a página do simulador PhET ou baixe o simulador em seu computador ou smartphone, em seguida monte a simulação de acordo com a figura a seguir;

Nessa simulação experimental, utilizar fios, fonte de tensão (bateria), três amperímetros, quatro resistores, uma lâmpada e um interruptor como proposto na Figura 13.

Figura 15. Ponte de Wheatstone



Fonte: Frazão, 2021

5.4.2 Questionamentos sobre o experimento:

1. Por que a lâmpada não acende quando o interruptor é fechado?

2. Passa corrente elétrica por essa lâmpada? Justifique.

3. Se trocarmos a lâmpada por outra de resistência diferente, ela acenderá? Explique.

4. A associação de quatro resistores representada na figura 15 é denominada ponte de Wheatstone, qual a finalidade dessa associação?

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. V. *et al.* Uma Aplicação do Software Educacional PheT como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade. **Informática na Educação (Online)**, v. 18, p. 145-162, 2015.
- BISCUOLA, G. J.; VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H.. **Física, 3** : eletricidade : física moderna. 3. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
- CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.
- GASPAR, A.. Compreendendo a física. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R.. **The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice**, San Francisco: Wiley, 2013.
- MCKAGAN, S. K. *et al.* Developing and researching phet simulations for teaching quantum mechanics. **American Journal of Physics**. 76, no. 4, 2008: 406-417. Disponível em: <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=10278&DocID=1780> Acesso em: 17 jun. 2021.
- PASSOS, I. N. G. *et al.* Utilização do software PhET no ensino de química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão. **Revista Observatório**, v. 5, p. 335-365, 2019. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/4626/15353>. Acesso em: 27 maio 2021.
- RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES. P. A. de T.. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.
- SERWAY, R. A.; JEWETT JR, J. W.. **Princípios de física**. tradução: Foco traduções. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.. **Física III, Sears e Zemansky**: eletromagnetismo. Tradução Lucas Pilar da Silva e Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- ZABALA, A.. **A prática educativa**: como ensinar. trad. Ernani E. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtM ed, 1998.

APÊNDICE A – Pré-teste: Sondagem dos Alunos do Ensino Médio sobre seus conhecimentos prévios antes da aplicação do Produto Educacional (PE)

Questão 1. Eletrodinâmica é uma área da Física que estuda as correntes elétricas, suas causas e os efeitos. O que você entende por corrente elétrica?

Questão 2. As correntes elétricas tem papel fundamental no mundo contemporâneo, estando presente em diversas situações. Você como estudante acha importante discutir no dia a dia os conceitos de corrente elétrica?

Questão 3. A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial (tensão elétrica). Você conhece algum dispositivo que produz uma diferença de potencial? Cite-os?

Questão 4. Em situações que envolvem o “caminho” por onde se estabelece uma corrente elétrica é denominado circuito elétrico. Marque a alternativa que contém apenas elementos que compõe um circuito elétrico.

- a. () geradores, resistores e capacitores;
- b. () pilhas, lâmpadas e livros;
- c. () geradores, fios e cadernos;
- d) () fios, lâmpadas e dinamômetro.

Questão 5. Na montagem de um circuito elétrico, é comum necessitarmos de um valor de resistência diferente dos valores fornecidos. Outras vezes, a corrente elétrica que vai atravessar o resistor é diferente à que ele pode suportar sem ser danificado. A solução é utilizar uma associação. Cite a diferença entre a associação de resistores (em série, paralelo e mista).

Questão 6. Em relação a um circuito elétrico que contém uma associação em série de três lâmpadas iguais, a intensidade de corrente elétrica é igual em todas elas. Por que essas lâmpadas não apresentam suas luminosidades normais?

Questão 7. Se desligar uma das lâmpadas e observe que as demais se apagam. Então, quando temos vários aparelhos ligados em série, se a corrente em um deles for interrompida, o que acontecerá com a corrente nos demais?

Questão 8. Com relação a um circuito elétrico que contém uma associação em paralelo de três lâmpadas iguais, por que essas lâmpadas apresentam suas luminosidades normais?

Questão 9. Quando (queima)desligar uma das lâmpadas e observe que as demais continuam acesas. Então, quando temos vários aparelhos ligados em paralelo, se a corrente em um deles for interrompida, o que acontecerá com a corrente nos demais?

Questão 10. Nas instalações residenciais temos um exemplo claro de um circuito elétrico que contém uma associação em paralelo. Por que é conveniente utilizar esse tipo de associação, ao invés de utilizar uma associação em série?

APÊNDICE B – Pós-teste: Sondagem dos Alunos do Ensino Médio sobre seus conhecimentos após a aplicação do Produto Educacional (PE)

Q1- Antes da atividade com o simulador PhET, você já tinha ouvido falar ou teve alguma experiência com essa plataforma virtual ou com outros simuladores? Se sim, como foi sua experiência? O que achou?

Q2- Em uma escala de 0 a 10, qual pontuação você atribuiria para a utilização dessa atividade com o simulador (PhET) nas aulas de Física?

Q3- Na sua opinião, você conseguiu aprender os conteúdos de Física através do uso do simulador? Se sim, indique as vantagens e/ou as desvantagens em aprender Física desta maneira.

Q4- Como você descreveria seu grau de satisfação a respeito da atividade baseada na plataforma Phet em que você participou?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Indiferente
- Pouco satisfeito
- Nada satisfeito
- Outro:

Q5- Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos circuitos elétricos? Se sim, quais foram essas dificuldades?

Q6- Você concorda que as discussões dentro do seu grupo contribuíram para o esclarecimento das questões propostas durante a atividade?

- Concordo totalmente
- Concordo mais ou menos
- Não concordo, nem discordo
- Discordo mais ou menos
- Discordo totalmente
- Outro:

Q7- Como você se sentiria se esta forma de atividade fosse realizada outras vezes? *

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Indiferente
- Pouco satisfeito
- Nada satisfeito
- Outro:

Q8 - Você concorda que a atividade proposta contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos relacionados a Associação de Resistores? *

- Concordo totalmente
- Concordo mais ou menos
- Não concordo, nem discordo
- Discordo mais ou menos
- Discordo totalmente
- Outro: