

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UFAM/IFAM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CURSO DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE ASSOCIAÇÕES DE  
RESISTORES.**

Eloy Oliveira Barreto

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Polo4 IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rita de Cássia Mota T. Oliveira

## **APÊNDICE D: PRODUTO EDUCACIONAL**

### **OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.**

#### **OBJETIVO GERAL:**

- Dominar a linguagem Física necessária para a compreensão do nosso contexto, possibilitando a formação de cidadãos autônomos e críticos.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Aprender os conceitos básicos e estruturantes do conhecimento da eletrodinâmica;
- Adquirir uma visão geral que favoreça a compreensão do comportamento dos elétrons livres nos metais;
- Aplicar, corretamente, o método de investigação científica nas atividades experimentais;
- Obter a aprendizagem de conceitos, de atitudes e de métodos coerentes da natureza da ciência física;
- Identificar o regime de validade para as leis físicas e para os modelos teóricos envolvidos.

#### **COMPETENCIAS:**

- Entender métodos e procedimentos próprios da eletrodinâmica e aplicá-los em diferentes contextos;
- Apropriar-se de conhecimentos da eletrodinâmica para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

#### **HABILIDADES:**

- Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagens e representações dos princípios de eletrodinâmica;

- Caracterizar causas ou efeitos de corrente e circuitos elétricos;
- Utilizar leis físicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da eletrodinâmica;
- Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano;
- Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou de utilização de aparelhos, sistemas tecnológicos de uso comum;
- Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

## CONTEÚDOS

Corrente elétrica e seus efeitos, resistência elétrica, diferença de potencial elétrico, leis de Ohm, dispositivos de segurança, aparelhos de medida, circuitos elétricos em série, circuitos elétricos em paralelo e circuitos elétricos mistos;

## DURAÇÃO

O tempo mínimo aconselhável para o seguimento das atividades de forma acessível aos alunos é de 10 (dez) horas-aula. As atividades e a quantidade de aulas respectivas estão descritas na tabela Tab.D.1 a baixo.

<b>Número de aulas</b>	<b>Momento pedagógico</b>	<b>Conteúdo</b>
1	PMP - Problematização inicial	Circuitos Elétricos Simples em Série e em Paralelo
1	SMP – Sistematização do Conhecimento	Introdução aos Circuitos Elétricos
2	SMP - Sistematização do conhecimento	Circuitos em Série e simulador do PHET
2	SMP - Sistematização do conhecimento	Circuitos em Paralelo e simulador do PHET
2	TMP - Aplicação do conhecimento –	Circuitos em Série e

	Primeira Parte	em Paralelo (seminário)
2	TMP - Aplicação do conhecimento – Segunda Parte	Exposição de Projetos

**Tab.D. 1 – Quantidade de aulas para cada Momento Pedagógico e seu respectivo conteúdo.**

(Fonte: O Autor)

## **RECURSOS ESTRUTURAIS**

Para o bom aproveitamento do projeto é necessário que a escola disponha de WI-FI e Datashow para as atividades do Segundo Momento Pedagógico e espaços adequados para as atividades experimentais (de preferência laboratórios) do Terceiro Momento Pedagógico. Todas as atividades podem ser realizadas em sala de aula caso a direção escolar esteja de acordo, tomando todos os cuidados necessários para evitar danos ao patrimônio e risco a integridade física dos alunos.

## **METODOLOGIA**

### **Construção do equipamento:**

Iniciaremos com a construção do equipamento necessário, tendo em vista sua versão de baixo custo. A tabela Tab.D.2 a seguir resume os materiais necessários.

Item	Quantidade	Valor Total (R\$)
Cabo Elétrico 2,5 mm <sup>2</sup>	5 metros	6,50
Bocal Padrão	6 unidades	6,00
Lâmpadas Incandescentes	3 unidades	9,00
Tomada Macho	2 unidades	4,00
Fita Isolante	1 unidade	4,00

Papelão <sup>18</sup> , cola quente, estilete, chaves phillips e alicate.	---	---
Valor Total		29,5

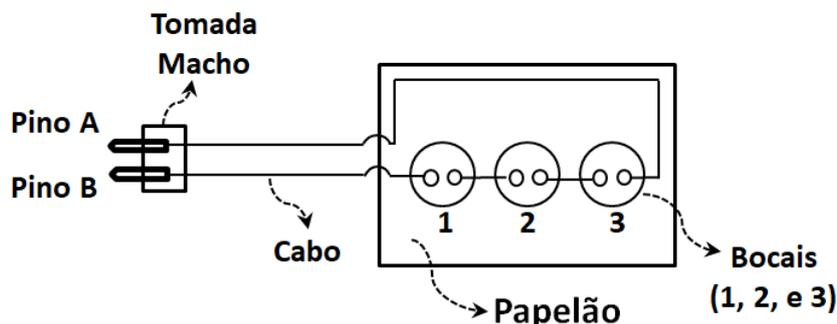
**Tab.D. 2 - Itens mínimos necessários para a construção dos equipamentos utilizados no PMP e SMP, versão baixo custo.**

(Fonte: O Autor)

A construção dos dois equipamentos custará em torno de 30 reais.

- **Para o circuito elétrico com associação em série:**

2,5 m de cabo elétrico, 3 bocais, 1 tomada macho. Corte dois pedaços de cabo de 10 cm cada, desencape 1 cm de cada ponta, reserve. Corte o fio restante em duas parte, uma com 1,3 m e a outra com 1,0 m, desencape 1 cm de cada ponta para realizar as conexões. A figura Fig.D.1 abaixo auxilia na sua montagem.



**Fig.D. 1 – Esquema da estrutura do circuito elétrico com associação em Série.**

(Fonte: O Autor)

Ligue um dos extremos do cabo de 1,3 m ao pino A da tomada macho e o cabo de 1,0 m ao pino B. Ligue o outro extremo do cabo de 1,0 m ao orifício esquerdo do bocal 1, use um dos pedaços de cabo de 10 cm e ligue ao orifício direito do bocal 1, o outro extremo ligue ao orifício esquerdo do bocal 2 e faça o mesmo procedimento com o outro cabo de 10 cm entre os bocais 2 e 3. No orifício direito do bocal 3 ligue o extremo livre do cabo de 1,3 m. Fixe os bocais

<sup>18</sup> Na ausência da possibilidade de usar placas de madeira (como as que são descartadas de móveis danificados, em marcenarias, etc) adota-se o papelão. É aconselhável que este tenha no mínimo 0,5 cm de espessura para evitar torções e deformações na estrutura.

no papelão usando cola quente. Fixe também os fios da mesma forma. Recorte outra placa de papelão com o mesmo tamanho utilizado para a base onde foram fixados os bocais e a fiação. Nesta placa recorte 3 discos com o diâmetro ligeiramente menor que o diâmetro dos bocais. Certifique-se de fazer os cortes alinhados com os bocais para que esta placa se encaixe neles e fique firme. Esta tampa esconderá a fiação deste circuito elétrico que será nomeado de **Circuito A**.

- **Para o circuito elétrico com associação em paralelo:**

Corte 4 pedaços de 10 cm do cabo elétrico de 2,5 m. Desencape 1 cm de cada extremo, reserve. O cabo restante, 2,1 m, deverá ser cortado em duas partes iguais de 1,05 m cada pedaço, desencape os extremos. Ligue um dos cabos de 1,05 m ao pino A da tomada macho e o outro extremo ao orifício superior do bocal 3. O outro cabo de 1,05 m deve ser ligado ao pino B da tomada macho e seu outro extremo ao orifício inferior do bocal 3. Os pontos **a**, **b**, **c** e **d** devem ser desencapados para que seja feita a conexão elétrica com os 4 pedaços de cabos de 10 cm. Cada um dos cabos deve ser ligado a um dos orifícios dos bocais 1 e 2 e seu outro extremo em um dos pontos citados anteriormente, conforme o esquema abaixo ilustra (Fig.D.2). Após isso encape todas as conexões feitas nos pontos **a**, **b**, **c** e **d** com fita isolante. Cole todas as estruturas com cola quente. Para a tampa faça o mesmo procedimento do circuito elétrico anterior. Este circuito elétrico aqui será nomeado de **Circuito B**.

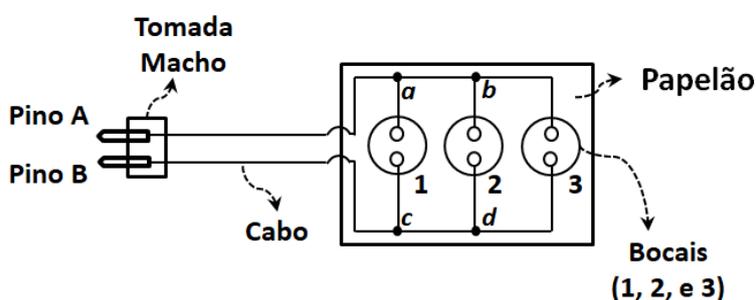


Fig.D. 2 – Esquema da estrutura do circuito elétrico com associação em Paralelo.

(Fonte: O Autor)

É importante ter cuidado ao manusear a estrutura de papelão no momento de usá-la, pois se trata de um material não muito resistente, o ideal seriam as placas de madeira como, por exemplo, fundos de gavetas. Na impossibilidade de utilizá-las é aconselhável usar papelão de no mínimo 0,5 cm de espessura.

## **PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO (PMP)**

Inicie perguntando aos alunos o que seria da vida cotidiana deles sem poder utilizar energia elétrica. Peça que eles expliquem como seriam suas rotinas nesta situação. Após este questionamento, enrosque as lâmpadas nos bocais do **circuito A** DESLIGADO E COM A TAMPA. Peça para que os alunos tenham atenção no funcionamento deste e já tentem relacioná-lo ao funcionamento de alguma parte de sua residência. Ligue o **circuito A** na tomada. O brilho das lâmpadas estará fraco. Questione os alunos sobre qual o motivo disso. Após isso, peça para que eles escolham uma das lâmpadas para ser retirada. Ao retirá-la as demais se apagarão, neste momento questione novamente os alunos sobre o motivo disto ter acontecido. Deixe-os refletir por alguns minutos e peça para que eles prevejam se, após devolver essa lâmpada e mexer em outra, o circuito se comportará de forma diferente. Destaque para eles que este circuito será chamado de **circuito A**.

Após as atividades com o **circuito A**, desligue-o, desenrosque as lâmpadas e as coloque no **circuito B** DESLIGADO E COM A TAMPA. Avise aos alunos que será trabalho outro tipo de circuito elétrico agora. Peça para que tentem relacioná-lo a alguma parte (ou partes) de sua residência enquanto verificam seu funcionamento. Ligue o circuito na tomada e espere alguns minutos para que os alunos se acostumem com o visual. Questione-os sobre a nova intensidade do brilho. Pergunte se houve alteração na fiação DA ESCOLA (ou do local onde esta atividade estiver sendo realizada). Pergunte se houve alguma alteração nas lâmpadas. Deixe-os debater e discutir a respeito por alguns minutos. Peça para eles anteciparem o que ocorrerá ao se retirar uma lâmpada, dê preferência para retirar a lâmpada que esteja na mesma posição da lâmpada retirada na atividade com o **circuito A** inicialmente. Assim que eles exporem suas hipóteses desenrosque a lâmpada e peça para eles verificarem

com atenção o comportamento. Retire uma segunda lâmpada e, antes de fazê-lo, questione-os sobre o que ocorrerá. Escolha alguns alunos para que tentem justificar o que está havendo brevemente.

Após analisar os dois circuitos elétricos, distribua o questionário do modelo ilustrado abaixo para cada aluno e peça que respondam todas as perguntas, independentemente de já terem estudado este conteúdo ou não, com suas próprias palavras, evitando o uso de internet e não se importem se está correto ou incorreto. Deixe claro para os alunos que o objetivo é analisar como eles explicarão as situações verificadas e que suas respostas não serão expostas.



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



<b>Instituição:</b>	
<b>Professor:</b>	
<b>Aluno (a):</b>	<b>Data:</b>

## QUESTIONÁRIO Nº1

1. Após tirar a primeira lâmpada, o que houve no circuito A? E no Circuito B?
2. Após tirar a segunda lâmpada, o que houve no circuito A? E no B? Alguma alteração em ambos?
3. Qual a possível vantagem do circuito A? E sua desvantagem?
4. Qual a possível Vantagem do circuito B? E sua desvantagem?
5. Qual parte da sua residência pode ser relacionada aos circuitos A e B? Por quê?

Peça aos alunos que tentem ser objetivos e breves nas suas respostas evitando fugir ao tema da aula.

## SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO (SMP)

O material a seguir foi desenvolvido pelo professor Eloy Barreto para ser trabalhado em sala no SMP como meio de fugir ao tradicional ensino “Quadro-Giz” e potencializar a fixação dos conhecimentos. Vale ressaltar que até a aplicação do SMP os alunos já devem ter visto todos os conteúdos do Eixo Eletrostática.

É aconselhável iniciar as atividades do SMP na semana seguinte às atividades do PMP. O SMP será dividido em três partes. Na primeira parte será trabalhado o conteúdo introdutório a circuitos elétricos simples. Após este estudo iniciaremos as associações em série na segunda parte e na terceira parte as associações em paralelo e associações mistas. Com auxílio do Datashow utilize as imagens abaixo<sup>19</sup> e as discussões sobre cada uma para ministrar sua aula ou tome-as como base. A ordem os *slides* pode ser alterada caso o professor julgue necessário.

### PARTE 1: INTRODUÇÃO AOS CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES

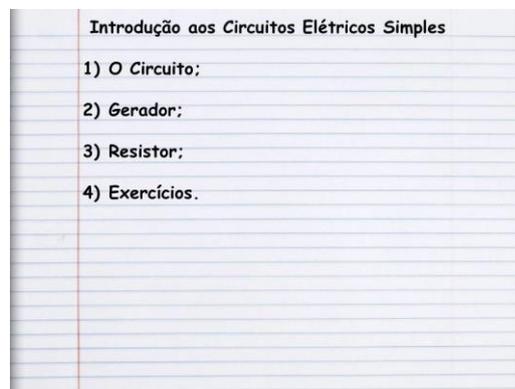


Fig.D. 3 – Sumário da primeira parte da aula ministrada para o SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Apresentação do conteúdo a ser trabalhado nesta primeira parte (Fig.D.3).

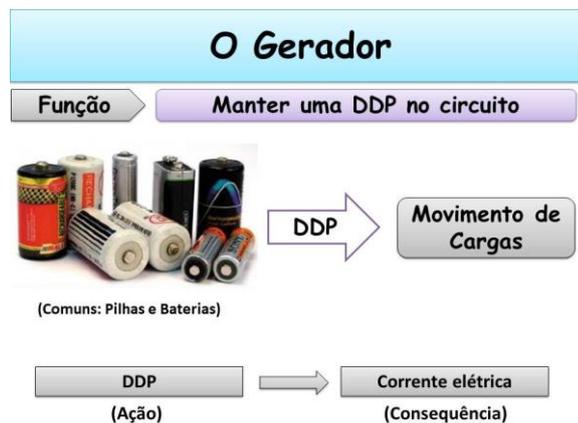
<sup>19</sup> O material em formato .PPT (Slides para utilização em sala) e .JPEG, assim como os aplicativos e simuladores virtuais estão disponíveis para download gratuito em:  
<https://drive.google.com/open?id=1aUD97tXBy2bwrLPA5MMc5SaMIZJkaTxN>



**Fig.D. 4 – Introdução ao conteúdo de Circuitos Elétricos**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Começando o conteúdo por discutir o que seria o “circuito elétrico” e suas características básicas (Fig.D.4).



**Fig.D. 5 – O Gerador – Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Após a introdução começaremos a discutir os elementos básicos que compõem o circuito simples. Iniciando pelo gerador e destacando sua função, sem entrar em detalhes matemáticos dele (Fig.D.5).

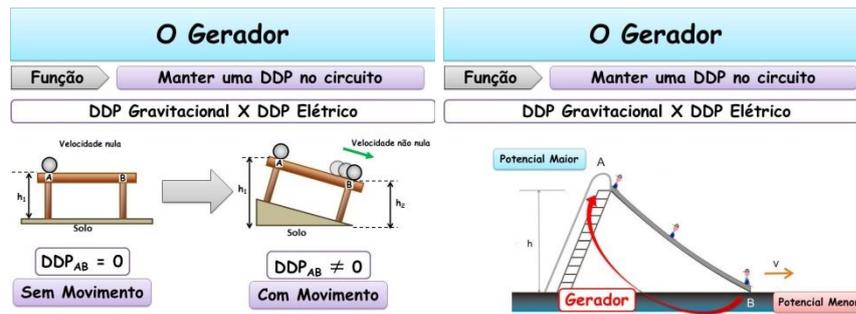
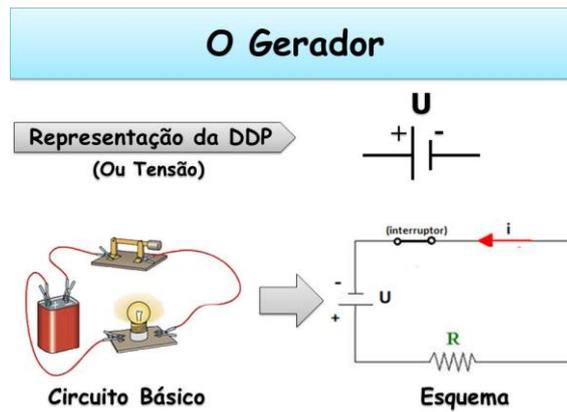


Fig.D. 6 – A Diferença de Potencial - Primeira parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

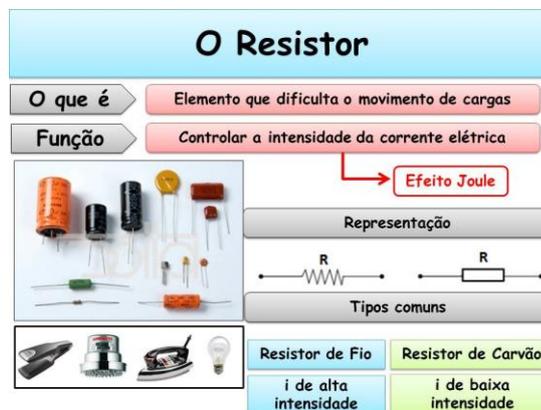
A este ponto o conteúdo de potencial elétrico já foi estudado pelos alunos. Para simplificar a situação é aconselhável fazer esta analogia, pois, na maioria dos casos, facilita o entendimento sobre como a DDP funciona no circuito. No lado esquerdo da Fig.D.6 vemos duas situações, uma em que não há DDP, então a bolinha não se move espontaneamente entre os pontos (níveis) A e B. Na segunda situação vemos um desnível entre os pontos A e B, portanto há uma DDP não nula, neste caso a bolinha se moverá espontaneamente entre esse desnível, portanto haverá movimento. Se trocarmos a bolinha por portadores de carga e a mesa desnivelada pelo circuito elétrico teremos a função da DDP bem explícita. O gerador é o equipamento responsável por mantê-la atuando no circuito e utilizaremos a analogia do tobogã da Fig.D.6 para isto. Suponha que estejamos abandonando várias bolinhas no topo do tobogã (mais alto, maior potencial gravitacional em relação ao solo). Enquanto tivermos bolinhas disponíveis a corrente de bolinhas caindo se manterá. A partir do momento em que nosso estoque terminar, embora ainda haja DDP entre o topo do tobogã e a sua base, a corrente de bolinhas não existirá. Alguém precisa interferir, levando as bolinhas de volta ao topo para que estas possam voltar a cair. Este agente é o Gerador e realizará esta atividade às custas da sua energia armazenada.



**Fig.D. 7 – Esquema de um circuito simples - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Após discutir os conceitos básicos sobre o gerador serão analisadas sua representação e como ela pode ser verificada em um esquema simples de circuito (Fig.D.7).



**Fig.D. 8 – O Resistor - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Explicação simples sobre sua função básica em um circuito. Exemplos de resistores que podem ser encontrados em equipamentos eletrônicos mostrando também sua representação em esquemas (Fig.D.8). Ao citar sua função de impor dificuldade ao movimento da corrente elétrica é importante citar uma das consequências disso, o Efeito Joule, exemplificando, para isso, a

situação de uma pessoa atravessando um corredor cheio de gente. Ela irá esbarrar em várias pessoas e os pequenos atritos nas áreas de contato esquentarão sua pele.



**Fig.D. 9 – Diferenciação entre Resistor e Resistência - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Pensando em situações problemas comuns no vestibular também, este slide é destinado a evitar que, durante a realização das provas, o aluno “caia em pegadinhas” entre o resistor e a resistência elétrica (Fig.D.9). Todas as explicações dadas, independente do conteúdo, são voltadas ao ensino médio, portanto não serão abordados detalhes referentes ao nível superior. Para exemplificar a diferença entre o equipamento e uma característica sua será usada uma bola de futebol. A bola funciona perfeitamente enquanto estiver cheia de ar, porém a bola não é o ar, ela precisa dele pra exercer a sua função, o resistor faz algo análogo, ele tem resistência elétrica, mas ele não é a resistência elétrica. Esta será tratada na segunda lei de Ohm mais especificamente.

## Código de Cores

A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda

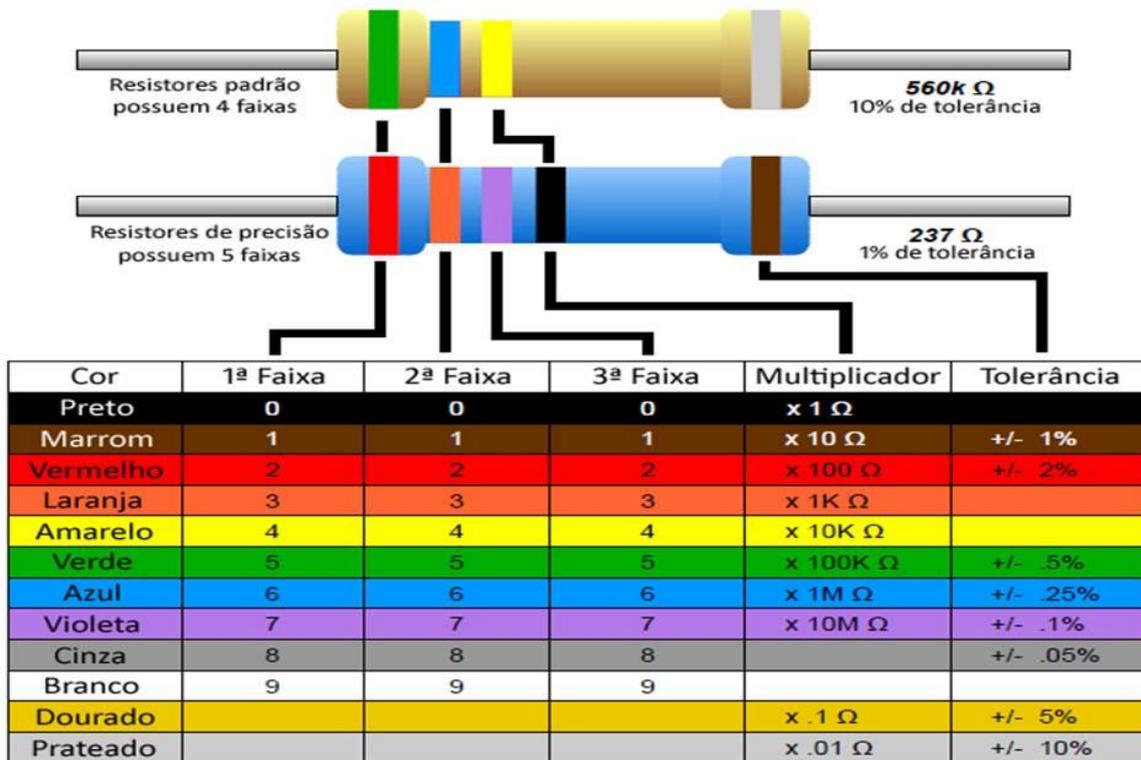


Fig.D. 10 – Código de Cores simplificado para Resistores - Primeira parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Este slide, em particular, será impresso e entregue para cada aluno, pois o objetivo não é fazê-los decorar, mas ensiná-los a consultar uma tabela simplificada para a escolha correta do resistor. A leitura é feita da esquerda para a direita, as duas primeiras faixas correspondem aos números que ficarão na frente da potência de base dez, no caso do resistor de quatro cores. Para o resistor de cinco cores, as três primeiras faixas são os três números que ficarão na frente da potência de base dez. A terceira faixa do resistor de quatro cores, e a quarta faixa do resistor de cinco cores, é referente à potência da base dez. A última faixa de ambos é a sua tolerância, de maneira simples é uma pequena variação que o valor pode ter para mais ou para menos (Fig.D.10).

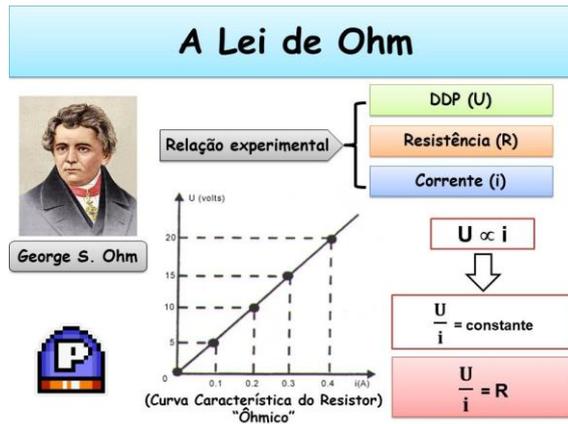


Fig.D. 11 – A Lei de Ohm - Primeira parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Um breve histórico sobre G.S. Ohm e um resumo da relação, no edital dos vestibulares, chamada de Lei de Ohm<sup>20</sup>. Neste momento será usado o aplicativo do grupo PHET chamado de **Lei de Ohm**<sup>21</sup> para que os alunos verifiquem a relação linear entre corrente e tensão explanada no slide (Fig.D.11).

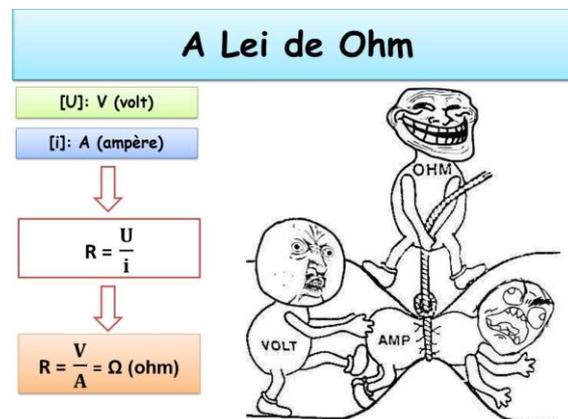


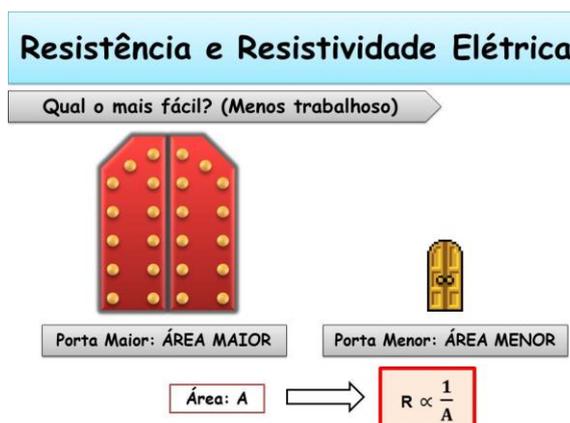
Fig.D. 12 – Analogia lúdica entre DDP, Corrente e Resistência - Primeira parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

<sup>20</sup> Em virtude de grande parte dos materiais utilizarem este formato, o conteúdo “Lei de Ohm e Resistividade Elétrica” está classificado como “1º Lei de Ohm e 2º Lei de Ohm” por questões didáticas.

<sup>21</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/ohms-law](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law)

Para descontrair um pouco a aula temos neste slide (Fig.D.12), com animações, uma exemplificação da relação entre a resistência, a voltagem e a corrente elétrica. Aqui também mostraremos a unidade da resistência elétrica. Finalizando esta parte iniciaremos relação entre Resistência Elétrica e Resistividade Elétrica, utilizando para isso analogias aparentemente não relacionadas à eletricidade, mas que têm mostrado grande efetividade.



**Fig.D. 13 – Analogia 1: Relação entre área e resistência - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Para esta relação abordada no ensino médio, teremos as influências de três fatores na resistência elétrica do material a ser atravessado pela corrente elétrica: Área da secção transversal, comprimento e a composição do material (do que ele é feito). Em todas as situações que serão apresentadas os alunos deverão escolher a que, para eles, seja mais fácil de ser realizada, ou que dê “menos trabalho e canse menos”. Para discutir sobre a área, os alunos serão questionados sobre em qual das duas portas seria mais fácil ou mais difícil passar sabendo que uma é bem pequena e outra é bem grande. A que apresentar maior área é mais fácil de ser atravessada, portanto a dificuldade ou “resistência” é menor quanto maior for a área que a corrente atravessará. Discuta brevemente a simbologia de diretamente e inversamente proporcional para construir passo-a-passo a equação (Fig.D.13).

**Resistência e Resistividade Elétrica**

Qual o mais fácil? (Menos trabalhoso)

$R \propto \frac{1}{A}$




Ponte Maior: MUITO LONGA

Ponte Menor: MUITO CURTA

Comprimento: L

→

R ∝ L

**Fig.D. 14 – Analogia 2: Relação entre Comprimento e Resistência - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Em relação ao comprimento, a situação apresentada será a de duas pontes com extensões diferentes para serem atravessadas a pé. A ponte mais longa “dá mais trabalho” para ser atravessada, demora mais e cansa mais, então a dificuldade nela é maior, portanto a resistência é maior quando o comprimento é maior (Fig.D.14).

**Resistência e Resistividade Elétrica**

Qual o mais fácil? (Menos trabalhoso)

$R \propto \frac{1}{A}$

$R \propto L$




Jogadores Fortes:  
Estrutura da Substância de  
GRANDE resistividade

Jogador Fracote:  
Estrutura da Substância de  
PEQUENA resistividade

Resistividade:  $\rho$

→

R ∝  $\rho$

**Fig.D. 15 – Analogia 3: Relação entre resistividade e resistência - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Solicite que os alunos imaginem um corredor de sua casa ou da escola que deverão atravessar, porém, em duas situações diferentes. Na primeira

situação eles precisarão passar pelos principais melhores Jogadores da linha de defesa da NFL de 2011<sup>22</sup>. Visualmente os alunos perceberão que não será fácil pelo porte físico e tipo de esporte que estes jogadores praticam. Na segunda situação os alunos terão que atravessar o mesmo corredor de antes, porém quem tentará impedi-los será somente UM jogador de porte físico pequeno pelo qual é fácil passar, no exemplo dado estamos mostrando o jogador Peter Crouch<sup>23</sup>. Estes fatos serão ligados às características da substância que compõe o material a ser atravessado pela corrente elétrica, a resistividade elétrica. Os alunos serão os portadores de carga e os jogadores representarão a dificuldade que o material irá oferecer por causa da sua constituição. Dadas as mesmas dimensões do material, quanto mais fácil for atravessá-lo, menor é a resistividade elétrica do material então, menor será sua resistência elétrica (Fig.D.15).

**Resistência e Resistividade Elétrica**

Qual o mais fácil? (Menos trabalhoso)

$R \propto \frac{1}{A}$

$R \propto L$

$R \propto \rho$

Resistividade:  $\rho$

Comprimento:  $L$

Área:  $A$

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



Condutores	$\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )
Prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Alumínio	$2,6 \cdot 10^{-8}$
Nicromo (liga de Ni+Cr)	$30,2 \cdot 10^{-8}$

Isolantes	$\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )
Vidro	de $10^{10}$ a $10^{14}$
Enxofre	$10^{15}$
Quartzo	$7,5 \cdot 10^{17}$

**Condutividade X Resistividade**

**Fig.D. 16 – Relação entre Resistência Elétrica e Resistividade, Comprimento e Área - Primeira parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Condensando as três situações apresentadas, apresente a equação do ensino médio referente à segunda lei de Ohm. Neste momento use o aplicativo do grupo PHET chamado de **Resistência em um Fio**<sup>24</sup> para trabalhar com as grandezas envolvidas na equação. Na tabela analisaremos alguns valores de

<sup>22</sup> <http://proxy.espn.com/blog/dallas/cowboys/tag?name=david-harris>. Consultado em 06/2016.

<sup>23</sup> [https://aminoapps.com/c/sofutebol/page/blog/peter-crouch-grande-jogador/LR86\\_62t8uwmn252VvaVJPnp7RLZbdm4v5](https://aminoapps.com/c/sofutebol/page/blog/peter-crouch-grande-jogador/LR86_62t8uwmn252VvaVJPnp7RLZbdm4v5). Consultado em 06/2016.

<sup>24</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/resistance-in-a-wire](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/resistance-in-a-wire)

resistividade elétrica para condutores e isolantes e, de acordo com conteúdos presentes nas provas do ENEM, discuta simplificadamente a relação entre condutividade e resistividade (Fig.D.16).

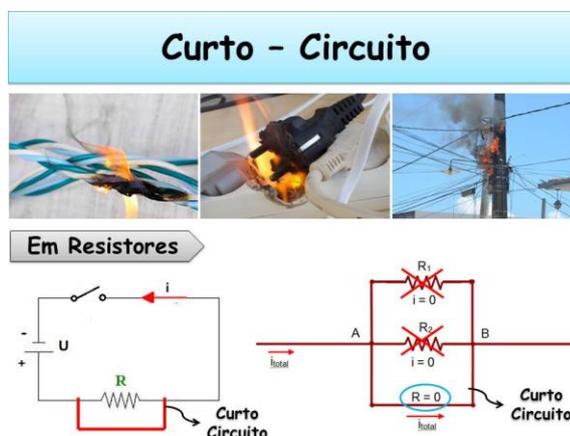


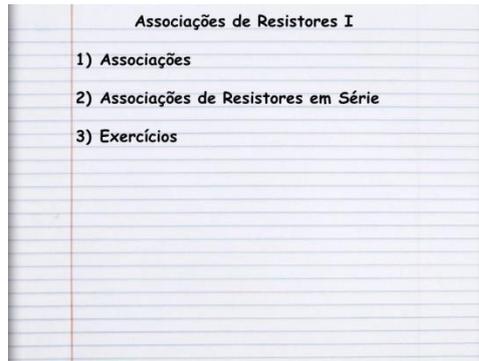
Fig.D. 17 – Breve explicação sobre curto-circuito em resistores - Primeira parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Ainda de acordo com situações expostas nas provas do ENEM e para fechar a primeira parte da aula do SMP, trate do curto-circuito em resistores, mas antes discuta o que os alunos pensam sobre o curto-circuito, após isso mostre três fotos aleatórias de situações graves que envolvam o curto circuito<sup>25</sup>. Defina o fio de curto-circuito como um caminho fácil para a corrente elétrica e, como nos esquemas apresentados no slide, está desviando-a do resistor. O resistor apenas não será mais percorrido pela corrente elétrica, porém demais áreas do circuito podem apresentar danos com consequências perigosas relacionadas ao efeito joule (Fig.D.17).

<sup>25</sup> <http://blog.murrelektronik.com.br/curto-circuito-tornar-incendio/>  
<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/05/como-evitar-curto-circuito-na-rede-eletrica-domestica.html> Consultado em 06/2016.  
<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2011/10/curto-circuito-termina-em-fogo-e-deixa-bairro-sem-energia-em-joao-pessoa.html> Consultado em 06/2016.

## PARTE 2: ASSOCIAÇÕES EM SÉRIE



Associações de Resistores I

- 1) Associações
- 2) Associações de Resistores em Série
- 3) Exercícios

Fig.D. 18 – Sumário da segunda parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

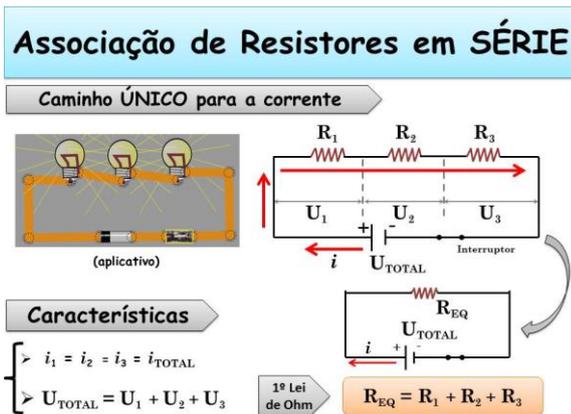
Neste slide (Fig.D.18) teremos apenas a apresentação do conteúdo que será trabalhado.



Fig.D. 19 – Introdução sobre as Associações de Resistores - Segunda parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Uma breve introdução como forma de despertar a curiosidade no motivo para associar resistores (Fig.D.19). Discuta sobre a organização que as associações trazem e a adequação que podemos fazer para tentar sanar a nossa necessidade com o que tivermos disponível. Para os alunos pensarem deixe quatro tópicos em aberto, segurança, economia, praticidade e efeitos, com o seguinte questionamento: você acha que é possível atingir um ou mais tópicos com associações de resistores?



**Fig.D. 20 – Esquemas e Aplicativo sobre Associação em Série - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Inicie mostrando os esquemas da associação em série entre os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  que serão percorridos pela mesma corrente  $i$ . Cada um estará submetido a uma diferença de potencial  $U_1$ ,  $U_2$  e  $U_3$ , sendo  $U_{TOTAL}$  a soma destes valores, conforme descrito nas características. Discuta a dedução da equação referente ao cálculo do Resistor Equivalente da associação em Série (Fig.D.20).

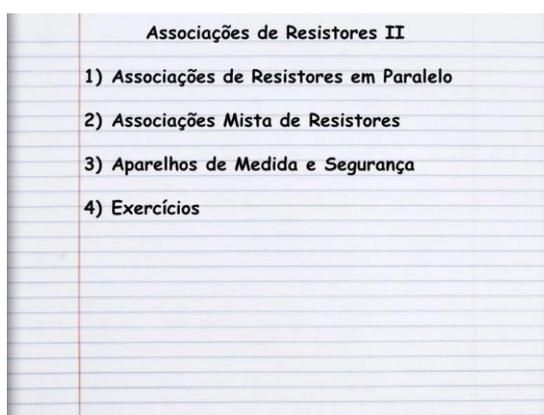


**Fig.D. 21 – Resumo sobre a Associação em Série de Resistores - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Para fechar o conteúdo de associações de resistores em Série, trabalhe as vantagens e desvantagens deste circuito. Após finalizar as explicações, inicie as atividades de construção de circuitos elétricos com o aplicativo do grupo PHET, disponibilizados gratuitamente, chamado de **Circuito Elétrico com CA e CC (Kit de construção)**<sup>26</sup>. Este aplicativo também será usado para trabalhar com as associações em paralelo e mistas que serão vistas posteriormente. Por se tratar de um aplicativo pequeno (2 Mb) os alunos podem baixá-lo pelo WI-FI da própria escola. Caso a escola disponha de laboratórios de informática, o professor pode instalar os aplicativos previamente nos computadores disponíveis. Com os aplicativos em uso, peça para que os alunos reproduzam os circuitos que estudaram e tentem criar outros baseados nestes (Fig.D.21).

### PARTE 3 ASSOCIAÇÕES EM PARALELO



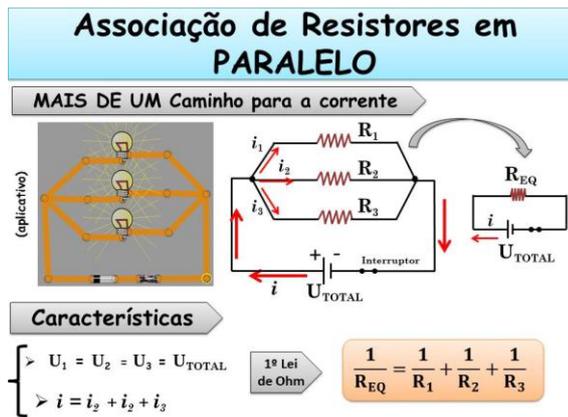
Associações de Resistores II	
1)	Associações de Resistores em Paralelo
2)	Associações Mista de Resistores
3)	Aparelhos de Medida e Segurança
4)	Exercícios

Fig.D. 22 – Sumário da aula a ser iniciada.

Nesta parte (Fig.D.22) teremos apenas a apresentação do conteúdo que será trabalhado.

---

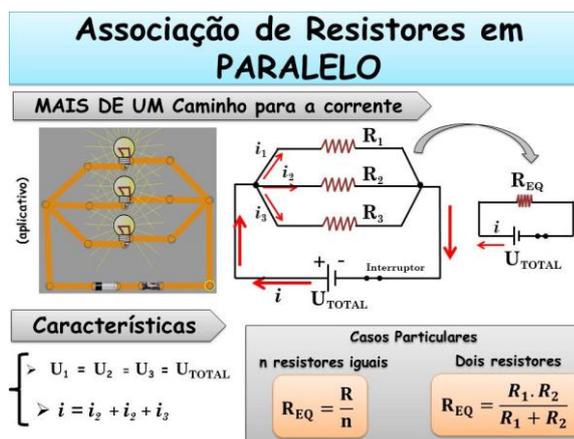
<sup>26</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac)



**Fig.D. 23 – Aplicativo e Esquema sobre a Associação em Paralelo de Resistores - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Analogamente a como foi trabalhado o conteúdo de associação em série de resistores, trataremos a parte teórica da associação em paralelo começando por mostrar a imagem do circuito elétrico em paralelo que foi montado com a aplicativo que eles usarão. Após isso discuta as características desta associação e finalize com a dedução da equação referente ao Resistor Equivalente (Fig.D.23).



**Fig.D. 24 – Equações para cálculos específicos comuns no vestibular - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Após explicar as características, resuma algumas situações comuns de vestibular. Associações em paralelo com  $n$  resistores iguais e com apenas dois resistores. Ao final trabalhe a construção virtual de circuitos elétricos utilizando os aplicativos do PHET já mencionados (Fig.D.24).



**Fig.D. 25 – Resumo sobre as Associações em Paralelo de Resistores - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

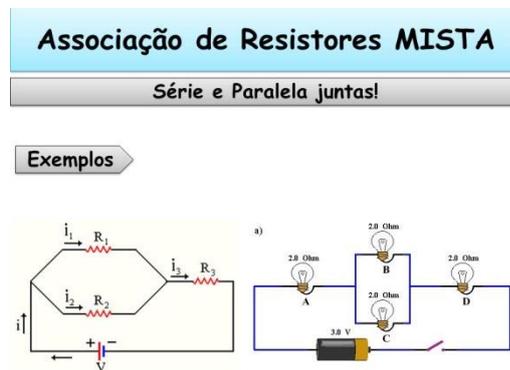
Instigue os alunos a confrontarem as informações que obtiveram sobre os dois tipos de circuitos para que verifiquem os prós e contras de cada um (Fig.D.25).



**Fig.D. 26 – Alerta sobre equipamentos de qualidade duvidosa nas associações em Paralelo de Resistores - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

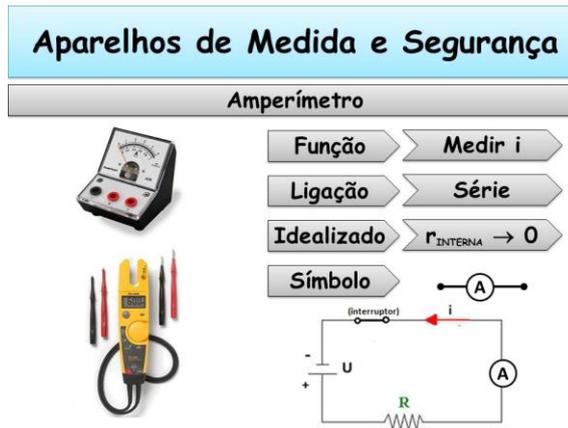
Com o objetivo de informar os alunos sobre os riscos que materiais piratas usados rotineiramente oferecem, trate neste slide sobre os excessos de associações em paralelo e os problemas que podem trazer. Realize uma demonstração virtual no aplicativo de construção de circuitos do PHET de uma situação em que os excessos de associações em paralelo causam problemas na fonte de energia do circuito o que, numa situação real, poderia representar uma das imagens do slide (Fig.D.26).



**Fig.D. 27 – Esquemas sobre Associações Mistas de Resistores - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Fechando o conteúdo dos tipos básicos de associações, teremos a associação mista de resistores (Fig.D.27). O objetivo deste slide é fazer os alunos perceberem que suas residências são associações mistas. Tente montar com eles a estrutura elétrica de suas residências. Evite detalhamentos matemáticos neste momento, pois estes serão trabalhados nos exercícios para vestibular.



**Fig.D. 28 – Resumo sobre o Amperímetro - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Pensando na preparação para o vestibular, pois este conteúdo consta nos editais do ENEM, UFAM, UEA e demais vestibulares, além de prepará-los para utilização prática de aparelhos de medida, trabalhe neste slide o voltímetro inicialmente. Discuta a função deste equipamento, o tipo de ligação que deve ser feita para utilizá-lo, o caso ideal e a sua simbologia nos esquemas de circuitos elétricos (Fig.D.28).



**Fig.D. 29 – Resumo sobre o Voltímetro - Segunda parte do SMP.**

(Fonte: Arquivo do Autor)

Em seguida trate do amperímetro (Fig.D.29) e a título de curiosidade analise o Ohmímetro (caso o tempo não esteja escasso). Analogamente ao

Voltímetro, trabalhe todas as características do Amperímetro. Após esta discussão verifique os equipamentos disponíveis no laboratório para que os alunos saibam como fazer o Multímetro (ou multi-teste, como às vezes é chamado) ser configurado para medir o que for de necessidade no momento.



Fig.D. 30 – Resumo sobre os Fusíveis e Disjuntores - Segunda parte do SMP.

(Fonte: Arquivo do Autor)

Fechando o conteúdo básico de eletrodinâmica necessário aos vestibulares e ao projeto que será desenvolvido, trabalhe com os aparelhos para interrupção de corrente elétrica (Fig.D.30). Ambos têm a função de proteger o circuito de eventuais sobrecargas. O fusível funde ao ser atravessado por uma corrente elétrica de intensidade superior aquela especificada para ele. O disjuntor se move, por efeitos magnéticos da corrente elétrica, e deixa o circuito “aberto”. Não trate dos detalhes específicos do funcionamento de cada um, apenas sua função.

A seguir temos algumas sugestões de exercícios de vestibulares (nacionais e regionais) para serem trabalhados em sala. Estes foram separados por conteúdos na mesma sequência em que foram ministrados durante o SMP.

## Conteúdo 1: CORRENTE ELÉTRICA

1) A frase “O calor do cobertor não me aquece direito” encontra-se em uma passagem da letra da música “Volta”, de Lupicínio Rodrigues. Na verdade, sabe-se que o cobertor não é uma fonte de calor e que sua função é a de isolar termicamente nosso corpo do ar frio que nos cerca. Existem, contudo, cobertores que, em seu interior, são aquecidos eletricamente por meio de uma malha de fios metálicos nos quais é dissipada energia em razão da passagem de uma corrente elétrica. Esse efeito de aquecimento pela passagem de corrente elétrica, que se observa em fios metálicos, é conhecido como

- a) efeito Joule.
- b) efeito Doppler.
- c) efeito estufa.
- d) efeito termoiônico.
- e) efeito fotoelétrico.

2) Os seguintes aparelhos são aplicações práticas do efeito de aquecimento de um fio devido à corrente elétrica, EXCETO:

- a) chuveiro elétrico.
- b) ferro elétrico de passar.
- c) lâmpada de incandescência.
- d) flash de máquina fotográfica.

3) Em relação à corrente elétrica, considere as afirmativas a seguir.

I – A corrente elétrica é uma grandeza escalar, definida como a razão entre a variação da quantidade de carga elétrica que flui em um meio em um intervalo de tempo.

II – A corrente elétrica convencional descreve o fluxo de cargas elétricas positivas.

III – Os elétrons fluem no interior dos metais com a velocidade da luz.

IV – O campo elétrico é o responsável por fazer cargas elétricas se movimentarem em um circuito elétrico.

Assinale a alternativa CORRETA.

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e III são corretas.

- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

4) Uma das aplicações dos raios X é na observação dos ossos do corpo humano. Os raios X são obtidos quando elétrons emitidos por um filamento aquecido são acelerados por um campo elétrico e atingem um alvo metálico com velocidade muito grande. Se  $1,0 \cdot 10^{18}$  elétrons ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ) atingem o alvo por segundo, a corrente elétrica no tubo, em A, é de:

- a)  $8 \cdot 10^{-38}$
- b) 0,08
- c) 0,16
- d)  $0,32 \cdot 10^{-1}$
- e) 3,20

5) A corrente de 0,3 A que atravessa o peito pode produzir fibrilação (contrações excessivamente rápidas das fibrilas musculares) no coração de um ser humano, perturbando o ritmo dos batimentos cardíacos com efeitos possivelmente fatais. Considerando que a corrente dure 2,0 min, o número de elétrons que atravessam o peito do ser humano vale:

Dados: carga do elétron =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

- a)  $5,35 \cdot 10^2$
- b)  $1,62 \cdot 10^{-19}$
- c)  $4,12 \cdot 10^{18}$
- d)  $2,45 \cdot 10^{18}$
- e)  $2,25 \cdot 10^{20}$

6) A enguia elétrica ou poraquê, peixe de água doce da região amazônica chega a ter 2,5 m de comprimento e 25 cm de diâmetro.

Na cauda, que ocupa cerca de quatro quintos do seu comprimento, está situada a sua fonte de tensão – as eletroplacas. Dependendo do tamanho e da vitalidade do animal, essas eletroplacas podem gerar uma tensão que passe de 600V e uma corrente de 2,0 A, em pulsos que duram cerca de 3,0 milésimos de segundo, dependendo do tamanho e da vitalidade da Enguia. Esta descarga é suficiente para atordoar uma pessoa ou matar pequenos animais. Numa descarga elétrica da enguia sobre um animal, o número de cargas elétricas

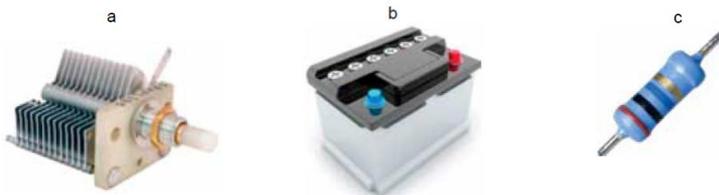
elementares que percorre o corpo do animal, a cada pulso, pode ser estimado em:

Dado: carga elementar =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

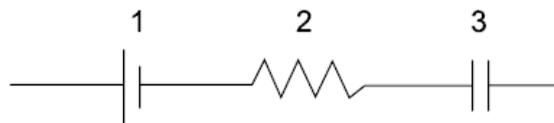
- a)  $5 \cdot 10^6$
- b)  $1 \cdot 10^9$
- c)  $2 \cdot 10^{12}$
- d)  $4 \cdot 10^{16}$
- e)  $8 \cdot 10^{18}$

## Conteúdo 2: LEIS DE OHM

1) Considere os componentes eletrônicos a, b e c.



Uma montagem com esses componentes está representada na figura a seguir.



A associação correta entre 1, 2 e 3 com a, b e c é

- a) 1a, 2b e 3c.
- b) 1a, 2c e 3b.
- c) 1b, 2a e 3c.
- d) 1b, 2c e 3a.
- e) 1c, 2a e 3b.

2) Embora as correntes elétricas sejam essenciais no funcionamento do corpo, correntes de fontes externas fluindo através de órgãos vitais do corpo podem causar danos ou mesmo morte. A intensidade da corrente que flui através do corpo, proveniente de uma fonte externa, depende da voltagem aplicada e da resistência do

corpo. A resistência da pele no local de contato é o fator principal que limita a corrente. Pele seca terá uma resistência alta, mas pele úmida ou molhada terá resistência baixa. A resistência típica medida entre o pé e a mão ou entre as duas mãos é da ordem de  $10^5 \Omega$  ou maior, quando a pele estiver seca, mas pode ser 1% desse se a pele estiver úmida ou molhada. A resistência total do corpo entre mãos suadas é tipicamente  $1500 \Omega$ . Uma pessoa pode morrer se uma corrente elétrica da ordem de 50 mA passar perto do coração. Considere a situação na qual uma pessoa, trabalhando com as mãos suadas, toca em dois fios desencapados, um em cada mão. Nesta situação, podemos concluir que a menor diferença de potencial entre os fios capaz de produzir um choque mortal é de:

- a) 750 V
- b) 220 V
- c) 110 V
- d) 75 V
- e) 7,5 V

3) Frequentemente observamos pássaros pousarem sobre os fios de alta tensão sem que sejam eletrocutados ou que sofram qualquer outro dano físico.



Isso ocorre porque

- a) os pássaros são aves perfeitamente isolantes.
- b) os pássaros identificam fios de baixa potência elétrica para pousarem.
- c) os pés dos pássaros não proporcionam resistência à corrente elétrica.
- d) a diferença de potencial produzida entre os pés dos pássaros é baixa.
- e) os pássaros, ao tocarem os pés no fio, tornam-se resistores ôhmicos.

4) Para a construção de 3 circuitos elétricos, foram entregues a alguns alunos três resistores e três fontes de tensão para serem usados em uma montagem com base na tabela.

Circuito	Fonte de tensão	Resistência do resistor
X	U	R
Y	4U	$\frac{R}{4}$
Z	$\frac{U}{4}$	4R

É correto afirmar que a intensidade das correntes elétricas  $i_X$ ,  $i_Y$  e  $i_Z$ , que atravessam os resistores dos circuitos X, Y e Z, respectivamente, segue a relação

- a)  $i_X > i_Z > i_Y$ .
- b)  $i_Z < i_X < i_Y$ .
- c)  $i_X > i_Y = i_Z$ .
- d)  $i_Y = i_X > i_Z$ .
- e)  $i_X = i_Y = i_Z$

5) Todo fio condutor elétrico sempre oferece alguma resistência à passagem da corrente elétrica. Essa resistência depende de quatro fatores: comprimento do fio, área de seção transversal, temperatura, e tipo de material de que é fabricado. Um aluno de física dispõe, numa aula prática de eletricidade, um fio condutor de comprimento  $L$  e área de seção transversal  $A$ , cuja resistividade  $\rho$  do material do fio é desconhecida. Aplicou uma tensão de  $2V$  sobre o fio e mediu, com um amperímetro, uma corrente de  $0,1A$ . O professor da disciplina perguntou ao aluno qual seria a resistência do fio se o comprimento do fio fosse duplicado e a área de seção transversal reduzida à metade, nas mesmas condições de temperatura. O aluno que conhecia toda a teoria a respeito da resistência de condutores e de sua relação com a resistividade, respondeu que o valor da nova resistência seria de:

- a)  $20\Omega$
- b)  $40\Omega$
- c)  $50\Omega$
- d)  $60\Omega$
- e)  $80\Omega$

6) O peixe elétrico possui células denominadas eletroplacas capazes de produzir uma diferença de potencial (d.d.p.) elétrico. Tipicamente, o conjunto dessas células gera uma d.d.p. de  $600 V$  entre as extremidades do peixe. Uma pessoa com mãos molhadas resolve segurar com cada mão uma extremidade

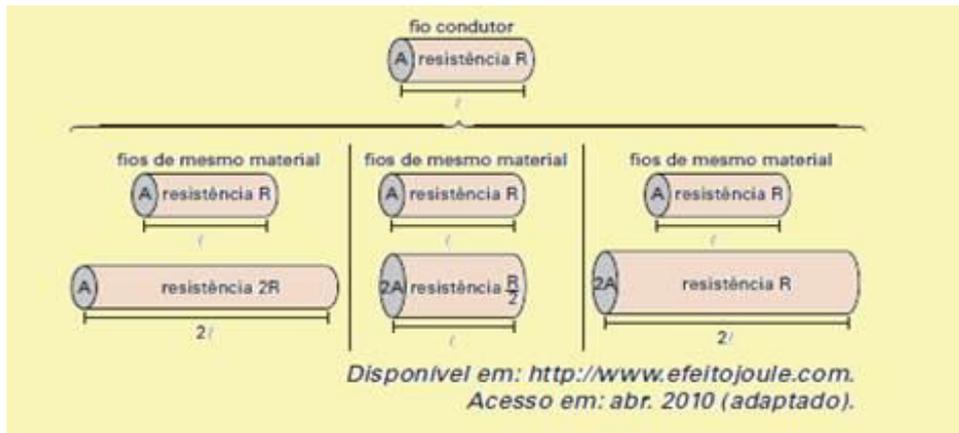
de um peixe elétrico retirado de um aquário. Considere que as resistências equivalentes do peixe e do corpo humano nessas condições sejam, respectivamente,  $2 \text{ k}\Omega$  e  $16 \text{ k}\Omega$ . As alternativas a seguir descrevem aproximadamente as consequências de um choque recebido por uma pessoa em cada intervalo de corrente  $i$ , onde  $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$ . Qual das alternativas corresponde à situação experimentada pela pessoa ao segurar o peixe elétrico?

- a)  $i < 1 \text{ mA}$ : choque praticamente imperceptível.
- b)  $1 \text{ mA} < i < 10 \text{ mA}$ : sensação desagradável, contrações musculares.
- c)  $10 \text{ mA} < i < 19 \text{ mA}$ : sensação dolorosa, contrações violentas, risco de morte.
- d)  $19 \text{ mA} < i < 100 \text{ mA}$ : contrações violentas, asfixia, morte aparente, com possibilidade de reanimação.
- e)  $i > 100 \text{ mA}$ : asfixia imediata, fibrilação ventricular, morte.

7) Chama-se “gato” uma ligação elétrica clandestina entre a rede e uma residência. Usualmente, o “gato” infringe normas de segurança, porque é feito por pessoas não especializadas. O choque elétrico, que pode ocorrer devido a um “gato” malfeito, é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano. Considere a resistência do corpo humano como  $10^5 \Omega$  para pele seca e  $10^3 \Omega$  para pele molhada. Se uma pessoa com a pele molhada toca os dois polos de uma tomada de  $220 \text{ V}$ , a corrente que a atravessa, em A, é

- a)  $2,2 \cdot 10^5$
- b)  $2,2 \times 10^3$
- c) 4,5
- d)  $2,2 \times 10^{-1}$
- e)  $2,2 \cdot 10^{-3}$

8) A relação da resistência elétrica com as dimensões do condutor foi estudada por um grupo de cientistas por meio de vários experimentos de eletricidade.

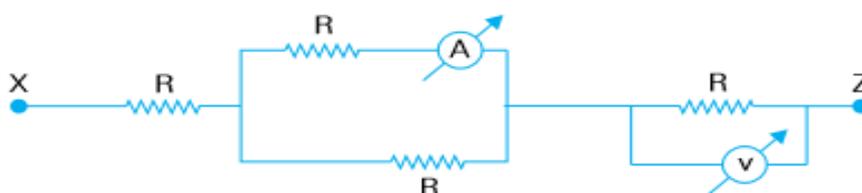


Eles verificaram que existe proporcionalidade entre: resistência ( $R$ ) e comprimento ( $l$ ), dada a mesma seção transversal ( $A$ ); resistência ( $R$ ) e área da seção transversal ( $A$ ), dado o mesmo comprimento ( $l$ ) e comprimento ( $l$ ) e área da seção transversal ( $A$ ), dada a mesma resistência ( $R$ ). Considerando os resistores como fios, pode-se exemplificar o estudo das grandezas que influem na resistência elétrica utilizando as figuras seguintes. As figuras mostram que as proporcionalidades existentes entre resistência ( $R$ ) e comprimento ( $l$ ), resistência ( $R$ ) e área da seção transversal ( $A$ ), e entre comprimento ( $l$ ) e área da seção transversal ( $A$ ) são, respectivamente:

- a) direta, direta e direta.
- b) direta, direta e inversa.
- c) direta, inversa e direta.
- d) inversa, direta e direta.
- e) inversa, direta e inversa.

### Conteúdo 3: ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

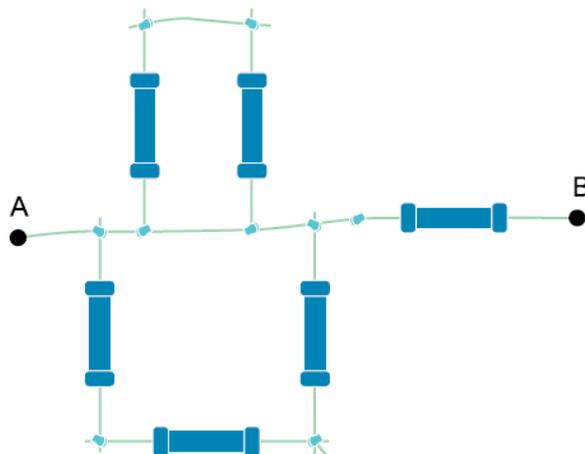
1) A figura mostra um circuito simples, formado por quatro resistores idênticos, um amperímetro e um volímetro ideais, todos ligados entre dois pontos X e Z, e submetidos a uma diferença de potencial entre os extremos da associação.



Sabendo-se que o amperímetro indica 1,0A e o voltímetro 12V, o valor da resistência equivalente entre os extremos X e Z é de:

- a) 15Ω.
- b) 8,0Ω.
- c) 10Ω.
- d) 6,0Ω.
- e) 12Ω.

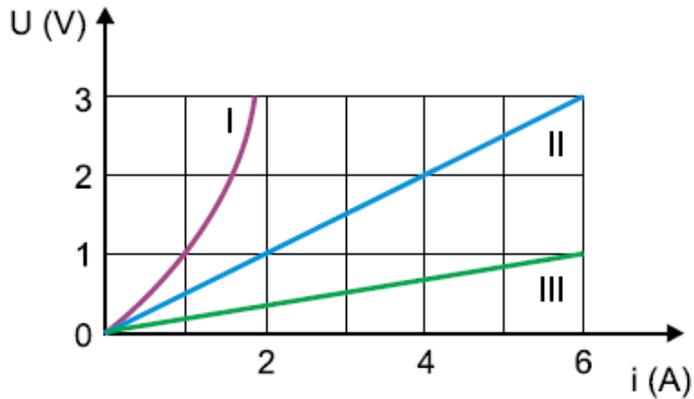
2) Resistores idênticos de valor 20 Ω e alguns pedaços de fio de resistência elétrica desprezível foram soldados aleatoriamente por um garoto que brincava com o ferro de soldar de seu pai, sendo obtido o arranjo representado a seguir.



A resistência equivalente entre os pontos A e B desse circuito tem valor:

- a) 20 Ω.
- b) 40 Ω.
- c) 50 Ω.
- d) 70 Ω.
- e) 80 Ω.

3) Três resistores I, II e III foram submetidos a um ensaio de tensão e corrente, a partir do qual foi construído o gráfico a seguir.



O resistor que possui maior resistência elétrica e que tem um comportamento ôhmico é o:

- I, com resistência de  $1 \Omega$ .
- I, com resistência de  $6 \Omega$ .
- II, com resistência de  $0,5 \Omega$ .
- II, com resistência de  $2 \Omega$ .
- III, com resistência de  $6 \Omega$ .

4) Considere as seguintes afirmativas sobre as características básicas das ligações em paralelo de um circuito de malha única:

I. Cada dispositivo é conectado aos mesmos dois pontos do circuito. Portanto, a voltagem é a mesma sobre cada um dos dispositivos.

II. Cada dispositivo conecta os mesmos dois pontos do circuito. Portanto, a corrente é a mesma através de cada um deles.

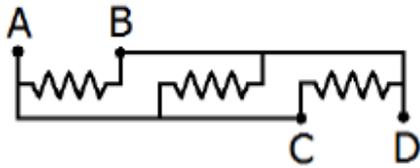
III. O valor da corrente em cada ramo do circuito é inversamente proporcional à resistência de cada ramo.

IV. Quando o número de ramos paralelos aumenta, a resistência equivalente do circuito diminui.

Assinale a alternativa correta:

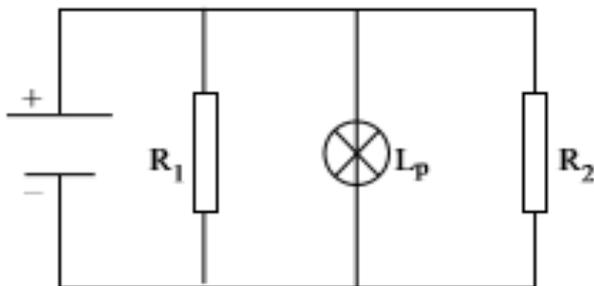
- Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- Somente as afirmativas I, III e IV estão corretas.
- Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- Somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.
- Todas as afirmativas estão corretas.

5) Dispondo de três resistores de  $30\Omega$ , um grupo de alunos montou o circuito indicado na figura a seguir:



Assinale a alternativa INCORRETA:

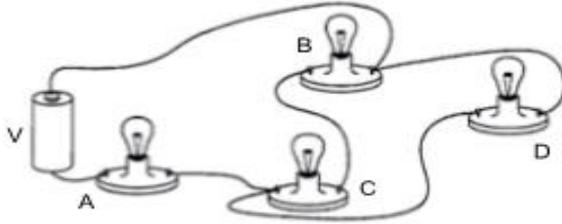
- a) A resistência equivalente entre os pontos A e D vale  $90\Omega$ .
  - b) A resistência equivalente entre os pontos A e B vale  $10\Omega$ .
  - c) A resistência equivalente entre os pontos B e D é nula.
  - d) A resistência equivalente entre os pontos A e D vale  $10\Omega$ .
  - e) Ligando os pontos A e D aos terminais de uma bateria de  $12V$ , a corrente que atravessa cada resistor será de  $0,4A$ .
- 6) O esquema apresenta um circuito elétrico em paralelo. Admita que  $R_1$  e  $R_2$  são resistores e  $L_p$ , uma lâmpada.



Se retirarmos o resistor  $R_1$ , a lâmpada  $L_p$

- a) apagará.
- b) aumentará seu brilho.
- c) diminuirá seu brilho.
- d) queimará.
- e) manterá seu brilho como antes de o resistor  $R_1$  ser retirado.

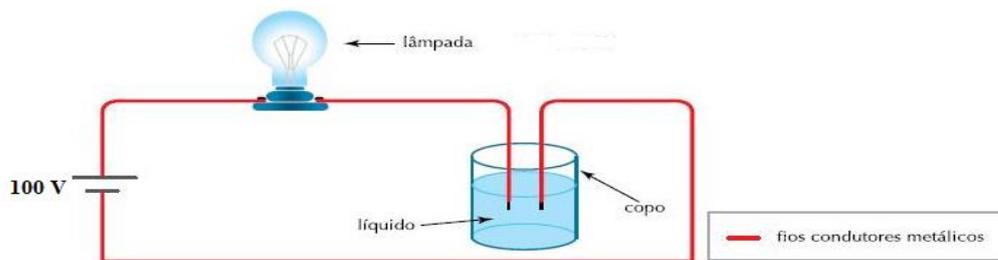
7) As lâmpadas A, B, C e D são idênticas e estão ligadas à fonte de tensão  $V$ , conforme esquematizado na figura. Considere que inicialmente todas as lâmpadas estão acesas.



Se a lâmpada D queimar, é correto afirmar que

- a) A, B e C apagarão.
- b) A, B e C permanecerão acesas.
- c) somente B apagará.
- d) somente A e C apagarão.
- e) somente A e B permanecerão acesas.

8) Um circuito empregado em laboratórios para estudar a condutividade elétrica de soluções aquosas é representado por este esquema:



O circuito está submetido a uma diferença de potencial de 100 V e no filamento da lâmpada, a cada 8 segundos, passam 20 C de carga elétrica. Qual a resistência elétrica da lâmpada em ohms?

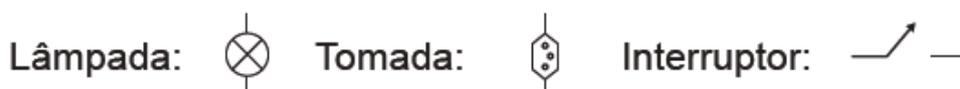
Qual deve ser a resistência elétrica do líquido no copo para que uma corrente elétrica de 2 A surja no circuito?

9) A extensão elétrica é amplamente utilizada em residências. Nada mais é do que um circuito em paralelo adicionado a outro circuito em paralelo (sua residência). Supondo o uso de uma extensão de 5 entradas, onde serão conectados 5 carregadores de celular, cada um com uma resistência média de 20 kΩ, ligada a rede elétrica de 110 V. Todo fio utilizado em ligações e equipamentos tem sua tolerância à corrente elétrica (valor máximo que suportam sem derreter). Para sua segurança, ao fazer estas ligações, qual deve ser o valor MÍNIMO da tolerância à corrente elétrica nos fios utilizados na extensão?

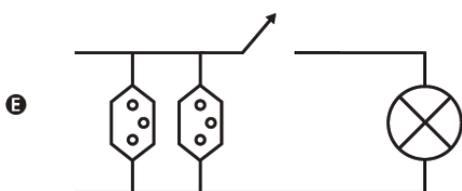
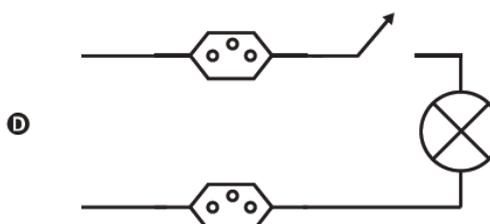
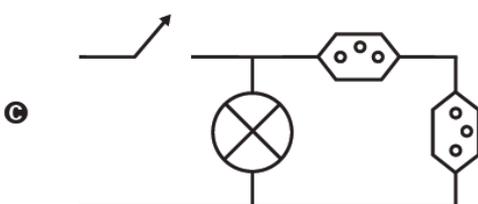
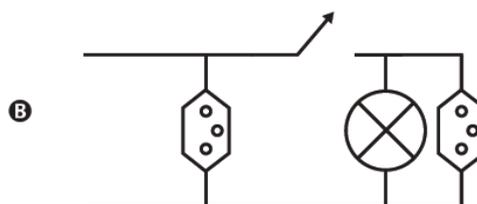
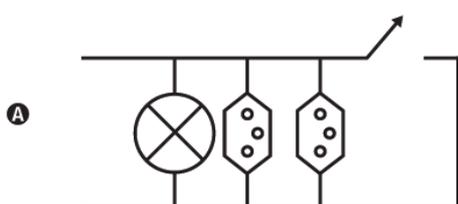
10) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” – Pensou.

Símbolos adotados:



Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



Após a finalização deste conteúdo, inicie os trabalhos com o aplicativo do grupo PHET citado anteriormente. Peça para que os alunos tentem reproduzir uma parte de suas próprias residências. É importante que o professor não faça os circuitos elétricos, apenas que oriente os alunos nestas construções.

## TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO (TMP)

O TMP será dividido em duas partes: uma parte conceitual e uma parte prática. O tempo de atividade na escola, por turma, para cada uma das partes, será de duas 2 horas-aula, de preferência em tempos geminados.

- **Primeira Parte do TMP: Seminários**

Oriente os alunos a fazerem um levantamento bibliográfico sobre o conteúdo afim de que preparem seminários para serem apresentados em sala. É importante delimitar temas para que as pesquisas não se dispersem. Como sugestão, indique as pesquisas listadas na tabela Tab.D.3 a seguir.

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Origem dos circuitos elétricos e sua importância.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>O que seria do Brasil sem eletricidade? Impactos sociais, econômicos e políticos.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Grandes nomes da Eletricidade: cientistas e suas contribuições.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Tipo de circuitos elétricos e suas aplicações.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Segurança e normas de instalações elétricas residenciais.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Ligações clandestinas: riscos gerais, código penal, ética e cidadania.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>O futuro dos circuitos elétricos: avanços tecnológicos, nanotecnologia, modernização, a importância das máquinas eletrônicas, etc.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Mitos, crenças e lendas urbanas envolvidas com a eletricidade.</b></li></ul>

**Tab.D. 3 – Sugestões de Temas para os seminários do TMP.**

(Fonte: O Autor)

Caso o professor ache interessante trabalhar outros temas, há total liberdade para a inserção destes nas pesquisas.

Para a apresentação, os seguintes critérios devem ser seguidos para a fluidez dos trabalhos em cada turma:

- Grupos de 5 alunos;
- Tempo máximo de apresentação: 8 minutos;
- Todos os integrantes devem se expressar;
- O uso de Datashow, experiências, dinâmicas de grupo, etc., são permitidas desde que não ultrapassem o limite de tempo.

Os critérios e especificações citados aqui tomam como base turmas com 40 alunos em *média*. Os critérios devem ser adequados à situação de cada turma. É importante fornecer uma margem de tempo para que os grupos se organizem e arrumem seus materiais. Neste trabalho fornecemos em torno de 2 minutos para cada grupo, totalizando 80 minutos de atividades expositivas. Reserve os 10 minutos restantes das 2 horas-aula para a exibição, novamente, dos equipamentos descritos como **circuito A** e **circuito B**. Porém nesta nova exibição as tampas dos circuitos deverão ser previamente trocadas sem o conhecimento dos alunos para que um circuito se comporte como o outro. Demonstre rapidamente o que ocorre em ambos ao se retirar uma das lâmpadas, depois o que ocorre ao se retirar a segunda lâmpada e aplique o questionário a seguir.



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



<b>Instituição:</b>	
<b>Professor:</b>	
<b>Aluno (a):</b>	<b>Data:</b>

## QUESTIONÁRIO Nº2

1. Qual dos dois circuitos está com associação em Paralelo e qual está em série?
2. O circuito “B” é inútil?

3. O que é comum, fisicamente, entre os equipamentos ligados no circuito A?
4. O que é comum, fisicamente, entre os equipamentos ligados no circuito B?
5. Qual dos dois representa a ligação do disjuntor geral com a sua casa?
6. Qual dos dois representa o funcionamento das tomadas da sua casa?

Oriente os alunos a serem breves nas respostas evitando assuntos não relacionados ao que foi verificado na demonstração do professor, porém deixando claro que há permissão para observações e questionamentos pertinentes ao tema. Este questionário servirá para a comprovação da evolução do conhecimento dos alunos sobre o tema trabalhado. É interessante realizar esta comparação por meio de gráficos que relacionem o desempenho dos alunos na primeira aplicação do questionário com o desempenho atual.

- **Segunda Parte do TMP: Exposição de Projetos**

Esta fase é a culminância dos Três Momentos Pedagógicos. Na aula seguinte a reaplicação dos questionários os alunos deverão ser orientados a desenvolver projetos baseados nos temas trabalhados nos seminários não limitando suas pesquisas somente a situações de aplicação imediata. O professor deve deixá-los livres para pesquisar e desenvolver atividades e equipamentos de acordo com suas próprias motivações e curiosidades. Para os alunos que desejem trabalhar com ideias “futuristas” é importante fornecer a eles meios para prosseguirem nestas atividades tendo em mente que estarão trabalhando com *protótipos*. Nesta fase o professor deve apenas mediar o desenvolvimento e continuar a instigar os alunos com provocações científicas tais como: *“algum ente querido seu está com alguma dificuldade? O que você pode fazer para ajudá-lo a sanar esta dificuldade com os conhecimentos que você adquiriu?”*.

É importante o diálogo com a direção da escola para que estas atividades possam ser exibidas para a comunidade em formato de feira de ciências. Se houver possibilidade será muito produtivo que estas sejam

realizadas pelo período matutino e vespertino a depender do acordo existente entre os alunos, o professor e a direção escolar. Selecione membros dos grupos para o revezamento nas exposições dos projetos.

Por fim, deve ser realizada uma votação para a escolha dos 3 principais projetos desenvolvidos que abarquem inovações e potenciais aplicações sociais, econômicas, educacionais e/ou científicas. Caso haja a possibilidade, realize premiações para os selecionados em forma de medalhas, certificados, etc.

### **Sugestão: Avaliação do Projeto**

É interessante avaliar as impressões e opiniões dos alunos acerca da aplicação dos Três Momentos Pedagógicos. Elabore um questionário com perguntas simples e diretas para ser aplicado após a culminância do projeto. O Apêndice E traz um modelo de questionário de avaliação do projeto.

## **REFERÊNCIAS**

AXT, R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991, p. 18-46.

AXT, R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991, p. 79 -90.

Base: Editais da Universidade Federal do Amazonas, UFAM; Universidade Estadual do Amazonas, UEA e Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM.

BRA SIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Brasília, 2002.

BRASIL/MEC. Lei de Diretrizes e Bases da Educação- LDB9.394/96.

BRASIL/MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SENTEC, 2002.

BRASIL/MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: PCN+ Ensino Médio. Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SENTEC.

## APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PROJETO NA ESCOLA

1. Você gosta de estudar Física?

Sim  Não  Neutro

2. A aplicação do projeto na sua escola trouxe algum ganho acadêmico e/ou pessoal para você?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

3. Aplicação do projeto estimulou você a buscar mais conhecimentos na área de Eletricidade, Eletrônica e/ou Eletromagnetismo?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

4. Em relação ao conteúdo básico apresentado, Associações de Resistores, você sentiu motivação em aprendê-lo e aprofundá-lo?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

5. Em relação aos demais conteúdos trabalhados (Eletromagnetismo, Eletrônica, Robótica, etc) você sente motivação em aprofundá-los?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

6. As apresentações de seminários em sala e a construção dos projetos realizados no laboratório reforçaram seu aprendizado e o instigaram a aprender mais?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

7. De 0 a 5, qual o grau de contribuição para a evolução do seu conhecimento sobre Circuitos Elétricos que o projeto proporcionou? Sendo 0 pouca contribuição e 5 muita contribuição.

0,  1,  2,  3,  4,  5.

8. Após o projeto você tem interesse em continuar pesquisando e desenvolvendo atividades experimentais?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

9. A aplicação dos Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Associações de Resistores contribuiu para seu desempenho no vestibular?

Sim  Não  Outro (s)

Se marcou outro(s) e quiser justificar:

---

---

---

10. De 0 a 10 que nota você dá para todas as atividades realizadas?

(\_\_\_\_)