

Produto de Mestrado
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS ININGA



**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E
ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**

Por Francisco Nairon da Costa Botelho

naironbotelho@gmail.com

Orientadora:

Profa Dra. Edina Maria de Sousa Luz

maria.edina99@gmail.com

Teresina – PI

2021

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3
1 FUNDAMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA.....	6
1.1 Geradores de energia elétrica.....	7
1.1.1 O gerador ideal de energia elétrica.....	8
1.2 Energia Potencial Elétrica.....	8
1.3 Potencial elétrico.....	9
1.3.1 Diferença de potencial elétrico.....	10
1.4 Corrente elétrica.....	11
1.4.1 Intensidade de corrente elétrica.....	12
1.4.2 Corrente elétrica contínua constante.....	13
1.4.3 Corrente elétrica real.....	13
1.4.4 Corrente elétrica convencional.....	13
1.5 Resistência elétrica e a Lei de Ohm.....	14
1.5.1 Resistores.....	17
1.6 Potência elétrica.....	17
1.6.1 Potência elétrica dissipada.....	18
1.7 Associações de resistores.....	18
1.7.1 Associação de resistores em série.....	19
1.7.2 Associação de resistores em paralelo.....	21
2 O APLICATIVO ELECTRICMAX.....	23
2.1 Apresentação do aplicativo ElectricMax.....	23
2.1.1 Os circuitos elétricos.....	25
2.1.1.1 Circuito gerador e resistor.....	25
2.1.1.2 Circuito com dois resistores em série.....	26
2.1.1.3 Circuito com dois resistores em paralelo.....	27
3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	29
3.1 Atividades propostas da sequência didática.....	30
REFERÊNCIAS.....	43

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho, intitulado; **“O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES”**, o professor encontrará as instruções necessárias para a sua aplicação em sala de aula. O aplicativo ElectricMax mediado pela sequência didática é o produto referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

O Produto Educacional conforme consta na introdução da dissertação, foi a produção de um aplicativo (ElectricMax) disponível no link <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.kodular.naironbotelho.Produto> e de uma sequência didática, esta contempla situações-problema acerca da lei de Ohm, contempla também algumas situações-problema que envolvam circuitos elétricos com resistores em série e em paralelo.

O objetivo do aplicativo ElectricMax e da sequência didática é inserir o ensino da lei de Ohm e associações de resistores na 3ª série do Ensino médio, ressaltamos que três atividades da sequência didática que se baseia no uso do aplicativo ElectricMax. Abordamos na sequência didática um conjunto de situações-problema acerca de circuito elétricos envolvendo a lei de Ohm e associações de resistores. Buscamos nessa abordagem levar ao estudante o conhecimento a respeito das relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno da eletricidade.

Acredita-se que o uso do aplicativo ElectricMax junto com a sequência didática seja um instrumento didático capaz de operar com êxito no ensino da lei e Ohm e associações de resistores no circuito elétrico produzindo aprendizagem significativa, visto que nossa metodologia priorizou uma prática pedagógica baseada no que diz respeito a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, dessa forma, essa teoria nos proporciona um direcionamento para aplicação das atividades com os alunos, do conteúdo de Eletricidade, favorecendo o aprendizado nos diferentes níveis de desenvolvimento.

A sequência envolverá a aplicação de diversas atividades, elas podem ser aplicadas individualmente ou coletivamente, propiciando na sequência didática a aprendizagem em seus aspectos: conceituais; procedimentais e atitudinais. A sequência didática deverá ser aplicada em 8 aulas, cada atividade deverá ser aplicada em duas aulas de 50 minutos cada. A seguir destacamos as 4 (quatro) atividades da sequência didática.

Atividade 1

Esta atividade busca as concepções alternativas que os alunos têm sobre as grandezas: tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e potência elétrica, traz questões ou situações-problemas que diz respeito ao estudo da lei de Ohm e também sobre os tipos de associações de resistores no circuito elétrico, esta atividade é aplicada sem a utilização do aplicativo ElectricMax.

Após levantar as concepções alternativas dos alunos sobre a lei de Ohm e associações de resistores, aplicamos outras três atividades para serem aplicadas junto com o aplicativo ElectricMax, destacamos a seguir cada uma dessas atividades.

Atividade 2

Esta atividade é voltada mais especificamente para o estudo da lei de Ohm, para que aluno compreenda as relações entre as grandezas: tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, nessa atividade também se faz um estudo da potência elétrica dissipada no resistor, dessa forma o aluno é levado a compreender as relações entre as grandezas: tensão elétrica, resistência elétrica, corrente elétrica e potência elétrica, aqui utilizamos as situações-problemas da atividade e fizemos as simulações no aplicativo ElectricMax.

Atividade 3

Esta atividade diz respeito a associação de resistores em série, a mesma tenta fazer o aluno a compreender com se comporta esse tipo de associação, aqui o aluno faz algumas simulações para tentar a entender como se comporta as grandezas físicas presentes no circuito elétrico, também traz situações-problemas para os alunos refletirem e tirarem suas conclusões, algumas dessas simulações faz o aluno fazer um comparativo entre circuito elétricos diferentes, analisando por exemplo, como se comporta o brilho de uma lâmpada nesses circuitos.

Atividade 4

Bem semelhante à atividade 3, porém aqui tratamos da associação de resistores em paralelo, aqui o aluno também faz algumas simulações para tentar a entender como se comporta as grandezas físicas presentes no circuito elétrico, também traz situações-problemas para os alunos refletirem e tirarem suas conclusões, algumas dessas simulações faz o aluno fazer um comparativo

entre circuitos elétricos diferentes, analisando por exemplo, como se comporta o brilho de uma lâmpada nesses circuitos.

Caro professor, a sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. Cada atividade foi pensada para ser aplicada em duas aulas, mediante o uso do aplicativo do ElectricMax esperamos que o aluno seja capaz de perceber as relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno da eletricidade, mas também de perceber as diferenças existentes no estudo dos circuitos com resistores em série e em paralelo.

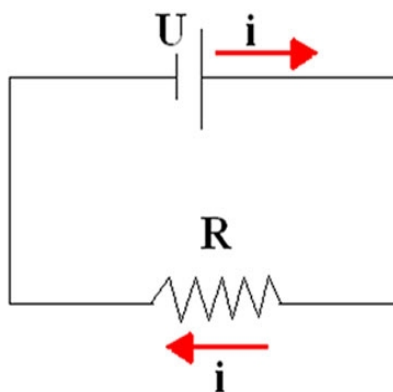
A partir das respostas dos alunos, o professor fará as avaliações dessas respostas podendo reforçar o conteúdo discutindo ou comentando cada uma das questões propostas, ele poderá também aplicar outra estratégia ou metodologia de ensino.

1 FUNDAMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA

Ao estudar eletrodinâmica, associa-se a esse estudo os circuitos elétricos, quando fala-se em circuitos elétricos, logo pensa-se na ligação elétrica das residências, essa ligação é feita por uma extensão de fios que percorrem toda a casa, neles são conectados as lâmpadas e outros dispositivos que podem ser ligados através das tomadas. A lista de dispositivos elétricos ou aparelhos elétricos é bem extensa, alguns deles são: impressora, aparelho de som, televisor, ventilador, todos dependem de uma fonte de energia elétrica e são compostos de circuitos elétricos pelos quais passa uma corrente elétrica.

Segundo Válio (2016, p. 69), “Circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados por uma fonte de energia elétrica”. Vejamos na ilustração abaixo a representação de um circuito elétrico simples.

Figura 1 – Representação de um circuito elétrico simples



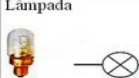
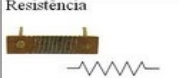
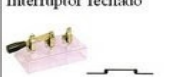
Fonte: Disponível em: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br>

Nesse esquema, as componentes do circuito elétrico são representados por símbolos. As setas destacadas de vermelho representam a corrente elétrica que percorre o circuito elétrico. As duas barras paralelas representam o gerador, dispositivo que fornece energia elétrica ao circuito elétrico, são exemplos de geradores: pilhas, baterias, dínamos e células fotoelétricas.

As linhas pretas que conectam os componentes representam os condutores, geralmente fios de cobre que constituem o caminho por onde a corrente elétrica flui. Temos ainda no circuito a representação de um resistor, que pode ser qualquer dispositivo elétrico que converte energia elétrica em calor, oferecendo uma resistência a passagem de corrente elétrica, na figura 2 temos o símbolo da resistência elétrica.

Na figura 2 apresentamos a representação por símbolos de alguns dispositivos elétricos que podem ser encontrados num circuito elétrico, como exemplo, podemos citar novamente o símbolo da pilha (gerador de energia elétrica), um tipo de gerador elétrico que gera energia elétrica para os outros dispositivos presentes no circuito, bastante presente em dispositivos portáteis, como por exemplo, na lanterna. Como foi destacado, sendo a pilha um gerador, seu símbolo é representado por duas barras paralelas na vertical, sendo a barra menor, o polo negativo e a barra maior, o polo positivo.

Figura 2 – Símbolos atribuídos aos diferentes dispositivos elétricos

Pilha 	Outros geradores (caixa de alimentação) 	Tomadas da rede elétrica 
Fio de ligação 	Lâmpada 	Resistência 
Motor 	Interruptor aberto 	Interruptor fechado 
Reóstato 	Voltímetro 	Amperímetro 

Fonte: Disponível em: experienciasemciencias.blogspot.com

Esses são apenas alguns símbolos de dispositivos que podem ser encontrados num circuito elétrico, cada um desses dispositivos dentro do circuito elétrico apresentam suas funções, no caso do resistor, que é um elemento bastante comum no circuito elétrico, tem como função limitar a corrente elétrica no circuito.

1.1 Geradores de energia elétrica

Segundo Halliday (2009) o gerador de energia elétrica é um dispositivo que realiza trabalho sobre os portadores de cargas mantendo uma diferença de potencial entre dois terminais. Esse dispositivo é chamado de **fonte de tensão**, ou simplesmente **fonte**. Uma fonte de tensão fornece a energia necessária para o movimento através do trabalho que realiza sobre os portadores de carga.

Uma fonte muito útil é a bateria, usada para alimentar uma grande variedade de máquinas, de relógios de pulso a submarinos. A fonte mais importante na vida diária, porém, é o *gerador de eletricidade*, que, através de ligações elétricas (fios) a partir de uma usina de energia elétrica, cria uma diferença de potencial nas residências e escritórios. (HALLIDAY, 2009, p. 167).

Essas fontes de energia citadas acima são fontes artificiais, existem outras fontes artificiais além dessas capazes de gerar energia elétrica. Destacamos que nem todas as fontes de energia elétrica são artificiais. Existem organismos vivos, como as enguias elétricas capazes de gerar energia elétrica.

1.1.1 O gerador ideal de energia elétrica

O gerador ideal de energia elétrica na prática não existe, porque os geradores elétricos não fornecem toda a energia elétrica que são capazes de gerar, isto é, esses geradores de uma certa forma também apresentam resistências elétricas, por possuírem resistência elétrica, dissipam energia elétrica na forma de calor, falando de outro modo, ocorre efeito joule nesses geradores.

Para o nosso estudo, estamos considerando que os geradores são ideais, pois não estamos levando em conta sua resistência elétrica, portanto considerando que toda a energia elétrica gerada seja fornecida ao circuito elétrico.

1.2 Energia Potencial Elétrica

De acordo com Halliday (2009), podemos associar uma energia potencial elétrica U a um sistema quando uma força eletrostática age entre duas ou mais partículas. A força eletrostática realiza um trabalho W sobre as partículas à medida que se tem uma mudança na configuração do sistema, isto é, quando o sistema muda sua configuração de um estado inicial i para um estado final f . Nessa mudança de configuração temos uma variação da energia potencial que é dada por

$$\Delta U = U_f - U_i = -W. \quad (1.1)$$

Como acontece com qualquer *força conservativa*, o trabalho realizado pela força eletrostática é independente da trajetória. A variação da energia potencial elétrica do elétron está relacionada ao trabalho W realizado pelo campo elétrico sobre o elétron. Esse trabalho realizado por uma força constante $\vec{F}$ sobre uma partícula que sofre um deslocamento $\vec{d}$ é dado por

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1.2)$$

A força eletrostática e o campo elétrico estão relacionados pela equação $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ (1.3), onde q é a carga do elétron ($-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$).

Substituindo $\vec{F}$ por seu valor na equação $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$ e calculando o produto escalar, obtemos a relação

$$W = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{d} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \Theta, \quad (1.4)$$

onde Θ é o ângulo entre as direções de $\vec{E}$ e $\vec{d}$.

Ainda falando de energia potencial elétrica temos que essa energia é descrita de forma sucinta conforme o exposto abaixo.

Energia potencial elétrica é a energia de um objeto carregado na presença de um campo elétrico externo (ou, mais precisamente, a energia do sistema formado por um objeto e um campo elétrico externo); é medida em joules. (HALLIDAY, 2009, p. 81).

Em outras palavras, esse campo elétrico pode ser gerado por uma carga elétrica, fixa em certo ponto do espaço, sendo assim ela cria a sua volta um campo elétrico, esse seria o campo elétrico externo, uma carga ou partícula de prova colocada na presença desse campo elétrico adquire a energia potencial elétrica.

1.3 Potencial elétrico

Segundo Halliday (2009, p. 79) “a energia potencial de uma partícula carregada na presença de um campo elétrico depende do valor da carga. Por outro lado, a *energia potencial por unidade de carga* associada a um campo elétrico possui um valor único em cada ponto do espaço”.

Ainda conforme Halliday (2009), a energia potencial por unidade de carga, não depende da carga q de uma partícula de prova, esse potencial é uma característica apenas do campo elétrico na região do espaço, isto é, podemos dizer que esse potencial elétrico depende do valor da carga geradora do campo elétrico. A energia potencial elétrica por unidade de carga em um ponto do espaço é chamada de **potencial elétrico**. Assim, denominamos o potencial elétrico associado a um ponto do espaço, e o indicamos por V , o quociente entre a

energia potencial elétrica U da partícula na presença do campo elétrico e o valor de sua carga q , isto é,

$$V = \frac{U}{q} \quad (1.5)$$

Observa-se que o potencial elétrico é uma grandeza escalar. De acordo com a equação 1.5, a unidade de potencial elétrico é o *joule por coulomb*.

De acordo com Halliday (2009, p.80), "Esta combinação é usada com tanta frequência que uma unidade especial, o *volt* (V), é usada para representá-la. Assim,

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule por coulomb.}"$$

1.3.1 Diferença de potencial elétrico

Segundo Halliday (2009), a diferença de potencial elétrico ΔV entre dois pontos i e f é igual à diferença entre os potenciais elétricos dos pontos:

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q} \quad (1.6)$$

Na equação 1.1, temos que $\Delta U = -W$, então na equação 1.6 podemos substituir ΔU por $-W$, sendo assim podemos definir a diferença de potencial entre dois pontos como

$$\Delta V = V_f - V_i = - \frac{W}{q} \quad (1.7)$$

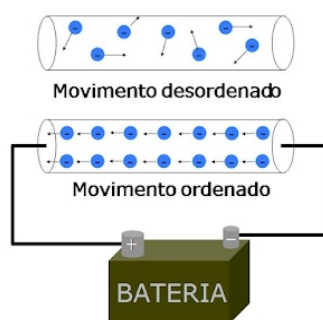
A diferença de potencial entre dois pontos é, portanto, o negativo do trabalho realizado pela força eletrostática para deslocar uma carga unitária de um ponto para outro. Uma diferença de potencial pode ser positiva, negativa ou nula, dependendo dos sinais e dos valores absolutos de q e W .

1.4 Corrente elétrica

Segundo Barreto Filho (2013, p. 82) “chamamos de **corrente elétrica** o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor, visto que, normalmente, há o movimento desordenado de elétrons livres, ou de outros portadores de cargas, devido a agitação térmica”.

Na figura 3 temos a representação do movimento desordenado de cargas elétricas e também a representação do movimento ordenado de cargas elétricas, como podemos ver na figura as cargas elétricas em questão são os elétrons.

Figura 3 – Movimento desordenado e ordenado de elétrons



Fonte: Disponível em: <http://www.fisicaresolvida.com.br/2015/05/eletrodinamica-corrente-eletrica-resistencia-eletrica-e-lei-de-ohm.html>

Luiz (2009, p. 119) ao falar da corrente elétrica diz que:

A condição necessária e suficiente para a existência do equilíbrio eletrostático exige que o potencial elétrico permaneça constante em todos os pontos do condutor. Quando existe uma diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, surge uma **corrente elétrica** através do condutor.

Sendo assim, olhando a figura 3, entre o polo negativo e o polo positivo existe uma diferença de potencial entre dois pontos, essa diferença de potencial possibilita o movimento ordenado de elétrons que se movimentam no fio condutor do polo negativo para o polo positivo.

Ainda segundo Luiz (2009), a corrente elétrica produz efeitos físicos que podem ser estudados experimentalmente, sendo que o efeito fundamental associado a corrente elétrica é o **efeito térmico** ou **efeito Joule**; destaca-se ainda o efeito magnético com a criação de um **campo magnético**. Tais efeitos são muito importantes pois contribuem para aplicações

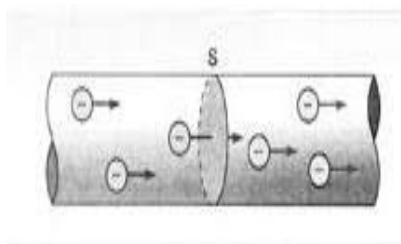
tecnológicas que facilitam nossa vida, no caso do efeito térmico temos o uso do chuveiro elétrico, ferro de passar, soprador térmico, entre outros.

No caso do campo magnético temos o princípio de funcionamento do motor elétrico, outra importante tecnologia bastante presente nas nossas vidas. Além dos efeitos citados, temos ainda efeitos químicos, luminosos e fisiológicos.

1.4.1 Intensidade de corrente elétrica

Na figura 4 temos a representação do movimento de elétrons que se movimentam ordenadamente através de um fio condutor, nesse fio condutor temos uma certa quantidade de cargas elétricas, dada pela fórmula $\Delta Q = n \cdot e$ (1.8), onde n representa o número de partículas elementares, sendo que e é o valor da carga elementar, isto é, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Essa quantidade de cargas elétricas atravessam uma seção S do fio num intervalo de tempo Δt .

Figura 4 - Movimento ordenado de elétrons no fio condutor



Fonte: Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/corrente-e-tensao-eletrica/intensidade-da-corrente-eletrica.html>

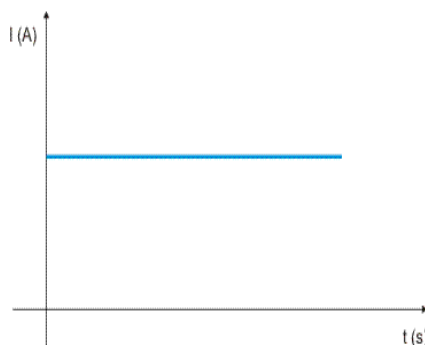
De acordo com Torres (2016, p. 47) “Define-se a **intensidade de corrente elétrica (I)** como a razão entre carga elétrica ΔQ que passa pela seção S do fio condutor e o intervalo de tempo Δt em que ocorreu essa passagem: $I = \Delta Q / \Delta t$ ” (1.9).

Da definição acima, chegamos a conclusão que a unidade de intensidade de corrente elétrica no SI é o **coulomb por segundo (C/s)**, essa unidade de medida recebeu o nome de **ampere (A)**.

1.4.2 Corrente elétrica contínua constante

Segundo Biscuola (2016, p. 97) “Uma corrente elétrica é **contínua constante** quando mantém intensidade e sentidos constantes no decorrer do tempo. Seu gráfico $I \times t$ é um segmento de reta paralela ao eixo dos tempos”.

Figura 5 – Gráfico intensidade de corrente elétrica em função do tempo



Fonte: disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>

No gráfico da figura 5, I é a intensidade de corrente elétrica e t é o tempo. As correntes elétricas constantes podem ser encontradas em pilhas e baterias, um exemplo clássico de corrente elétrica contínua, é a corrente elétrica gerada na lâmpada de uma lanterna ligada.

1.4.3 Corrente elétrica real

A corrente real nada mais é que o movimento ordenado de elétrons num fio condutor, esses elétrons se movimentam de regiões onde o potencial elétrico é menor para regiões de maior potencial elétrico, por exemplo, num fio condutor alimentado por uma bateria, esses elétrons se movimentam do polo negativo para o polo positivo.

De acordo com Torres (2016, p. 47) “Sabemos então que a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pela movimentação ordenada de elétrons. Essa é a **corrente real**”.

1.4.4 Corrente elétrica convencional

Segundo Serway (2006), as partículas que fluem através de um condutor metálico, podem ser carregadas positiva ou negativamente, ou podemos ter dois ou mais tipos de

partículas que se deslocam, com cargas de ambos os sinais no fluxo. **Convencionalmente, definiu-se a direção de corrente como a direção do fluxo de carga positiva**, independentemente do sinal das partículas carregadas reais em movimento. Consequentemente, quando falamos da corrente em um condutor metálico, como por exemplo, o cobre, a direção da corrente é oposta a direção do fluxo dos elétrons.

Torres (2016, p. 47) ao falar de corrente convencional relata:

Entretanto, por razões históricas, que remontam à época em que se considerava que a eletricidade era produzida pela movimentação de um fluido elétrico, tornou-se estabelecer uma convenção. De acordo com essa convenção, a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pelo movimento ordenado de partículas positivas (com a mesma carga, em módulo, dos elétrons); portanto, em sentido contrário ao movimento dos elétrons. Tal corrente, que faz uso dessas partículas positivas hipotéticas, é a chamada **corrente convencional**.

Então, como podemos perceber, a corrente convencional representa o movimento dos prótons que apresentam cargas elétricas positivas, esses prótons diferente dos elétrons se movimentam para regiões de menor potencial elétrico, isto é, num condutor metálico alimentado por uma bateria, eles se movem do polo positivo para o polo negativo. Dessa forma fica bem evidente que **corrente real** é representada pelo *movimento de elétrons* e **corrente convencional** é representada pelo *movimento de prótons*.

1.5 Resistência elétrica e a lei de Ohm

Segundo Serway (2006), a resistência elétrica é constante para uma grande partes dos materiais, isso inclui principalmente os metais, os experimentos de laboratórios mostraram que a resistência elétrica é constante para grande parte das voltagens aplicadas, esse comportamento ficou conhecido como lei de Ohm, em homenagem a George Simon Ohm (1787 – 1854), ele foi o primeiro a fazer um estudo sistemático da resistência elétrica.

Ainda segundo Serway (2006), existe uma relação de proporcionalidade entre a diferença de potencial ΔV aplicada as extremidades de um condutor metálico e a corrente elétrica gerada nesse condutor, nessa relação a corrente elétrica é proporcional a diferença de potencial, a relação entre essas grandezas pode ser expressa através da expressão

$$\Delta V = IR \quad (1.10)$$

onde o R é uma constante de proporcionalidade chamada de resistência do condutor.

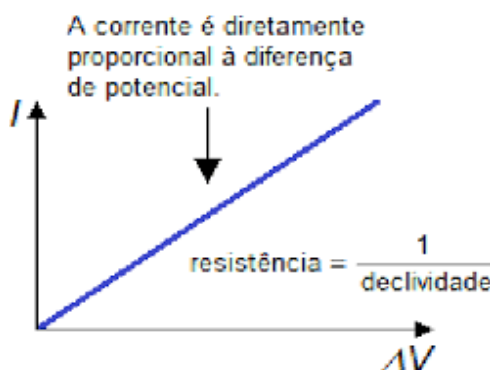
A resistência pode ser definida como a razão entre a voltagem no condutor e a corrente que transporta, ficando dessa forma,

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1.11)$$

A unidade de resistência no SI é o **volt por ampère**, como ocorre com tanta frequência uma unidade especial é usada para representá-la, o **ohm** (Ω).

De acordo com Halliday (2009), a lei de Ohm é uma afirmação de que a corrente elétrica que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada ao dispositivo. Porém a lei de Ohm não se trata de uma lei, pois a afirmação de que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial só é válida em certas situações, entretanto por razões históricas continua a ser chamada de “lei”. Na figura 6 temos uma situação em que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial elétrico.

Figura 6 - Gráfico corrente *versus* diferença de potencial para materiais ôhmicos



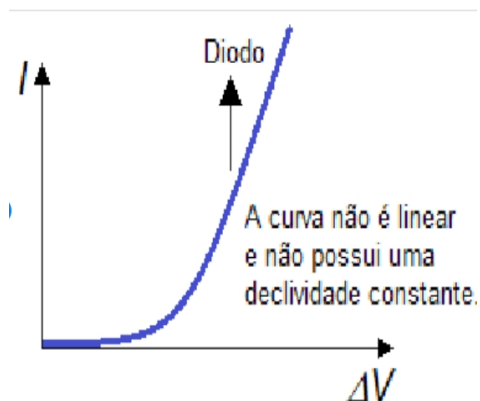
Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Grafico-Tensao-x-Corrente-de-um-Resistor_fig1_264236780

Diz-se que um dispositivo obedece a lei de Ohm se resistência do dispositivo não depende do valor absoluto nem da polaridade da diferença de potencial aplicada. Podemos ter como exemplo, alguns resistores que mesmo sobre variação da diferença de potencial, sua resistência elétrica permanece constante e a corrente elétrica nessa situação é diretamente proporcional a essa diferença de potencial, na figura 6 temos a representação do gráfico de um resistor ôhmico.

Por outro lado temos os dispositivos que não obedecem a lei de Ohm, como exemplo podemos citar o diodo semicondutor. Nesse dispositivo a corrente elétrica não se torna

diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada, só existe corrente elétrica no diodo semicondutor quando a polaridade da diferença de potencial é positivo e, também a partir de um certo valor de diferença de potencial.

Figura 7 - Gráfico corrente *versus* x diferença de potencial para materiais não-ôhmicos



Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Simbolo-Representativo-do-diodo-Semicondutor_fig6_264236780

Knight (2009, p. 958) ao falar um pouco mais sobre a Lei de Ohm alerta que

Os livros didáticos sobre circuitos elétricos geralmente escrevem a lei de Ohm como $V = IR$, em vez de $I = \Delta V/R$. Isso pode induzi-lo ao erro até que você tenha experiência suficiente em análise de circuitos. Primeiro, a lei de Ohm relaciona a corrente à diferença de potencial entre os terminais do condutor. Engenheiros e projetistas de circuitos subentendem uma “diferença de potencial” quando usam o símbolo V , mas o uso do símbolo é facilmente negligenciado por novatos que pensam que ele significa “o potencial”. Segundo, a relação $V = IR$, ou mesmo $\Delta V = IR$, sugere que uma corrente I causa uma diferença de potencial ΔV . Como você viu, a corrente é que é a consequência de uma diferença de potencial; por isso a relação $I = \Delta V/R$ constitui uma descrição melhor de causa e efeito.

Pode-se confirmar que o relato Knight (2009) está presente na grande maioria dos livros didáticos, ou seja, esses livros realmente escrevem a lei de Ohm na forma $V = RI$, em vez de $I = \Delta V/R$. Como sabemos, a diferença de potencial aplicada num condutor é que provoca uma corrente elétrica nesse condutor. Com relação ao símbolo da diferença de potencial, alguns livros do ensino médio realmente utilizam a letra V , no entanto, já observamos que alguns livros também costumam utilizar a letra U como símbolo para representar a diferença de potencial.

Essas mudanças de símbolos para representar uma grandeza física, costuma causar uma pequena confusão na cabeça dos alunos porque as vezes esses alunos já estão acostumados a utilizar um determinado símbolo presente em determinado livro, quando há uma mudança de livro, essa mudança provoca estranheza nos alunos.

1.5.1 Resistores

“Um condutor cuja função em um circuito é introduzir uma certa resistência é chamado de **resistor**”. (HALLIDAY, 2009, p. 147).

Ao oferecerem resistência a passagem de corrente elétrica eles transformam **energia potencial elétrica** em **energia térmica**, essa transformação recebe o nome de **efeito Joule**. Isso acontece porque os elétrons livres que se movem através do condutor colidem com cátions do metal, nessas colisões esses cátions passam a vibrar com amplitudes maiores ocasionando um eventual aumento de temperatura.

De uma certa forma todos os aparelhos elétricos apresentam resistências elétricas, isto é, todos dissipam uma parcela da energia elétrica em calor. Podemos citar aparelhos como ferro de passar roupa, chuveiros, computadores, aquecedores, lâmpadas incandescentes, dentre outros.

1.6 Potência elétrica

De acordo com Halliday (2009) um dispositivo elétrico quando submetido a uma diferença de potencial ΔV , recebe energia elétrica que vem de uma fonte (gerador), a potência P , ou taxa de transferência de energia elétrica ao dispositivo elétrico é dada por

$$P = I \cdot \Delta V \quad (1.12)$$

Segundo Graça (2012) a equação $P = I \cdot \Delta V$ é independente do tipo de material, seja ele ôhmico ou não ôhmico, portanto, essa equação se aplica a qualquer tipo de transferência de energia elétrica.

1.6.1 Potência dissipada

Para os resistores ou outros dispositivos de resistência R , combinando as equações $R = \Delta V / I$ e $P = I \cdot \Delta V$, obtém-se a taxa de dissipação de energia elétrica devido à resistência, isto é, as seguintes expressões:

$$P = I \cdot \Delta V = I (I \cdot R) = I^2 \cdot R \quad (1.13)$$

ou

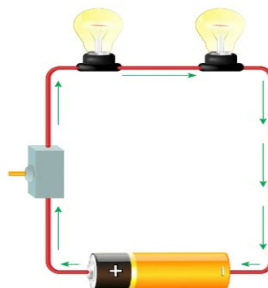
$$P = I \cdot \Delta V = \left(\frac{\Delta V}{R} \right) \cdot \Delta V = \frac{\Delta V^2}{R} \quad (1.14)$$

No caso dos materiais ôhmicos, as equações $P = I^2 \cdot R$ e $P = \frac{\Delta V^2}{R}$ se aplicam apenas à transferência de energia elétrica para energia térmica em um dispositivo com resistência.

1.7 Associações de resistores

Os resistores nos circuitos elétricos podem ser associados de diferentes maneiras, dependendo do tipo de circuito que estamos querendo montar. Essas associações de resistores podem ser do tipo em série, paralela, ou mista. Por exemplo, nos circuitos elétricos de uma árvore-de-natal, as lâmpadas com suas resistências elétricas vem associadas em série semelhante a figura 8.

Figura 8 – Circuito com duas lâmpadas associadas em série

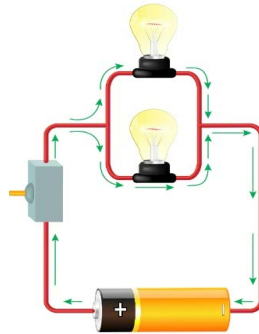


Fonte: Disponível em: <http://www.drb-m.org/eletrodinamica/Circuitoeltrico.htm>

Um tipo muito comum de circuito elétrico em que os dispositivos com suas resistências elétricas vem associados em paralelo é o circuito residencial, mas vale destacar que nesse tipo de circuito também pode aparecer elementos ou dispositivos que podem ser

ligados em série com outros dispositivos, sendo que no mesmo circuito pode ter dispositivos em série e em paralelo caracterizando portanto uma associação mista. A figura 9 diz respeito a um circuito elétrico em que os elementos (lâmpadas) estão associados em paralelo.

Figura 9 – Circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo

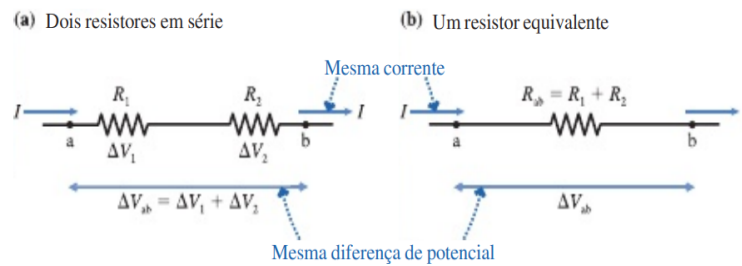


Fonte: Disponível em: <http://www.drb-m.org/eletrodinamica/Circuitoelétrico.htm>

Portanto na figura 9, as lâmpadas estão associadas em paralelo, isto é, ambas ficam sujeitas a mesma tensão elétrica fornecida pelo gerador (pilha), no circuito elétrico da figura 9, temos uma corrente elétrica em cada lâmpada, de modo que a corrente elétrica que passa por todo o circuito é igual à soma das correntes elétricas que passa por cada uma das lâmpadas na associação.

1.7.1 Associação de resistores em série

Segundo Knight (2009) a figura 10 mostra dois resistores ligados extremidade a extremidade entre dois pontos a e b, portanto, vale ressaltar que poderia ser mais de dois resistores ligados extremidade a extremidade, esses resistores alinhados em sequência, *sem haver nós entre eles*, são chamados de **resistores em série**. Nesse tipo de associação devido à inexistência de nós e ao fato da corrente ser conservada, **a corrente I deve ser a mesma através de cada um desses resistores.**

Figura 10 – Resistores associados em série

Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2009.

Pela expressão da lei de Ohm, temos que as diferenças de potencial nos resistores R_1 e R_2 são respectivamente $\Delta V_1 = IR_1$ e $\Delta V_2 = IR_2$. A diferença de potencial total ΔV_{ab} na figura 10.a entre os pontos a e b é a soma das diferenças de potencial individuais:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) \quad (1.5)$$

Portanto, semelhante a equação 1.5, se tivermos N resistores ligados em série entre os pontos a e b, a diferença de potencial entre esses pontos seria:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_N = IR_1 + IR_2 + IR_N = I(R_1 + R_2 + \dots + R_N) \quad (1.6)$$

Aplicando novamente a expressão da lei de Ohm entre os pontos a e b na figura 10.a para encontrar a resistência elétrica R_{ab} entre esses pontos, temos:

$$R_{ab} = \frac{\Delta V_{ab}}{I} = \frac{I(R_1 + R_2)}{I} = R_1 + R_2 \quad (1.7)$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{ab} na figura 10.b é equivalente a um único resistor com resistência $R_1 + R_2$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em série, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N \quad (1.8)$$

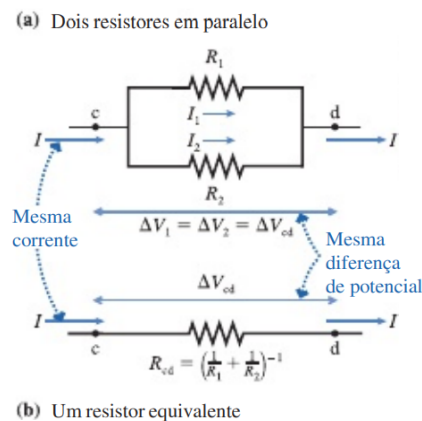
Então, na associação em série se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica

inalterado, ou seja, **uma mesma corrente elétrica passa por todos os resistores ligados em série**, essa é a principal ideia-chave.

1.7.2 Associação de resistores em paralelo

Segundo Knight (2009) a figura 11.a mostra dois resistores ligados lado a lado, com suas extremidades conectadas aos pontos **c** e **d**, esses resistores conectados aos mesmos pontos por ambas as extremidades são chamados de **resistores em paralelo**. Percebe-se que as extremidades esquerdas dos dois resistores estão ligadas ao ponto c, isto é, estão no mesmo potencial V_c . Semelhantemente, as extremidades do lado direito dos dois resistores estão no mesmo potencial V_d . Sendo assim, as diferenças de potencial ΔV_1 e ΔV_2 são iguais a diferença de potencial ΔV_{cd} .

Figura 11 – Resistores associados em paralelo



Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

Pela lei dos nós de Kirchhoff (a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem do nó) aos pontos **c** e **d** na figura 11.a, temos:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1.9)$$

Com já sabemos $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{cd}$, isto é, os resistores em paralelo estão sujeitos a mesma diferença de potencial, aplicando a lei de Ohm nos resistores R_1 e R_2 para acharmos I_1 e I_2 , somando essas correntes acharemos a corrente elétrica total no circuito

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{\Delta V_{cd}}{R_1} + \frac{\Delta V_{cd}}{R_2} = \Delta V_{cd} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad 1.10$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{cd} na figura 11.b é equivalente a um

único resistor com resistência $(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})^{-1}$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em paralelo, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N})^{-1} \quad 1.11$$

a equação 1.11 pode ser escrita ainda na seguinte forma

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad 1.12$$

Então, na associação em paralelo se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica inalterado, ou seja, podemos afirmar que a corrente elétrica total no circuito continua a mesma, ressaltamos também que a ideia-chave principal nesse tipo de associação é que **todos os resistores estão sujeitos à mesma diferença de potencial**.

2 O APLICATIVO ELECTRICMAX

Apresenta-se neste capítulo o *aplicativo ElectricMax*, este foi desenvolvido pelo criador de aplicativo *Kodular*, mecanismo para criação de aplicativo online. O Kodular estar hospedado na Plataforma Google Cloud, isto quer dizer que os projetos ficam armazenados nos servidores da nuvem, o mais legal nisso tudo é que o Kodular é livre, sem qualquer taxa obrigatória de uso.

Utilizando o Kodular pode-se criar qualquer aplicativo, o mais vantajoso é que ele não utiliza codificação, basta arrastar alguns componentes, juntar alguns blocos e pronto o aplicativo está pronto, dessa forma chega-se a conclusão do projeto aplicativo ElectricMax.

Nesse projeto desenvolve-se o aplicativo ElectricMax para celulares que usam o sistema Android, fez-se dessa forma, porque os celulares na versão Android alcançam um público maior, sendo assim, entende-se que os alunos têm mais facilidade de acesso a celulares com Sistema Operacional Android.

2.1 Apresentação do aplicativo ElectricMax

A figura 12 apresenta a tela inicial do aplicativo ElectricMax, no canto superior esquerdo, tem-se o **menu** do aplicativo que dar acessos aos submenus. Essa tela é o cartão de acesso para o usuário começar a utilizar o aplicativo, tentamos produzir um design que fosse bem atraente para o usuário.

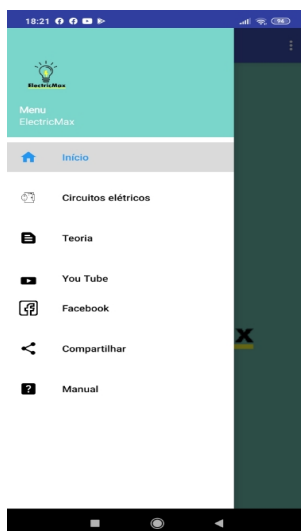
Figura 12 – Tela inicial do aplicativo ElectricMax



Fonte: O próprio autor

Ao clicar no menu do aplicativo aparece a tela de submenus como na figura 13, nessa tela pode-se acessar as funcionalidades do aplicativo, dentre elas o submenu circuitos elétricos que dar acesso aos circuitos elétricos do aplicativo.

Figura 13 – Tela de submenus do aplicativo ElectricMax



Fonte: O próprio autor

Apresenta-se alguns submenus, por exemplo, começaremos com o submenu *Circuitos elétricos*, clicando nele aparece a tela Circuitos elétricos apresentada na figura 14, nessa tela o usuário pode clicar em um os circuitos em que deseja fazer uma simulação.

Figura 15 – Tela circuitos elétricos



Fonte: O próprio autor

Em *You Tube*, o aluno pode clicar e ir direto ao próprio You Tube, este submenu foi adicionado com o intuito do aluno poder pesquisar e assistir video-aulas. Em *Compartilhar*, o

aluno compartilha o próprio aplicativo enviando o link para outros usuários, isso pode ser feito mediante envio via WhatsApp, ShareMe, Bluetooth, etc.

2.1.1 Os circuitos elétricos

Nessa parte apresenta-se os circuitos elétricos descritos na tela Circuitos elétricos, sendo assim temos esses circuitos elétricos:

- Circuito gerador e resistor
- Circuito com dois resistores em série
- Circuito com dois resistores em paralelo

2.1.1.1 Circuito gerador e resistor

Nesse circuito pode-se fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, também é possível fazer a simulação da potência dissipada no resistor. Conforme mostra a figura 14, através das simulações nesse circuito pode-se observar como se comporta a corrente elétrica em função da tensão elétrica e da resistência elétrica.

Figura 14 – Circuito gerador e resistor (circuito simples)



Fonte: O próprio autor

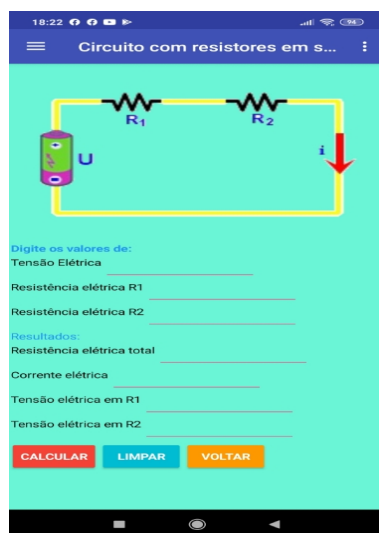
Também pode ver como se comporta a potência dissipada no resistor, para isso podemos fazer várias simulações como foi sugerido na atividade 2 da sequência didática. Por

exemplo, na simulação podemos manter a resistência elétrica constante e aumentar os valores da tensão elétrica no resistor, nesse caso esse resistor passa a ter um comportamento de um resistor ôhmico, mediante a simulação percebe-se que a corrente elétrica aumenta com o aumento da tensão elétrica e consequentemente tem-se um aumento da potência dissipada no resistor.

2.1.1.2 Circuito com dois resistores em série

No circuito com resistores em série, figura 15, pode fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, da resistência elétrica total no circuito e da tensão elétrica em cada um desses resistores. Mediante a essas simulações o aluno pode chegar a suas conclusões, por exemplo, esse aluno pode chegar a conclusão que a resistência elétrica total equivale a soma das resistências do circuito. O aluno pode perceber que a tensão total do gerador equivale a soma das tensões em cada resistor, ou seja, a tensão do gerador é dividida nos resistores, caso o aluno digite as resistências iguais vai perceber que a tensão elétrica é a mesma em ambos os resistores.

Figura 15 – Circuito com resistores em série



Fonte: O próprio autor

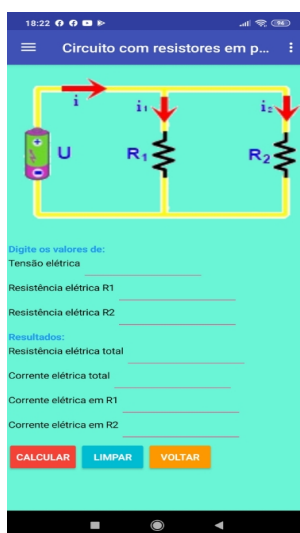
Então, embora pareça algo simples, essas simulações são muito enriquecedoras para a aprendizagem do aluno, claro que estamos fazendo uma simulação considerando que o gerador seja ideal, mas poderia ser feito um projeto para um circuito com geradores reais.

Embora tenha sido produzido também a sequência didática para trabalhar junto com o aplicativo, o professor também pode pedir para o aluno fazer suas simulações por conta própria no aplicativo e pedir que ele compartilhasse com a turma as observações feitas em cada um dos circuitos elétricos.

2.1.1.3 Circuito com dois resistores em paralelo

No circuito com resistores em paralelo, figura 16, pode fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, da resistência elétrica total no circuito e da corrente elétrica em cada um desses resistores. Nesse circuito o aluno pode perceber que a tensão total do gerador é a mesma para ambos os resistores, mas para isso ele teria que aplicar a lei de Ohm em ambos os resistores. Para o aluno seria mais fácil perceber que a corrente elétrica total se divide nos resistores, pois fica fácil perceber que essa corrente é a soma das correntes elétricas nos resistores, porém para o aluno seria mais complexo chegar na conclusão de como se chega na resistência elétrica total.

Figura 16 – Circuito com dois resistores em paralelo



Fonte: O próprio autor

Segundo Moreira (2011) o ser humano não precisa fazer as descobertas para aprender de maneira significativa. Basta que ele saiba relacionar interativamente o novo conhecimento, com algum conhecimento prévio, ou seja, com algum subsunçor, mas esse conhecimento prévio tem que ser adequado, especificamente relevante, isso implica também o uso de

materiais potencialmente significativos. Nesse sentido, esperamos que o aplicativo ElectricMax se configure como um material de apoio didático potencialmente significativo produzindo aprendizagem nos alunos.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse capítulo apresentaremos as atividades propostas da sequência didática, como dito anteriormente, a sequência didática desse trabalho é composta por 4 (quatro) atividades, na próxima subseção consta cada uma dessas atividades.

O professor é um agente fundamental na elaboração de atividades de ensino, ele enfrenta os desafios envolvendo o ensino e aprendizagem na sala de aula, as atividades elaboradas pelo professor servem como instrumento de mediação proporcionando uma relação entre os fenômenos e processos da ciência. Como instrumento de ensino as atividades produzidas devem promover uma perspectiva problematizadora, dessa forma essas atividades têm que ser potencialmente significativas, pois dessa forma ela se torna um pressuposto para aprendizagem.

Segundo Zabala *apud* Bacelar (1998) uma Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades didáticas, realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Ainda segundo o mesmo autor, o planejamento e a avaliação de uma sequência didática não pode acontecer de forma distinta da atuação do professor em sala de aula.

De acordo com Zabala (1998, p.18), as sequências didáticas são

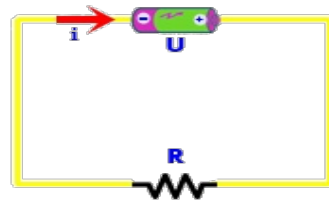
Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Nessa perspectiva a sequência didática foi elaborada com o objetivo educacional de se produzir aprendizagem no que diz respeito ao ensino da lei de Ohm e associações de resistores, a mesma foi produzida de forma ordenada, partindo inicialmente do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo, depois para atividades com simulações mediante a utilização do aplicativo ElectricMax, nesse contexto, fizemos primeira a simulação no circuito elétrico para o aluno compreender as relações entre as grandezas presentes na expressão da lei de Ohm, essa compreensão é necessária para que o aluno adquira os conhecimentos necessários ao estudo de circuitos elétricos.

3.1 Atividades propostas da sequência didática

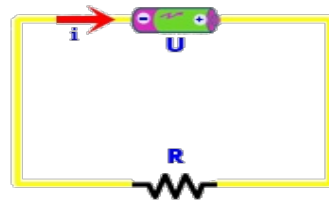
Atividade 1: Aplicação de um pré-teste (levantamento dos conhecimentos prévios)

1. Observe o circuito elétrico abaixo. Para uma mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem, ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



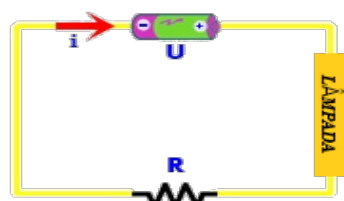
Resposta: _____

2. Considerando o mesmo circuito elétrico da questão anterior. Ao aumentarmos a tensão elétrica, mantendo a resistência elétrica do resistor constante, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



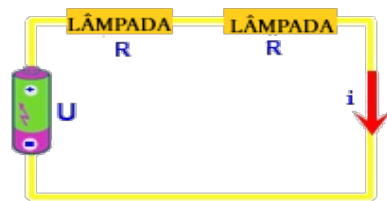
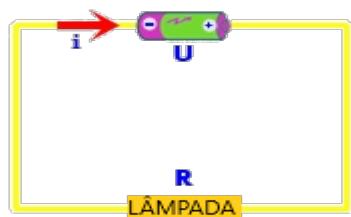
Resposta: _____

3. Observe o circuito elétrico abaixo. Mantendo a tensão elétrica constante, ao aumentarmos a resistência elétrica do resistor, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra. Ainda considerando o mesmo circuito elétrico, agora aumentando a tensão elétrica e mantendo a resistência elétrica constante, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra.



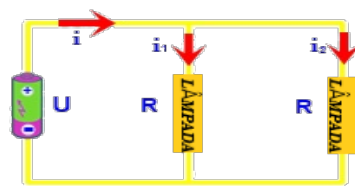
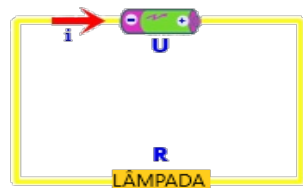
Resposta: _____

4. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. Em qual dos circuitos as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



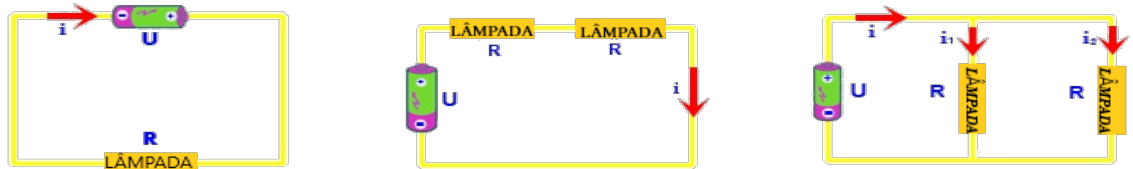
Resposta: _____

5. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. O que se pode dizer a respeito da intensidade luminosidade das lâmpadas no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra?



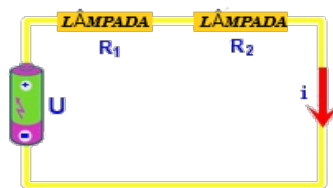
Resposta: _____

6. Comparando os três circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que em ambos os circuitos as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Em qual deles a lâmpada apresentará menor luminosidade? Por quê?



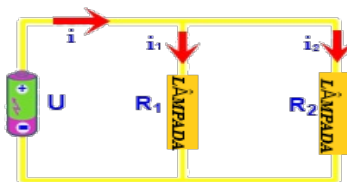
Resposta: _____

7. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

8. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

Atividade 2: Simulação no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax

1. Observe o circuito simples, mantenha a tensão elétrica constante, digite os valores da resistência elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
12	2	
12	4	
12	6	

Resposta: _____

2. Agora mantenha a resistência elétrica constante, digite os valores da tensão elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito. Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
2	2	
6	2	
10	2	

Resposta: _____

3. Mediante aos valores obtidos nas questões anteriores estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **U** para representar a tensão elétrica, a letra **R** para representar a resistência elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

Resposta: _____

4. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, aumentando a tensão e mantendo a resistência elétrica constante. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a tensão elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
2	2		
4	2		
6	2		

Resposta: _____

5. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, mantendo a tensão elétrica constante e aumentando o valor da resistência elétrica. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a resistência elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

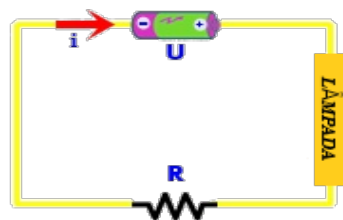
Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	2		
12	4		
12	6		

Resposta: _____

6. Mediante aos valores obtidos nas questões 4 e 5, estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (potência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **P** para representar a potência elétrica, a letra **U** para representar a tensão elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

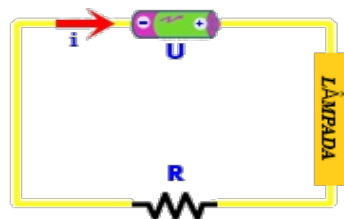
Resposta: _____

7. Após fazer uma análise da questão 4, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a tensão elétrica no circuito, mantendo a resistência elétrica constante?



Resposta: _____

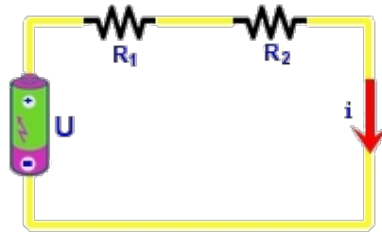
8. Após fazer uma análise da questão 5, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, mantendo a tensão elétrica no circuito constante?



Resposta: _____

Atividade 3: Simulação no circuito com resistores em série no aplicativo ElectricMax

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

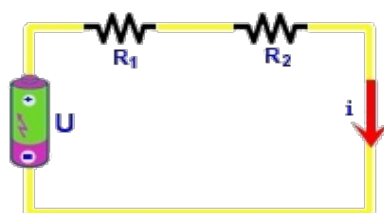
b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo ElectricMax no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

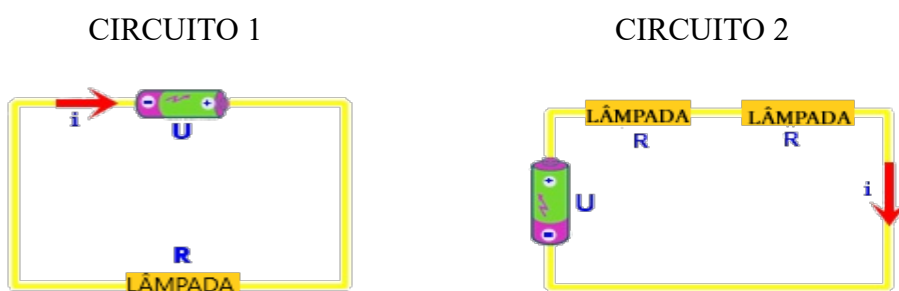
b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão quatro da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Em qual dos circuitos, as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

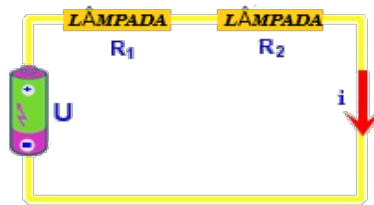
Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: $P1$ = potência elétrica em R1 e $U1$ = Tensão elétrica em R1

$P2$ = potência elétrica em R2 e $U2$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão sete da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R2 > R1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	4				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

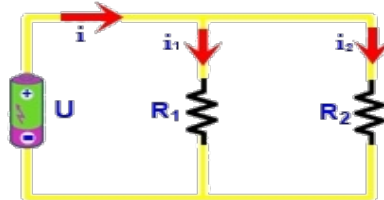
OBSERVAÇÃO: $P1$ = potência elétrica em R1 e $U1$ = Tensão elétrica em R1

$P2$ = potência elétrica em R2 e $U2$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

Atividade 4: Simulação no circuito com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtém a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

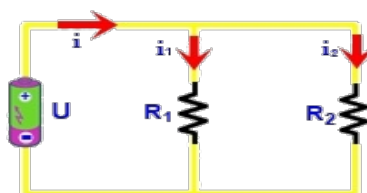
b) Como se obtém a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

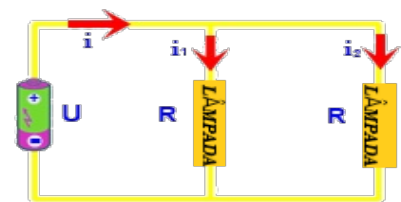
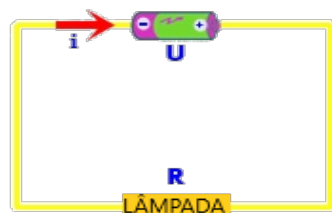
b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão cinco da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

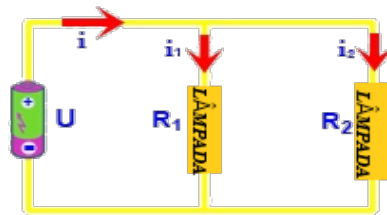
Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão oito da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	4	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

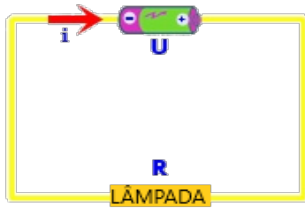
OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

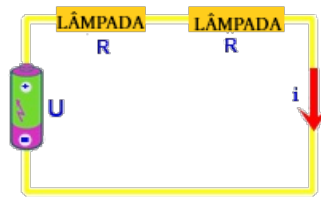
Resposta: _____

5. Fazendo uma análise da questão seis da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Após ter feito as simulações com os três circuitos no aplicativo ElectricMax, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos?

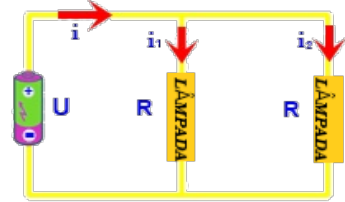
Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3



Resposta: _____

REFERÊNCIAS

- BACELAR, J. P. **Sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.
- BARRETO FILHO, B. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013. v. 3.
- BISCUOLA, G. J; VILLAS BÔAS, N; DOCA, R. H. **Física 3: eletricidade, física moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.
- GRAÇA, C. de Oliveira. **Série Didática: eletromagnetismo**. Santa Maria: Imprensa Universitária da UFSM, 2012.
- HALLIDAY, D; WALKER, J; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v.3.
- KNIGHT, R. D. **Física 3 [recurso eletrônico] : uma abordagem estratégica**. Trad. Manuel Almeida Andrade Neto. 2. ed. – Dados eletrônicos. Porto Alegre : Bookman, 2009.
- LUIZ, A. M. **Física 3: eletromagnetismo: teoria e problemas resolvidos**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- SERWAY, R. A; JEWETT JR, J. W. **Princípios de física: eletromagnetismo**. 2. ed. Trad. Leonardo Freire de Mello, Tânia X. V. Freire de Mello. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006. v. 3.
- TORRES, C. M. A. et. al. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.
- VÁLIO, A. B. M. et. al. **Ser protagonista: física, 3º ano: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: SM, 20216. v. 3.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.