

APÊNDICE - Produto Educacional**UNIDADES DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
PARA ENSINAR
ELETRICIDADE
NO ENSINO MÉDIO**

Material do professor

Nicolas da Silva Mota
2017

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Esta material aborda conteúdos pertinentes à Eletrodinâmica voltados para o Ensino Médio e foi desenvolvido na perspectiva de Moreira (2011) sob a forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Pode-se dizer que uma UEPS tem um diferencial por ser uma sequência didática com fundamentação teórica com focada na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980). Sendo assim, o conhecimento prévio é a variável que mais influencia o processo de aprendizagem.

As UEPS tem como pressuposto filosófico que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

A Sequência Didática aqui apresentada é parte integrante do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF), onde fui aluno no Polo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IF Fluminense). Foi realizada uma intervenção didática em sala de aula, e aplicada uma das UEPS tendo como objetivo central verificar a relevância da nova proposta como facilitadora da aprendizagem da Eletricidade.

Dúvidas, sugestões e críticas serão aceitas e bem-vindas.

Nícolas da Silva Mota
nicolasmota.fisica@gmail.com

SUMÁRIO

Introdução

<i>Alguns conceitos fundamentais das UEPS</i>	04
Proposta de UEPS para ensinar Eletrodinâmica	07
<i>Situação inicial</i>	09
<i>Criando situações-problema</i>	10
<i>Aprofundando conhecimentos</i>	14
<i>Experimentos</i>	21
<i>Diferenciação progressiva</i>	23
<i>Novas situações-problema</i>	31
<i>Reconciliação integrativa</i>	41
<i>Avaliação individual</i>	42
<i>Encontro final integrador</i>	43
<i>Avaliação de aceitação da UEPS</i>	45
<i>Material do aluno</i>	48
<i>Referências</i>	56

Introdução

Alguns conceitos fundamentais das UEPS (MOREIRA, 2011¹)

Aprendizagem mecânica: é a memorização, sem significado, de informações a serem reproduzidas em curto prazo; aprender mecanicamente é simplesmente decorar. Do ponto de vista cognitivo, as informações são internalizadas praticamente sem interação com conhecimentos prévios. No cotidiano escolar, é a “decoreba”.

Aprendizagem significativa: aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação.

Atividade colaborativa: resolução de tarefas (problemas, mapas conceituais, construção de um modelo, realização de uma experiência de laboratório, etc.) em pequenos grupos (dois a quatro participantes), com participação de todos integrantes e apresentação, ao grande grupo, do resultado, do produto, obtido; esse resultado deve ser alcançado como um consenso do pequeno grupo a ser apreciado criticamente pelo grande grupo.

Avaliação formativa: é aquela que avalia o progresso do aluno ao longo de uma fase de sua aprendizagem; a que contribui para a regulação da aprendizagem, em andamento, no progressivo domínio de um campo conceitual; é uma avaliação contínua e ocupada com os significados apresentados e em processo de captação pelo aluno.

Avaliação somativa: é aquela que busca avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem; é usualmente baseada em provas de final de unidade, em exames finais.

¹ Extraído de: MOREIRA, 2011.

Conhecimento declarativo: é o conhecimento que pode ser verbalizado, declarado de alguma maneira, refere-se ao conhecimento sobre objetos e eventos; é representado mentalmente por proposições e imagens mentais.

Conhecimento prévio: conceitos subsunçores, representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Conhecimento procedimental: é aquele que consiste de habilidades cognitivas envolvidas no saber fazer algo; é o conhecimento sobre como executar ações; estaria representado mentalmente por meio de produções, ou seja, regras sobre condições e ações.

Diferenciação progressiva: como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunçor à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético.

Material potencialmente significativo: o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais.

Organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente. Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a *relacionabilidade* entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do

aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado.

Reconciliação integrativa: do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva.

Recursividade: é a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem. Modelos mentais, por exemplo, são recursivos. Frente a uma situação nova, o sujeito constrói um modelo mental de trabalho para dar conta dessa situação. Se o modelo não funciona, ele ou ela o vai modificando recursivamente até que lhe satisfaça. Mapas conceituais, por exemplo, podem ser feitos recursivamente: o estudante faz seu primeiro mapa e o apresenta ao docente ou aos colegas. Em função de comentários, sugestões, críticas, o mapa pode ser refeito e reapresentado e, assim, sucessivamente.

Situação-problema: significa tarefa, não necessariamente problema de fim de capítulo; pode ser a explicação de um fenômeno, de uma aparente contradição, a construção de um diagrama, as possibilidades são muitas, mas, independente de qual for a tarefa, é essencial que o aprendiz a perceba como um problema. Por exemplo, não adianta propor um “problema” que o aluno perceba apenas como um exercício de aplicação de fórmula. Situações-problema e conceitualização guardam entre si uma relação dialética: são as situações que dão sentido aos conceitos, mas à medida que o sujeito vai construindo conceitos, mais capaz ele fica de dar conta de novas situações, cada vez mais complexas. No ensino, as situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, mas é importante certo domínio de um determinado nível de complexidade antes de passar ao próximo. Em tudo isso está implícito o conceito de campo conceitual proposto por Vergnaud (1990) como um campo de situações-problema, cujo domínio é progressivo, lento, com rupturas e continuidades.

Proposta de UEPS para ensinar Eletrodinâmica

Objetivos

- Reconhecer a corrente elétrica como o movimento ordenado de elétrons;
- Diferenciar corrente elétrica contínua de corrente elétrica alternada;
- Reconhecer os efeitos da corrente elétrica;
- Reconhecer a resistência elétrica como elemento inerente a todo e qualquer circuito elétrico;
- Representar resistores elétricos em circuitos elétricos;
- Relacionar resistência e resistividade elétrica;
- Identificar fatores de risco que podem causar choques elétricos;
- Reconhecer os efeitos de um choque elétrico no corpo humano e os fatores que aumentam e diminuem esses efeitos;
- Reconhecer o efeito Joule no cotidiano e a explicação do fenômeno;
- Calcular o consumo elétrico com base na potência elétrica e estimar o custo associado.

Sequência (Resumo)

1. Situação inicial: os alunos serão incentivados a elaborarem um **mapa mental** sobre a Eletrodinâmica. No mapa mental o sujeito tem total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou uma imagem central. Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da Eletrodinâmica com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano, suas representações sociais. Os mapas mentais deverão ser entregues ao professor.

2. Situações-problema iniciais: leitura e discussão do estudo de caso “Um dia de altas tensões”. Esta atividade funciona como um organizador prévio e tem por objetivo à aproximação da Física ao cotidiano dos alunos. Após a leitura do caso, em grupo deverão discutir e responder as seguintes questões:

- Ao cortar o terceiro pino da tomada da TV, a mesma funcionará? Você concorda com Júlia que esse pino não possui utilidade? Em caso negativo, por que os fabricantes de produtos elétricos passaram a fabricar produtos com tomadas com três pinos?
- Ao ligar a TV e o carregador do celular em uma tomada de 220 V, há algum risco? Que danos podem ocorrer com cada aparelho?
- Ao ligar o chuveiro, Júlia levou choque e sua mãe não. Você poderia dar uma explicação provável para isso?

- d) Que efeitos biológicos um choque elétrico pode causar?
- e) Ao mudar a chave de um chuveiro, da posição verão para inverno, por exemplo, o que acontece internamente para a água sair mais aquecida?
- f) O que é a resistência de um chuveiro? Pra que ela serve?
- g) Você concorda com a afirmação de Júlia “220 é muita energia e queima o aparelho”? Justifique.

3. *Aprofundando conhecimentos:* serão trabalhados os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, potência e energia elétrica, juntamente com toda parte algébrica dos mesmos. Para esta etapa devem ser levadas em consideração a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora em todos os momentos. Além disso, a recursividade deve existir. Experimentos de baixo custo podem ser utilizados para uma melhor visualização e compreensão de determinados fenômenos.

4. *Diferenciação progressiva:* será aplicada nesta etapa a atividade ‘Dimensionando circuitos’ com a utilização de computadores. A atividade apresenta progressividade em sua sequência e possibilita a recursividade, uma vez que o software auxilia aos alunos na resolução dos problemas propostos.

5. *Novas situações:* será utilizado o jogo ‘Mito ou verdade?’, este consiste de afirmativas acerca de situações cotidianas

6. *Reconciliação integrativa:* Retorno ao estudo de caso.

7. *Avaliação somativa individual:* esta atividade, que ocupará uma aula, deverá ter sido já anunciada para os alunos; não deverá ser de surpresa. Propor questões na forma de simulado voltado para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

8. *Encontro final integrador:* Construção de mapas conceituais

9. *Avaliação da própria UEPS:* sugere-se ser realizada em função das evidências de aprendizagem obtidas. Reformular algumas atividades, se necessário.

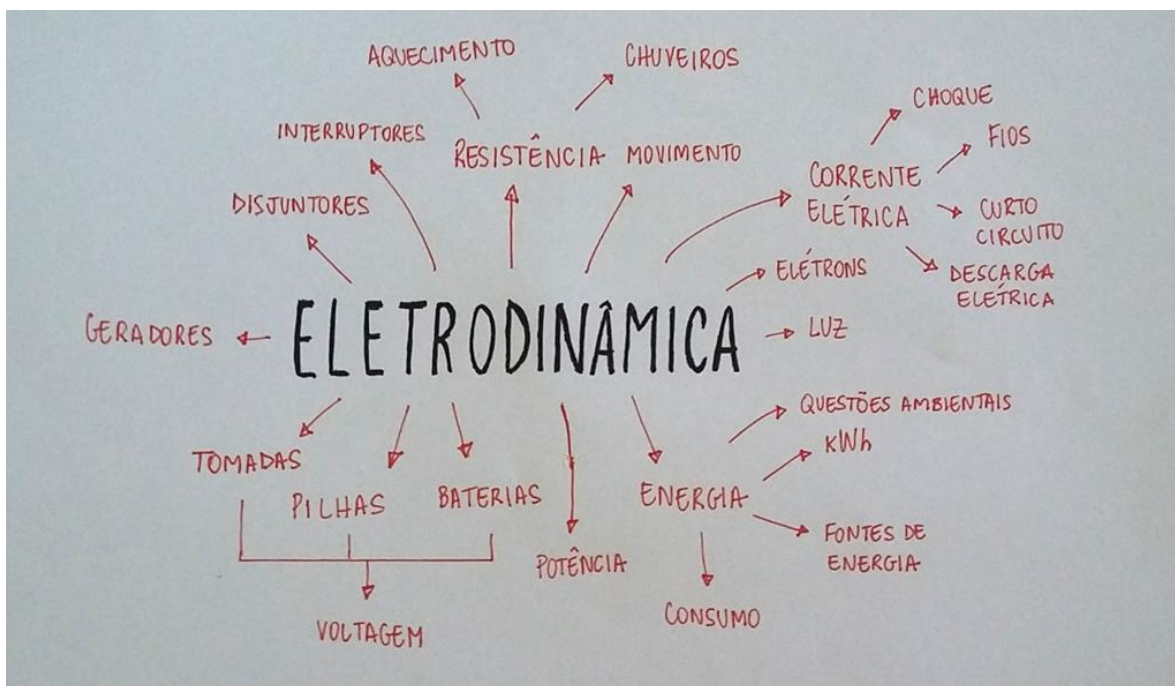
Total de horas-aula: 20 a 24

1. Situação inicial (2 aulas): Mapa Mental

Mapa mental, também conhecido como mapa livre, pelo fato de não existir uma estrutura a ser seguida. “É uma função natural da mente humana – é o pensamento ‘irradiado’ livremente a partir de uma imagem central, ou de uma palavra-chave, como se fossem ramificações” (MOREIRA, 2011, p. 10).

Neles, há uma ideia central e a organização é feita de forma a encadear o pensamento. Não é necessário uma hierarquização. Na Figura 1, disposta a seguir, tem-se um exemplo de um mapa mental.

Figura 1 - Exemplo de mapa mental



Fonte: O autor (2017).

O mapa mental pode servir de instrumento de avaliação, pois neles é possível identificar a percepção individual ou até mesmo de um grupo acerca de um dado conhecimento. Em outras palavras, em um mapa é possível identificar a visibilidade dos processos cognitivos empreendidos pelo aprendiz para a assimilação dos conceitos formando um simples instrumento que pode possibilitar ao professor o reconhecimento de ‘onde está o aluno’ (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993, p. 58 *apud* SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010, p. 188).

Instruções de aplicação

Nesta atividade, os alunos, divididos em grupos de três a quatro alunos, receberão uma cartolina e alguns conceitos acerca do tema. O objetivo é cada grupo relacionar esses conceitos, sem consulta de qualquer material, de forma livre por meio de um mapa mental.

Ao final, o professor deve solicitar a troca dos mapas entre os grupos e que elejam um membro de cada grupo para explicar o mapa de forma breve para toda a turma. O objetivo é identificar que o conhecimento é organizado de maneira diferente em mentes distintas. Além disso, mostrar que os mapas não são autoexplicativos.

Cabe ressaltar que nessa etapa final, é importante que o professor tome nota, ou grave as explicações dadas por cada grupo, para facilitar a interpretação dos mapas futuramente e também para captar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema.

O professor deve realizar uma análise minuciosa dos mapas para extrair os conhecimentos prévios dos alunos e as possíveis dificuldades. Fazer ajustes se necessários na explanação do conteúdo e aplicação das demais atividades para que estes vão ao encontro dos conhecimentos prévios almejando uma possível aprendizagem significativa.

2. Situações-problema (1 aula): o Estudo de Caso

Neste encontro, será apresentado o estudo de caso ‘Um dia de altas tensões’, disposto a seguir. Estudos de Caso, em poucas palavras, consistem em narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos.

É uma ferramenta muito interessante quando se trata de aprendizagem por problematização. Em uma UEPS, é aconselhável criar situações-problema nos momentos iniciais da aplicação.

Esta atividade funciona como um pseudo-organizador prévio, isto é, um material instrutivo e introdutório que deve ser apresentado antes do conteúdo propriamente dito. Seu principal objetivo é o de “servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente”. (AUSUBEL, 1968 *apud* MOREIRA, 2011, p. 10).

O Caso relata a história de uma família que se muda para uma nova casa e se depara com uma série de problemas relacionados de forma direta ou indireta com a Eletrodinâmica. Sua principal função é levar à aproximação da Física ao cotidiano dos alunos.

O Caso:

Um dia de altas tensões

No feriado da semana passada, Júlia e sua família se mudaram para Campos, chegando na cidade numa noite fria. Em seu primeiro dia na nova casa uma série de problemas aconteceu. A começar pela instalação dos eletrodomésticos. Ao tentar ligar a TV na tomada, Marta, mãe de Júlia, constatou que a tomada de sua TV possuía três pinos e a entrada da tomada apenas dois.

– *E agora, mãe, como vamos assistir a final do jogo do Flamengo?* Questionou Jonas, irmão de Júlia.

– *Jonas, na nossa antiga casa não tínhamos esse problema, e não temos nenhum adaptador, vamos ter que providenciar isso amanhã, pois é feriado e acredito que não encontraremos nenhum lugar aberto na cidade para comprar.*

– *Mãe, é fácil resolver isso! Basta cortar o pino do meio com algum alicate ou serra, esse pino é inútil mesmo.* Disparou Júlia, confiante.

– *Mas Júlia, então pra quê os novos aparelhos vem com essa tomada? Não tem sentido fabricarem algo que não tenha utilidade.* Rebateu, Jonas.

– *Ah, isso é pura jogada de marketing! Só para venderem novas tomadas.* Disse Júlia.

– *De qualquer modo, não iremos fazer isso Júlia, pois se algo acontecer com a TV, podemos perder a garantia dela.* Respondeu sua mãe.

Indignada, Júlia contesta:

– *Aff! Vocês são muito teimosos! Vou pesquisar na net e mostrar que vocês estão errados.*

Ao pegar o celular para pesquisar, Júlia notou que o mesmo estava descarregado.

– *Mas que droga! Meu cel descarregou!* Diz Júlia furiosa.

Quando Júlia ia conectar o carregador na tomada, verificou um adesivo acima da tomada indicando “220 V”:

– *Gente, não acredito! Essa tomada é 220, ainda bem que a TV é de três pinos senão já teria dado ruim. O pior que não poderei nem carregar meu celular.*

– *Liga seu carregador, Júlia, é puro marketing! Você não acabou de dizer?* Diz Jonas em tom sarcástico.

– *É diferente Jonas! Uma coisa é o pino inútil das tomadas novas, outra coisa é ligar os aparelhos no 220, é muita energia e queima o aparelho!*

– *Vamos fazer o seguinte: vamos tomar banho e sair pra comer algo, assim conhecemos um pouco a cidade e vemos o jogo num restaurante ou barzinho.* (Marta)

– *Não temos muito tempo! Vou ser o primeiro, porque vocês demoram muito pra se arrumar.* Diz Jonas.

– *Não Jonas! Prometo não demorar.* Disse Júlia enquanto se dirigia ao banheiro.

Ao mudar a chave do chuveiro para a posição “inverno”, e observar que nada acontecia,

– *Ahhhhhh! Gente não é possível!!!!!!!!!!!!!! Hoje é nosso dia de azar, pelo amor de Deus!*

Grita Júlia do banheiro.

– *O que aconteceu Júlia?* Pergunta Dona Marta.

– *Levei um choque ao abrir o registro para ligar o chuveiro.*

Dona Marta se dirige até o banheiro para tentar ajudar e liga o chuveiro sem tomar choque:

– *Pronto, Júlia! Pra quê esse desespero, todo?*

Contudo, para surpresa da família...

– *Desisto! Tá um frio danado e não sai água quente desse chuveiro.* Reclama Júlia.

– *Ah, deve estar com a resistência queimada.* Afirma Jonas.

– *Além das tomadas de 220, tem mais essa, precisamos de um electricista pra ontem, mãe!* Diz Júlia em tom de irritação.

– *Filha, só poderemos resolver isso amanhã. Vou aquecer uma água e o jeito vai ser tomar banho de balde hoje.* Rebate Dona Marta calmamente.



Figura:


<http://teatrocrisao.net/sites/default/files/page/mf.jpg.pagespeed.ce.ZPLi2APJo5.jpg>

Instruções de aplicação

O professor fará a leitura do caso para a turma que deverá acompanhar a mesma. A leitura também pode ser realizada pelos alunos em voz alta, definindo personagens e narrador, para se tornar mais dinâmica.

Ao final, os alunos reunidos em grupos, deverão responder as questões-problema trazidas juntas ao caso, e que se encontram na Figura 2.

Figura 2 - Questões do Caso



Você como estudante de Física, como responderia as questões a seguir:

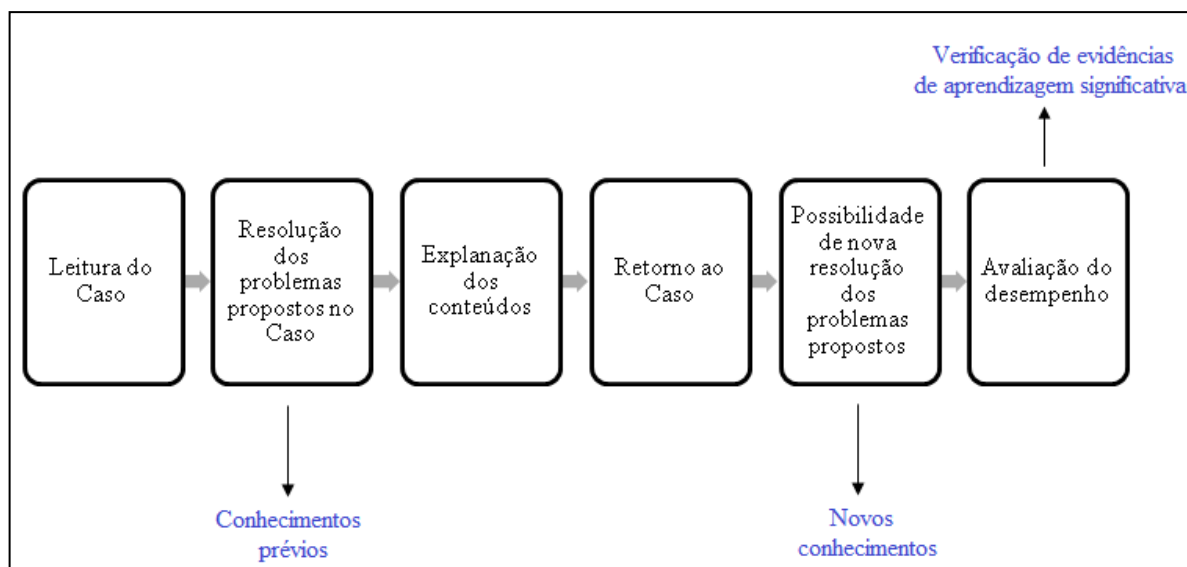
- 1) Ao cortar o terceiro pino da tomada da TV, a mesma funcionará? Você concorda com Júlia que esse pino não possui utilidade? Em caso negativo, por que os fabricantes de produtos elétricos passaram a fabricar produtos com tomadas com três pinos?
- 2) Ao ligar a TV e o carregador do celular em uma tomada de 220 V, há algum risco? Que danos podem ocorrer com cada aparelho?
- 3) Ao ligar o chuveiro Júlia levou choque e sua mãe não. Você poderia dar uma explicação provável para isso?
- 4) Que efeitos biológicos um choque elétrico pode causar?
- 5) Ao mudar a chave de um chuveiro, da posição verão para inverno, por exemplo, o que acontece internamente para a água sair mais aquecida?
- 6) O que é a resistência de um chuveiro? Pra que ela serve?
- 7) Você concorda com a afirmação de Júlia “220 é muita energia e queima o aparelho”? Justifique.

Fonte: O autor (2017).

As repostas devem ser coletadas ao final, e futuramente essas questões serão retomadas.

A avaliação desta atividade se dará futuramente, quando o Caso for retomado, após a explanação dos conteúdos, onde os alunos terão uma nova oportunidade de resolver as questões, como uma espécie de pré-teste e pós-teste. A Figura 3 esquematiza como o Caso será avaliado.

Figura 3 - Esquema de avaliação do Caso



Fonte: O autor (2017).

Observações: o professor é livre para elaborar outro caso, alterar nomes dos personagens e o local, contudo devem ser levadas em conta, dez regras definidas por HERREID (1998, p. 163) que afirma que para elaborar um bom caso é necessário que este obedeça as regras listadas na Figura 4.

Figura 4 - Dez regras para se elaborar um bom caso

1. Conte uma história;
2. Seja algo interessante;
3. Relate um fato dos últimos cinco anos, ou seja, seja atual;
4. Seja capaz de fazer o leitor criar empatias com os personagens centrais;
5. Inclua citações dos personagens;
6. Seja relevante ao leitor;
7. Possua utilidade pedagógica;
8. Seja capaz de provocar conflitos no leitor;
9. Possua generalizações;
10. Seja curto.


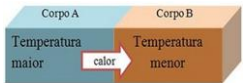
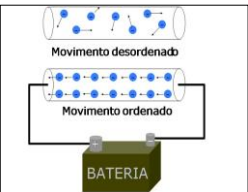
Fonte: O autor (2017).

3. Aprofundando conhecimentos: Aulas expositivo-dialogadas (6 aulas)

Nesta etapa, serão apresentados os conteúdos de forma expositivo-dialogada. A diante têm-se a teoria e atividades experimentais de baixo custo que poderão ser aplicadas ao longo das aulas. Estima-se em aproximadamente seis aulas o conteúdo possa ser trabalhado. Vale ressaltar que o mesmo será retomado em outras etapas e reapresentado, como propõe Moreira (2011).

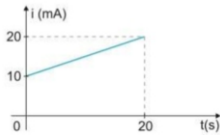
Nas figuras das próximas páginas, tem-se a sequência de apresentação de *slides* utilizadas para conduzir o conteúdo, seguido de comentários relevantes na apresentação e que podem ser baixados através do link a seguir:

goo.gl/Lytq11

<p>O que é fluxo?</p> 	<p>Fluxo em física</p> <ul style="list-style-type: none">• O fluxo é a quantidade de uma grandeza que atravessa uma superfície por unidade de tempo.• Exemplo: fluxo de calor. 
<p>Fluxo de carga</p> <ul style="list-style-type: none">• Quando as extremidades de um condutor estão em diferentes potenciais elétricos, a carga flui de uma extremidade para outra.• Corrente elétrica: $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ 	<p>Exemplo 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica constante, de modo que cada minuto passam $7,5 \times 10^{19}$ elétrons. Calcule a intensidade dessa corrente.

Exemplo 2

- A figura abaixo mostra a intensidade de corrente em função do tempo. Calcule a carga que passa entre os instantes $t = 0$ e $t = 20$ s.



Para que exista uma corrente elétrica é necessário que...

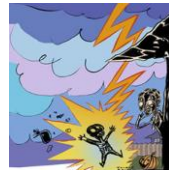
- 1) As cargas possam mover-se;
- 2) Existam materiais condutores pelos quais as cargas possam deslocar-se;
- 3) Existam geradores, dispositivos que, mantendo um equilíbrio das cargas e fornecendo energia necessária, possibilitam o movimento de tais cargas.

Efeitos da corrente elétrica



Efeito fisiológico

- Consiste na passagem da corrente elétrica por organismos vivos, podendo agir diretamente no sistema nervoso, muscular e cardíaco, provocando contrações musculares e danos que podem levar a morte.



Efeito fisiológico

INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Elettrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

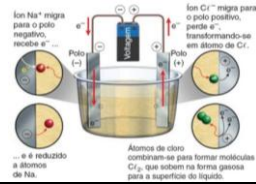
Efeito térmico

- Conhecido como efeito Joule, consiste nas colisões dos elétrons livres contra os átomos dos condutores. Ao receberem energia, os átomos vibram mais intensamente, quanto maior a vibração, maior a temperatura do condutor.



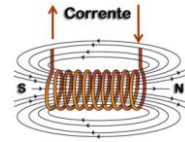
Efeito químico

- Ocorre em determinadas reações químicas quando a corrente elétrica atravessa soluções eletrolíticas. Eletrólise é a reação de oxirredução provocada pela corrente elétrica



Efeito magnético

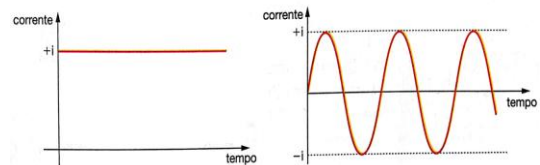
- Toda corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor. Uma aplicação deste efeito pode ser encontrada nos eletroímãs, dispositivos que utilizam a corrente elétrica para gerar um campo magnético semelhante àqueles encontrados nos ímãs naturais.



Tipos de corrente elétrica

- **Corrente contínua:** é um fluxo de cargas em um único sentido. Esse tipo de corrente é produzido, principalmente, por pilhas, baterias e células fotovoltaicas.
- **Corrente alternada:** é um fluxo oscilante de cargas que ora se movimenta em um sentido, ora em outro. A corrente alternada é fornecida pelas usinas geradoras de energia elétrica para as residências e as indústrias. No Brasil, essa alternância ocorre 60 vezes a cada segundo, originando uma corrente alternada de 60 Hz.

Tipos de corrente elétrica (gráficos)



Tensão elétrica (Diferença de potencial elétrico)

- Seu papel é fazer com que os elétrons se movimentem no circuito elétrico.
- É o que chamamos de voltagem no cotidiano.
- Sua unidade de medida é o volt (V).



110 ou 220?

Algumas instalações elétricas contam tomadas de 110 V, 127 V ou 220 V. Alguns aparelhos mais atuais são projetados para funcionar sob ambas as diferenças de potencial. Por exemplo: TVs, carregadores de celular e notebooks. Tais aparelhos contam com uma fonte que faz a transformação permitindo passar apenas a quantidade de corrente suportada pelo equipamento.

As tomadas

- Os dois pinos principais são para **transportar a corrente** através de um fio duplo, um dos quais está "vivo" (energizado) e o outro neutro, enquanto o terceiro pino (sempre cilíndrico) deve estar conectado ao sistema elétrico de **aterramento** – diretamente com o solo.

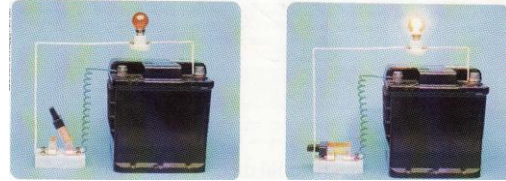


As tomadas

- O terceiro pino garante segurança.
- Em resumo, o pino do meio funciona como um escoamento dessas cargas. Sobretudo, para isso acontecer, é necessário ter um sistema de aterramento feito na residência, o que na maioria dos casos não se tem nas residências brasileiras.

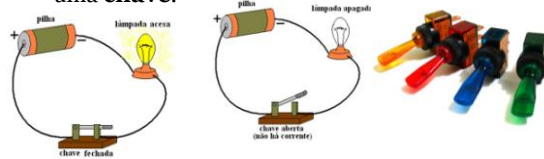
Circuitos elétricos

- Denominamos circuito elétrico ao conjunto de aparelhos com os quais se pode estabelecer uma corrente elétrica, como o das fotos abaixo.



Circuitos elétricos

- **Fechar** um circuito é efetuar a ligação que permite a passagem da corrente elétrica; **abrir** um circuito é interromper essa corrente. Tais operações se efetuam geralmente, por meio de uma **chave**.



Resistência elétrica

- É a capacidade de um **corpo se opor à passagem de corrente elétrica** mesmo quando existe uma diferença de potencial aplicada.
- Como o nome sugere, está relacionada ao ato de resistir.
- Seu cálculo é dado pela Primeira Lei de Ohm:

A primeira Lei de Ohm

- ohms-law_pt_BR.html



$$R = \frac{V}{i}$$

Unidade: Ohm (Ω)

$1 \Omega = 1 \text{ V/1 A}$

Exemplo 3

- Aplica-se uma ddp nos terminais de um resistor e mede-se a intensidade de corrente elétrica que o atravessa. Repete-se a operação para ddps diferentes e constrói-se o gráfico abaixo, obtendo a curva característica do resistor. Determine o valor da resistência elétrica desse resistor.

Resistores no dia a dia

- Onde encontramos?
- Todo aparelho elétrico que tem por função aquecer de alguma forma: torradeira, ferro elétrico, secador de cabelo, etc. é constituído por



Resistência ou Resistor?

Resistor é o aparelho utilizado para limitar a corrente em um circuito elétrico, já resistência é a medida do resistor. No cotidiano é comum ouvir o termo resistência se referindo a resistor. Por exemplo: "Queimou a resistência do chuveiro".

A segunda Lei de Ohm

- A resistência de um material depende de três características do condutor:
- do comprimento do condutor;
- da área do condutor;
- da natureza do material.
- [resistance-in-a-wire pt BR.html](#)

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

ρ é a resistividade do material. Uma constante, e esta depende da temperatura.

Valores de algumas resistividades

Resistividade à temperatura ambiente

Material	Resistividade (Ωm)
Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$
Zinco	$6,0 \times 10^{-8}$
Níquel	$7,8 \times 10^{-8}$
Ferro	$1,0 \times 10^{-7}$
Chumbo	$2,2 \times 10^{-7}$

Exemplo 4




- Aplica-se a ddp de 100 V nas extremidades de um fio de 20 m de comprimento e seção circular de área 2 mm². Sabendo-se que a corrente elétrica que circula tem intensidade de 10 A, calcule a resistividade do material que constitui o fio em $\Omega\text{ m}$.

Exemplo 5

- A resistência elétrica apresentada pela pele à passagem da corrente está disposta na tabela a seguir. Determine a corrente que atravessa o corpo nas duas situações considerando o corpo submetido à tensão de 120 V e evidencie o dano causado.

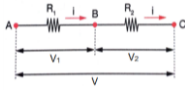
Exemplo 5

Estado da pele	Resistência
Pele seca	400 k Ω
Pele molhada	15 k Ω

INTENSIDADE	EFETO	CAUSAS
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo. 
3 a 10 mA	Eletriçãoção	A passagem da corrente provoca movimentos. 
10 mA	Tetaniação	A passagem da corrente provoca contrações musculares, apertamento ou repulsa. 
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro. 
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax. 
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração. 

Associação de resistores: série

- Todos elementos resistivos **são percorridos pela mesma corrente elétrica**. Por outro lado, **a tensão elétrica é dividida** entre os elementos resistivos.



$$V = V_1 + V_2$$

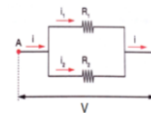
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Para n resistores em série:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Associação de resistores: paralelo

- **A tensão fornecida aos elementos resistivos é a mesma**. Já, a **corrente elétrica é dividida** entre os elementos do circuito.



$$i = i_1 + i_2$$

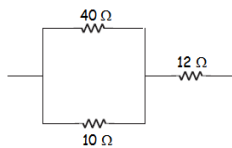
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Para n resistores em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

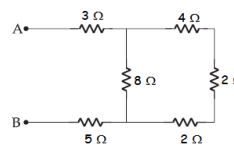
Exemplo 6

- Calcular o valor da resistência equivalente na associação a seguir.



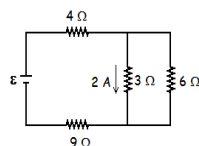
Exemplo 7

- Entre os pontos A e B, é aplicada uma diferença de potencial de 24 V. Determine a corrente que percorre cada resistor.



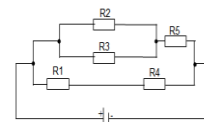
Exemplo 8

- No circuito representado na figura abaixo, a intensidade da corrente elétrica através do resistor de 3Ω é de 2 A. O circuito é alimentado por uma fonte de tensão ideal ε . Qual o valor da diferença de potencial entre os terminais da fonte?



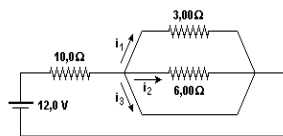
Exemplo 9

- Um circuito contém cinco resistores ligados a uma bateria cuja diferença de potencial é de 12 V, conforme é mostrado na figura abaixo. Calcule a diferença de potencial em cada resistor. Dados: $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 12 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$ e $R_5 = 4 \Omega$.



Exemplo 10

- Determine o valor das correntes i_1 , i_2 e i_3 e a resistência equivalente no circuito a seguir.



Experimentos

Experimento 1: Demonstração do Efeito Joule

Objetivo: Observar o efeito Joule.

Material:

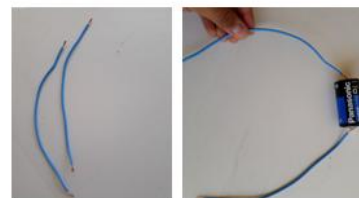
- Pilhas;
- Fios de cobre;
- Fita isolante;
- Palha de aço;
- Alicates.



Montagem:

Cortar e desencapar dois pedaços de fio de cobre.

Com o auxílio da fita isolante, colar as extremidades dos fios, nos polos da pilha.



Execução:

Uma pequena quantidade de palha de aço deve ser utilizada para fechar um circuito elétrico entre a pilha e o condutor.



Comentários:

O resultado é que ocorre um curto-circuito pelo fato da palha de aço possuir baixa resistência, causando um superaquecimento que faz com que a mesma pegue fogo e queime.



Atenção!!

Recomenda-se que esta prática seja executada pelo professor, por precaução, evitar que outros materiais estejam próximos ao experimento.



Experimento 2: Demonstração do Efeito Magnético da Corrente Elétrica

Objetivo: Observar o surgimento de um campo magnético devido a uma passagem de corrente elétrica.

Material:

- Pilhas;
- Fios de cobre (desencapado);
- Parafuso ou prego;
- Grampos de grampeador;
- Fita isolante.



Montagem:

Enrolar o fio em volta do prego, pelo menos vinte voltas (quanto mais voltas, mais intenso será o campo magnético).

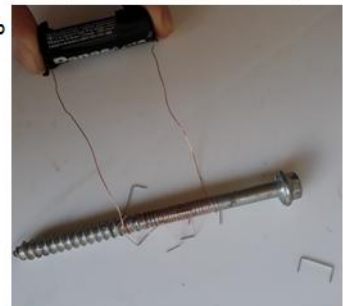
Com o auxílio da fita isolante, colar as extremidades dos fios, nos polos da pilha.

Execução:

Aproximar uma pequena quantidade de grampos do eletroímã (prego com fios enrolados).

Comentários:

O resultado é que ocorre atração dos grampos pelo eletroímã devido ao surgimento de um campo magnético originado pela passagem de corrente elétrica no fio.



Experimento demonstrativo: Lâmpadas em série e em paralelo



4. Diferenciação progressiva (2 aulas) – Atividade Dimensionando Circuitos

Para esta atividade será necessária a utilização de um simulador virtual do Phet², e um laboratório de informática. Cabe ressaltar que não é necessário conexão com a internet para a execução do aplicativo. Se a escola não dispor de internet, o professor pode instalar o arquivo nos computadores e utilizar o programa em modo *offline*. Cabe ainda ressaltar, que é necessário que o computador disponha o *software* Java³ para que o programa possa ser executado.

A simulação permite a construção de circuitos elétricos, dispondo de condutores, baterias, resistores, lâmpadas e chaves. Além disso, é possível realizar medidas elétricas com amperímetro e voltímetro dispostos na simulação. Na Figura 5 tem-se uma captura da tela do Simulador com as principais ferramentas disponíveis nele.

Figura 5 - Captura de tela da Simulação *Kit de Construção de Circuito (DC)*



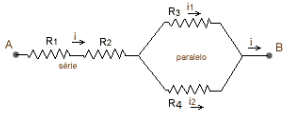
Fonte: O autor (2017).

² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc> (Acesso em: 22 de maio de 2017).

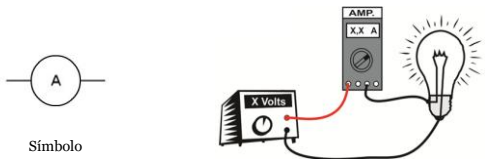
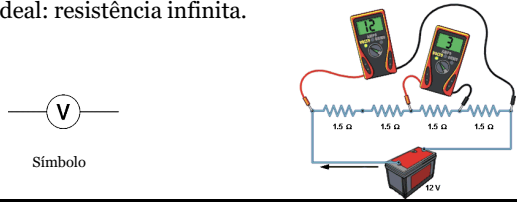
³ Disponível em: <https://www.java.com/pt_BR/> (Acesso em: 22 de maio de 2017).

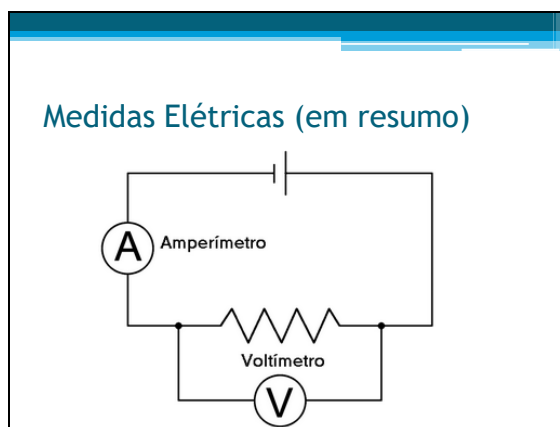
Antes da aplicação prática da atividade, o conteúdo deve ser reapresentado de maneira explanatória e breve, sob a forma de revisão e possibilitando assim a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2011).

As figuras seguintes trazem os *slides* utilizados para revisar o conteúdo antes de iniciar a aplicação da atividade.

<h3>Revisão</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Resistores em série: mesma corrente elétrica. • Resistores em paralelo: mesma d.d.p. • Primeira Lei de Ohm: $V = R i$ 	<h3>Revisão</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Passos para resolução de um circuito: <ol style="list-style-type: none"> 1) Fazer as associações possíveis, até chegar a um único resistor (resistor equivalente) 2) Aplicar a Lei de Ohm, e determinar a corrente total. 3) Fazer as distribuições de correntes no circuito.
---	--

Após esse momento de revisão, um novo conteúdo deve ser apresentado, pois será necessário tais conhecimentos para a execução da atividade ‘Dimensionando Circuitos’. O conteúdo em questão trata-se das Medidas Elétricas. O professor deverá explicar a finalidade do amperímetro e do voltímetro, bem como suas características, conforme é apresentado nos Slides a seguir.

<h3>Medidas Elétricas</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Amperímetro • Deve ser associado em série; • Ideal: resistência nula.  <p>Símbolo</p>	<h3>Medidas Elétricas</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Voltímetro • Deve ser associado em paralelo; • Ideal: resistência infinita.  <p>Símbolo</p>
---	--



A partir disso, a atividade deve ser iniciada.

Instruções de aplicação:

Sugere-se que a atividade seja aplicada em duplas ou no máximo em trios, caso a turma seja muito grande, o ideal é dividir a turma e aplicar a atividade duas vezes uma para cada grupo.

Para cada atividade realizada será dado um tempo para a realização da mesma e isso deve ser avisado aos alunos ao início. A Tabela 1 seguinte traz um tempo estimado para a execução de cada atividade.

Tabela 1 - Tempo atribuído a cada tarefa da atividade Dimensionando Circuitos

Tarefa	Tempo
Tarefa I	5 min
Tarefa II	8 min
Tarefa III	8 min
Tarefa IV	8 min
Tarefa V	8 min
Tarefa VI	8 min
Desafio	15 min

Fonte: O autor (2017).

O professor deverá distribuir as lista de questões (dispostas ao final deste material) ao grupo. E iniciar a atividade com as considerações iniciais dispostas no slide seguinte. O professor deve solicitar aos alunos que realizem capturas de telas das atividades realizadas e salvem no computador com os nomes. Deste modo, facilitando a coleta dos dados.

Atividade Dimensionando Circuitos

- Considerações iniciais:
- Crie uma pasta para salvar as atividades;
- Abra o aplicativo *Paint* para colar os *prints*;
- Para cada tarefa será dado um tempo para execução da mesma, caso seja insuficiente, o grupo irá 'pular' para a próxima a tarefa;
- Atentem-se às instruções.

No primeiro momento, o simulador deve ser apresentado aos alunos, como dispõe a figura seguinte. Mostrar a tela inicial e as ferramentas utilizadas.

Vamos conhecer o simulador

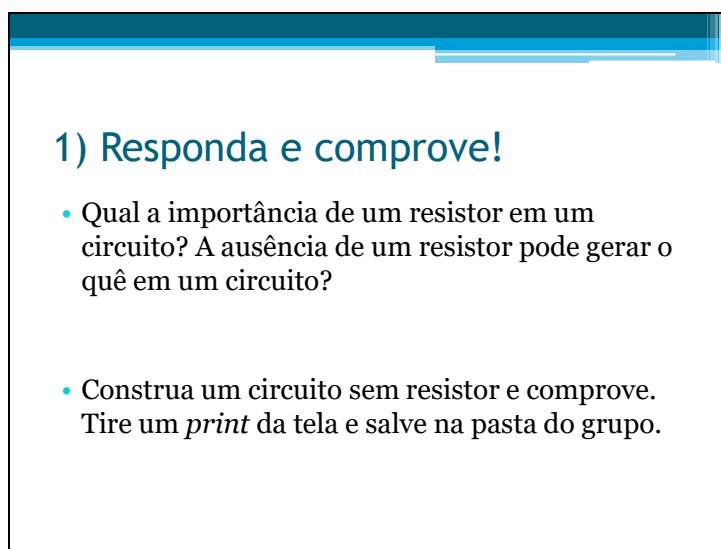
Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Para montar circuitos, basta selecionar o objeto e arrastar com o *mouse* até alguma região da parte em azul na tela. Os objetos podem ser conectados uns aos outros arrastando e

colocando um na extremidade do outro. Caso haja uma conexão errada, basta utilizar o botão direito do mouse e selecionar a opção ‘desconectar’.

As tarefas desta atividade estão em ordem crescente de complexidade possibilitando uma diferenciação progressiva (MOREIRA, 2011).

A Tarefa I consiste em demonstrar a importância da utilização de resistores em circuitos. Para isso, os alunos construirão um circuito simples como disposto na figura a seguir que será apresentada aos alunos.



1) Responda e comprove!

- Qual a importância de um resistor em um circuito? A ausência de um resistor pode gerar o quê em um circuito?
- Construa um circuito sem resistor e comprove. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

Ao rodar a simulação, o circuito entrará em curto, provocando na queima do condutor devido ao superaquecimento causado pela ausência do resistor. Esta atividade inicial tem por finalidade mostrar a importância do resistor em um circuito elétrico. O tempo dado para a realização desta tarefa é de 5 minutos.

A Tarefa II tem por objetivo realizar medidas elétricas com a utilização de amperímetros e compará-las com os valores calculados teoricamente. Além disso, outro objetivo é realizar corretamente a associação do amperímetro. Para isso, os alunos num primeiro momento desta atividade deverão calcular a corrente elétrica a partir dos dados dispostos na figura adiante. Após a realização do cálculo, os alunos deverão construir um circuito no Simulador como o especificado e realizar a medida com a associação do amperímetro ao circuito. Nesta tarefa, os alunos terão 10 minutos para a execução.

2) Responda e comprove!

- Em um circuito em série com dois resistores de $10\ \Omega$ e uma fonte de tensão de $12\ \text{V}$. Calcule a corrente percorrida em cada resistor.
- Monte o circuito e comprove utilizando medidores elétricos. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

Após a comprovação do valor, os alunos têm a possibilidade de retornar aos cálculos para realizar ajustes, correções, se necessários. Entende-se que esta etapa possibilita a recursividade, por permitir o aproveitamento do erro como um recurso de aprendizagem.

A Tarefa III tem finalidade semelhante a da Tarefa II. Contudo, agora os alunos deverão responder sem a realização de cálculos o que acontece com o valor da corrente (se aumenta ou se diminui), ao dispor os resistores em paralelo. Após responderem, os alunos deverão comprovar através da construção de um circuito em paralelo no simulador.

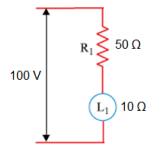
3) Responda e comprove!

- Dispondo dos mesmos dados da questão anterior. Sem cálculos, responda o que ocorre com o valor da corrente elétrica se os resistores forem dispostos em paralelo.
- Monte o circuito e comprove utilizando medidores elétricos. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

A Tarefa IV tem por finalidade a verificação do brilho de uma lâmpada (relacionado à potência elétrica) em uma associação em série. Para tal, os alunos deverão construir o circuito com um resistor de $50\ \Omega$ e uma lâmpada de $10\ \Omega$ associados em série.

4) Comprove e responda!

- Construa o circuito abaixo:



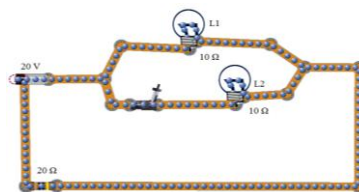
- Agora altere a resistência do resistor para 25Ω ;
- Em seguida, altere novamente resistência, agora para 75Ω .
- Qual explicação para o fenômeno ocorrido?

Após isso, é solicitado aos alunos realizar alterações no valor da resistência do resistor, para isso, basta clicar com o botão direito do *mouse* e selecionar a opção ‘mudar valor’. Os novos valores são 25Ω e 75Ω .

A Tarefa V visa verificar o brilho de lâmpadas em uma associação em paralelo. Para isso, os alunos deverão construir o circuito disposto na Figura 6.

5) Responda e comprove!

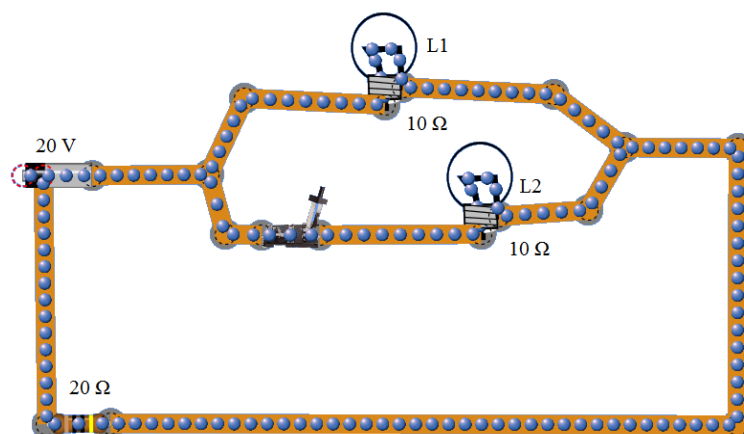
- No circuito a seguir, o que ocorre ao ligar/desligar a chave.



- Comprove na simulação. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

As especificações dos valores de tensão e resistências estão dispostas na Figura 6. Os alunos deverão responder o que ocorre fisicamente ao ligar/desligar a chave. Ao executar a simulação, os alunos deverão testar o circuito com a chave aberta e com a chave fechada para comprovar suas respostas.

Figura 6 - Circuito a ser construído na Tarefa V do Dimensionando Circuitos



Fonte: O autor (2017).

A Tarefa VI possui relação com a anterior. Os alunos são submetidos a utilizar os medidores elétricos (amperímetro e voltímetro) no circuito anterior e identificar os valores de tensão e de corrente elétrica, com a chave aberta e com a chave fechada. Depois disso, por meio de cálculos, os alunos devem tentar obter os mesmos valores.

6) Comprove e responda!

- No circuito anterior, utilize medidores elétricos para determinar quais os valores de tensão em cada lâmpada e no resistor:
 - a) com a chave fechada;
 - b) com a chave aberta.
- Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.
- Utilizando a lei de Ohm, determine os valores medidos por meio de cálculos:
 - a) com a chave fechada;
 - b) com a chave aberta.

A última tarefa, Tarefa VII, consiste num desafio. Dispondo de duas pilhas e quatro resistores com especificações dadas na Figura VIII, os alunos deverão construir um circuito que gere uma corrente elétrica de 1,5 A. Para isso, eles farão associações mistas dos resistores de forma livre.

7) Desafio!

- Monte um circuito de modo a se obter uma corrente elétrica de 1,5 A. Para isso, utilize:
- Duas pilhas de 9 V;
- Quatro resistores, sendo:
 - - um de 3 Ω ;
 - - dois de 6 Ω ;
 - - um de 10 Ω ;
 - - um de 15 Ω ;



Observações: As atividades possibilitam a recursividade, ou seja, os alunos tem a possibilidade de refazer as tarefas.

É importante seguir o tempo estabelecido ou fazer pequenas modificações, para que a atividade não seja prejudicada e seja realizada num único dia, se possível.

5. *Novas situações* (1 aula) – **Jogo Mitos ou Verdades**

Os jogos educativos apresentam-se como ferramentas alternativas para serem utilizadas nos ambientes de aprendizagem, a fim de tornar as aulas mais dinâmicas e/ou atrativas, e também, proporcionando uma motivação aos alunos. “O jogo pedagógico ou didático é aquele fabricado com o objetivo de proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do material pedagógico, por conter o aspecto lúdico”. (CUNHA, 1988, p. 389-392). Além disso, os jogos apresentam grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos, principalmente porque os jogos abordam esses conteúdos dentro de um ambiente lúdico, propício a uma melhor aprendizagem, muito diferente das salas de aula nas escolas, que geralmente são expositivas, tornando o ambiente um espaço de “anti-criação”, impedindo uma maior participação dos alunos nas aulas. (PEREIRA et al., 2009, p. 1).

O jogo desenvolvido tem por finalidade trabalhar assuntos da Eletrodinâmica associados ao cotidiano dos alunos e possibilitar um diálogo e uma discussão acerca desses.

Para esta atividade, recomenda-se que os alunos trabalhem individualmente, pois o coletivo se dará no momento de discussão.

Instruções de aplicação:

Cada aluno deve receber uma placa que pode ser confeccionada com material de baixo custo, por exemplo, palitos de churrasco e cartolinas de cores diferentes, como ilustrada na Figura 7, contendo de um lado a palavra *Mito* e do outro, a palavra *Verdade*.

Figura 7 - Placas do jogo Mitos e Verdades na Eletricidade



Fonte: O autor (2017).

Após isso, o professor deve explicar as regras do jogo para a turma que são as seguintes: serão apresentadas a eles algumas afirmativas (o professor fará a leitura da afirmativa) e ao término da leitura, eles deverão instantaneamente levantar a placa *Verdade*, caso concordem com tal afirmativa ou *Mito* caso discordem, conforme o exemplo da Figura 8.

Figura 8 - Placas do jogo Mitos e Verdades na Eletricidade



Fonte: O autor (2017).

Então, o professor pode fazer uma contagem, caso deseje, para uma possível estatística das respostas, contudo é opcional. Uma vez que a finalidade desta atividade é apresentar assuntos do cotidiano, porém de forma lúdica.

O professor pode escolher um aluno aleatoriamente para que esse justifique o motivo da sua escolha. Recomenda-se escolher um que concordou e um que discordou, caso algum outro aluno queira argumentar, deve-se permitir, promovendo assim, uma discussão coletiva e colaborativa.

Após isso, o professor deve apresentar a resposta correta à turma, dispondo-se a tirar dúvidas e esclarecer melhor a explicação, se necessário.

Em seguida, inicia-se a nova afirmativa e repetem-se todos os passos relatados aqui anteriormente.

A seguir, têm-se sugestões de algumas afirmativas na temática Eletrodinâmica para serem utilizadas no jogo. É opcional para o professor utilizar outras questões, com aspecto regional.

Card 1:

Forno de micro-ondas, máquina de lavar louças, aquecedor, ar condicionado, chuveiro e torneira elétrica são equipamentos com potência elevada.



VERDADE

Além do forno de micro-ondas e da máquina de lavar louças, os equipamentos elétricos destinados a produzir calor a partir do aquecimento de uma resistência ou de um filamento apresenta consumo elevado.

O chuveiro é um resistor ôhmico e transforma a energia elétrica diretamente em energia térmica. $E_{el} = Q$.

O problema é que ele deve aquecer a água quase que instantaneamente, entre o intervalo que ela passa em seu interior. Com esse tempo curto, a energia tem que ser alta ($E = P \Delta t$).

Cada grama de água requisita uma caloria para que cada grau aumente de temperatura.

$$Q = m c \Delta t.$$

Card 2:

Deixar o carregador de celular sozinho na tomada não gasta energia.



MITO

Quando uma fonte está com a saída aberta, isto é, nada ligado na saída, há um pequeno consumo de potência pela fonte, normalmente desprezível frente ao consumo quando alimenta a "carga".

Assim sendo, há um PEQUENO consumo de potência mesmo quando o aparelho celular não estiver conectado ao carregador, desprezível frente ao consumo que acontece quando o aparelho celular está conectado.

Na internet, encontra-se um vídeo que pode ser apresentado aos alunos para complementar a resposta <https://www.youtube.com/watch?v=Zhq81zo3tWk>.

Card 3:

Deixar o aparelho carregando depois que a bateria está cheia, não consome energia.



MITO

Pelas mesmas razões do anterior.

Há um PEQUENO consumo de potência mesmo quando o aparelho celular já se encontra 100% carregado, desprezível frente ao consumo que acontece quando o aparelho celular está conectado.

Card 4:

Detector de mentiras existe.



VERDADE

Também conhecido como polígrafo, o detector de mentiras é composto por um conjunto de sensores que medem o ritmo da respiração, a pressão sanguínea, os batimentos cardíacos e o suor na ponta dos dedos da pessoa examinada.

O funcionamento do aparelho se baseia na teoria de que essas reações do organismo se alteram quando mentimos.

A comunidade científica tem questionado nas últimas décadas a eficácia dos polígrafos. É que as alterações medidas por ele podem ser provocadas por outros fatores.

Além disso, não há uma tabela com valores de referência fixos que possa classificar um sujeito como mentiroso.

Card 5:

Colocar uma garrafa PET com água em cima do relógio medidor faz economizar energia.



MITO

Temos informação de que uma mulher muito “esperta” no sertão nordestino traia seu marido com um antigo amante, e, para dar sinal de que a área estava livre, ou seja, o marido estava ausente, ela colocava uma garrafa d’água em cima do medidor de energia que ficava instalado em frente da casa. A atitude desta mulher, com sabedoria em demasia, despertou a curiosidade dos vizinhos que queriam saber o porquê daquela garrafa naquele local.

E a vizinha, demonstrando uma sabedoria ainda maior informou que servia para diminuir o custo da energia que era tão caro para aqueles moradores. Aí então a notícia espalhou pelas redondezas e já chegou a todo o país.

Card 6:

O uso de benjamins é seguro.



MITO

Cada tomada é dimensionada para a passagem de determinado valor de corrente elétrica e depende da amperagem dos equipamentos. O uso de benjamins pode causar sobrecarga e curto-circuito.

Card 7:

Uma residência com 220 volts gasta mais energia elétrica.



MITO

O consumo é o mesmo. O consumo de energia depende da potência do aparelho e do tempo de sua utilização, e não da tensão.

O uso de tensão 220 V é vantajoso para circuitos com corrente elétrica elevada ou tomada de uso especial, ou específico, pois traz a possibilidade de utilizar uma seção de condutor menor.

Card 8:

Um corte no dedo contribui para uma pessoa levar um choque elétrico.



VERDADE

A camada exterior da pele, a epiderme, é protegida por uma película seca formada por envelopes de queratina, uma proteína fibrosa muito resistente.

Além de ser composta por materiais naturalmente isolante, o que torna a pele, um isolante elétrico muito bom o que evita choques a baixas correntes.

Apesar de não haver vasos na epiderme, suas camadas internas são banhadas em fluidos provenientes de capilares em camadas mais interiores, por isso são muito condutoras de eletricidade.

Card 9:

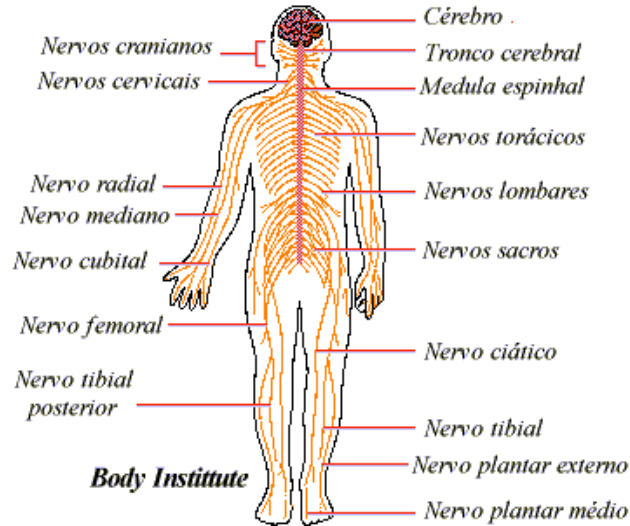
Dar a mão a uma pessoa que se encontra levando um choque, este pode ser transmitido.



VERDADE

O choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano ou de um animal qualquer e se propaga pelos nervos (circuito elétrico).

Figura 9 - Nervos do corpo humano e choque elétrico



Fonte: O autor (2017).

Card 10:

Remover o pino do meio de tomadas não causa danos.



MITO

O terceiro pino deve estar conectado ao sistema elétrico de aterramento – diretamente com o solo. Ele garante segurança, tanto pessoal (choque) quanto para o aparelho, por evitar acúmulo de cargas no mesmo.

O pino do meio funciona como um escoamento dessas cargas. Sobretudo, para isso acontecer, é necessário ter um sistema de aterramento feito na residência, o que na maioria dos casos não se tem nas residências brasileiras.

Card 11:

Existe uma lei que determina que todas as novas edificações precisam ter o aterramento da rede elétrica.



VERDADE

A lei 11.337 de 26 de Julho de 2006 estabelece que as novas edificações tenham o aterramento da rede elétrica.

“Determina a obrigatoriedade de as edificações possuírem sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização de condutor-terra de proteção, bem como

torna obrigatória a existência de condutor-terra de proteção nos aparelhos elétricos que especifica”.

6. *Reconciliação integrativa* (2 aulas) – Retorno ao estudo de caso

Neste momento, deve ser retornado o estudo de caso. Para uma nova resolução das questões propostas que seguem.

1) Ao cortar o terceiro pino da tomada da TV, a mesma funcionará? Você concorda com Aline que esse pino não possui utilidade? Em caso negativo, por que os fabricantes de produtos elétricos passaram a fabricar produtos com tomadas com três pinos?

Por medidas de segurança. A função do terceiro pino nas tomadas é conectar o corpo do aparelho diretamente ao solo (a Terra). Qualquer carga que se acumule sobre o aparelho será, portanto, conduzida ao solo – impedindo, assim, a ocorrência de um choque elétrico acidental.

2) Ao ligar a TV e o carregador do célula r numa tomada de 220 V, que danos podem ocorrer com cada aparelho?

Depende. Considerando uma TV antiga, e se a mesma possuir tensão interna de 110 V, ao ligá-la sob uma tensão de 220 V, ela receberá um excesso de cargas elétricas, o que possivelmente queimaria a TV. Já, TVs modernas e carregadores de celulares são considerados *bi-volts*, isto é, funcionam sob ambas as tensões, sem danos aos aparelhos.

3) Que efeitos biológicos um choque elétrico pode causar?

Dependendo da intensidade da corrente elétrica, um choque pode causar efeitos como a tetanização, parada respiratória, asfixia, fibrilação ventricular, queimadura dos tecidos, perda de sentidos, até mesmo a morte.

4) Ao ligar o chuveiro Aline levou choque e sua mãe não. Você poderia dar uma explicação provável para isso?

É provável uma má instalação ou que o chuveiro não tenha aterramento. Uma outra explicação provável é que Aline tenha uma baixa resistência em relação à sua mãe. Ou ainda que Aline possua algum corte ou ferimento nos dedos. A pele (tecido) possui, em geral, alta resistência elétrica, um corte atrapalha a resistência.

5) Ao mudar a chave de um chuveiro, da posição verão para inverno, por exemplo, o que acontece internamente para a água sair mais aquecida?

Varia-se a resistência elétrica, pois ocorre variação no comprimento do fio, e conseqüentemente a temperatura da água é variada, quanto maior for a resistência, maior o aquecimento. A resistência é proporcional ao comprimento do fio.

6) O que é a resistência de um chuveiro? Pra que ela serve?

O termo correto é resistor. É um dispositivo cuja função é converter a energia elétrica em calor, por se opor a passagem de corrente elétrica, o que faz com que os elétrons colidam devido a dificuldade causada pelo resistor, com isso gera-se um aquecimento.

7) Você concorda com a afirmação de Júlia “220 é muita energia e queima o aparelho”? Justifique.

220 no contexto refere-se à 220 V, sendo uma medida da diferença de potencial e não da energia. No mais, a resposta depende das especificações do aparelho, se sua tensão nominal estiver na faixa nos 220 V, não queimará.

7. Avaliação individual – Em(frente) ao ENEM

Esta atividade, que ocupará uma aula, deverá ter sido já anunciada para os alunos; não deverá ser de surpresa e recomenda-se que seja aplicada de forma individual.

A mesma consiste em questões voltadas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) na forma de simulado, ou seja, com tempo de resolução definido, cartão-resposta e questões objetivas.

Figura 10 - Simulado Em(frente) ao ENEM

Avaliação individual – Em(frente) ao ENEM

Aluno(a): _____

Cartão-resposta

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS - FÍSICA

01	A	B	C	D	E
02	A	B	C	D	E
03	A	B	C	D	E
04	A	B	C	D	E
05	A	B	C	D	E
06	A	B	C	D	E
07	A	B	C	D	E

Fonte: O autor (2017).

A página 58 traz o simulado elaborado, com questões extraídas e/ou adaptadas do ENEM entre os anos de 2010 e 2017. Dentre as habilidades e competências desejadas nas questões tem-se organizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Habilidades e Competências requeridas no Simulado Em(frente) ao ENEM

Competências	Habilidades
C2: Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas as Ciências Naturais em diferentes contextos.	H5: Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
	H6: Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos ou sistemas tecnológicos de uso comum.
C6: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los a diferentes contextos.	H17: Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
C7: Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.	H21: Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

Adaptado de INEP. Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enceja/matriz_competencia/Mat_Cien_Nat_EM.pdf>.

Acesso em 15 jan. 2018.

8. Encontro final integrador – Mapa Conceitual

São diagramas indicando relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos. É necessário ter uma conexão entre os conceitos. Geralmente feita com um verbo ou uma locução. É necessário uma hierarquização.

Os mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais podem ser utilizados de maneiras distintas, seja para uma unidade de estudo, para um curso ou, até mesmo, para um programa educacional completo. Pode ser utilizado desde resumir uma ideia e esquematizá-la até uma avaliação de determinado conteúdo.

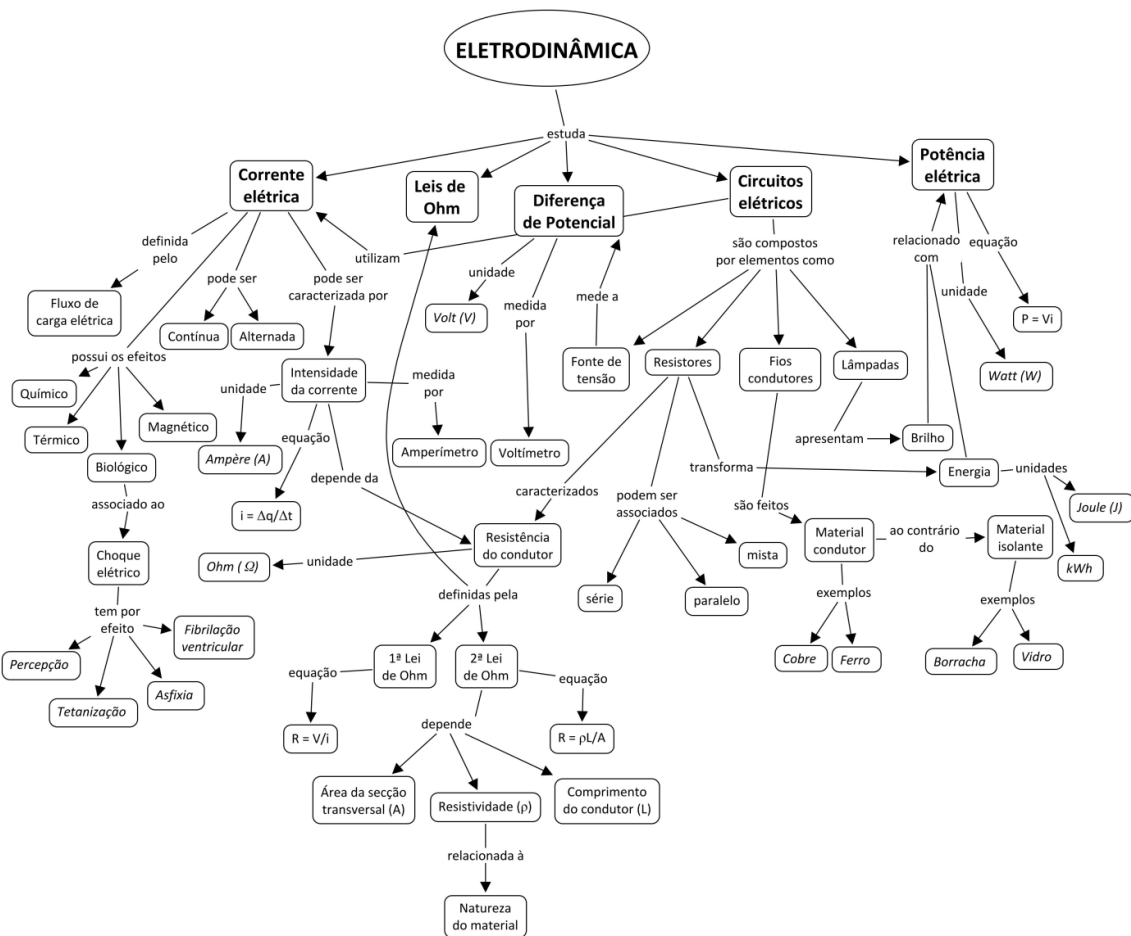
Instruções de aplicação:

Neste momento, os alunos, em grupo, devem confeccionar um mapa, desta vez conceitual, isto é, conter palavras de ligação bem como uma relação mais hierárquica dos conceitos.

É necessário que na aula anterior ou em um momento antes da aplicação desta etapa, o professor explique para os alunos o que consiste um mapa conceitual, apresentando modelos para exemplificar.

Na Figura 10 tem-se um Mapa Conceitual com os principais conceitos da Eletrodinâmica a serem trabalhados. Nele, observam-se os aspectos necessários em um mapa como as palavras de ligação, a hierarquia dos conceitos bem como a diferenciação dos mesmos e a recursividade.

Figura 10 - Um Mapa Conceitual de Eletrodinâmica



Fonte: O autor (2017).

Esta etapa pode ser realizada em sala de aula, de forma manual ou caso haja disponibilidade e tempo, utilizando computadores com o auxílio do *software* gratuito *Cmap Tools*⁴.

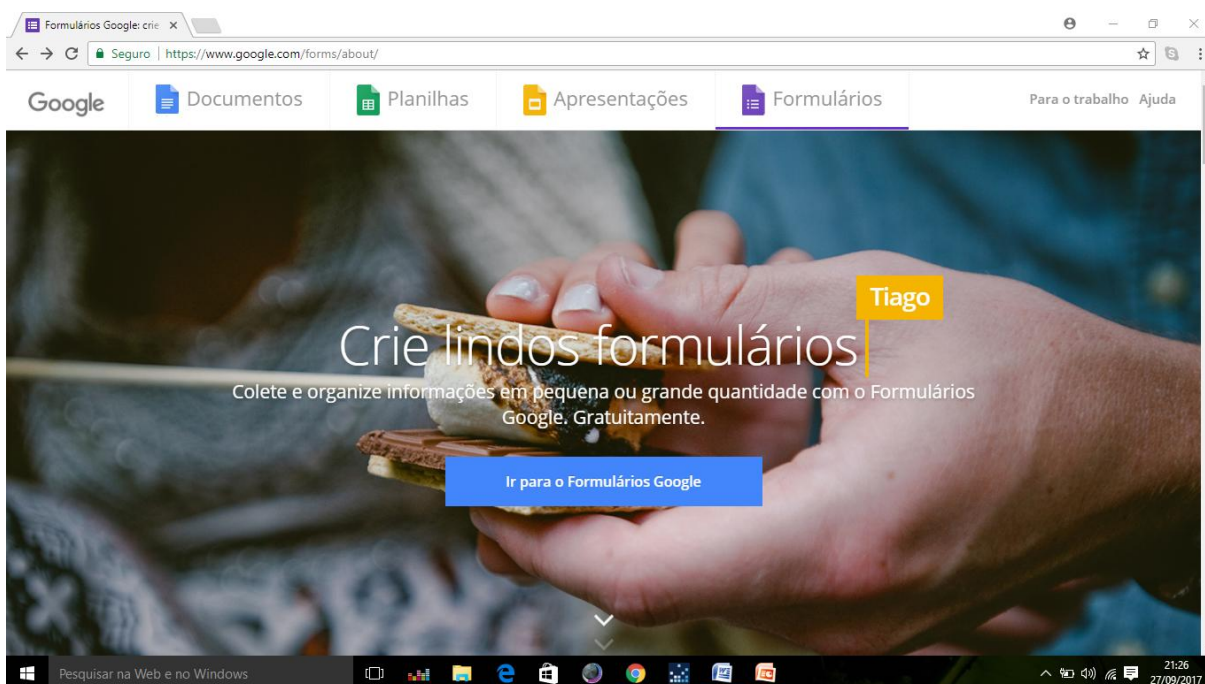
Sugere-se que em um momento posterior a construção dos mapas ou numa aula seguinte, caso haja tempo, os alunos apresentem os mapas conceituais para a turma. Essa apresentação ajudará os mesmos a se dar conta de seus erros.

9. Avaliação de Aceitação da UEPS

Esta etapa é de extrema importância em uma UEPS. Pois, a partir dela, o professor terá um *feedback* dos alunos acerca da UEPS.

Pode ser desenvolvido com o recurso *Formulários Google*. Para isso, basta acessar: <https://www.google.com/forms/about/>. A seguinte página será aberta:

Figura 11 - Captura de tela do Site Formulários Google

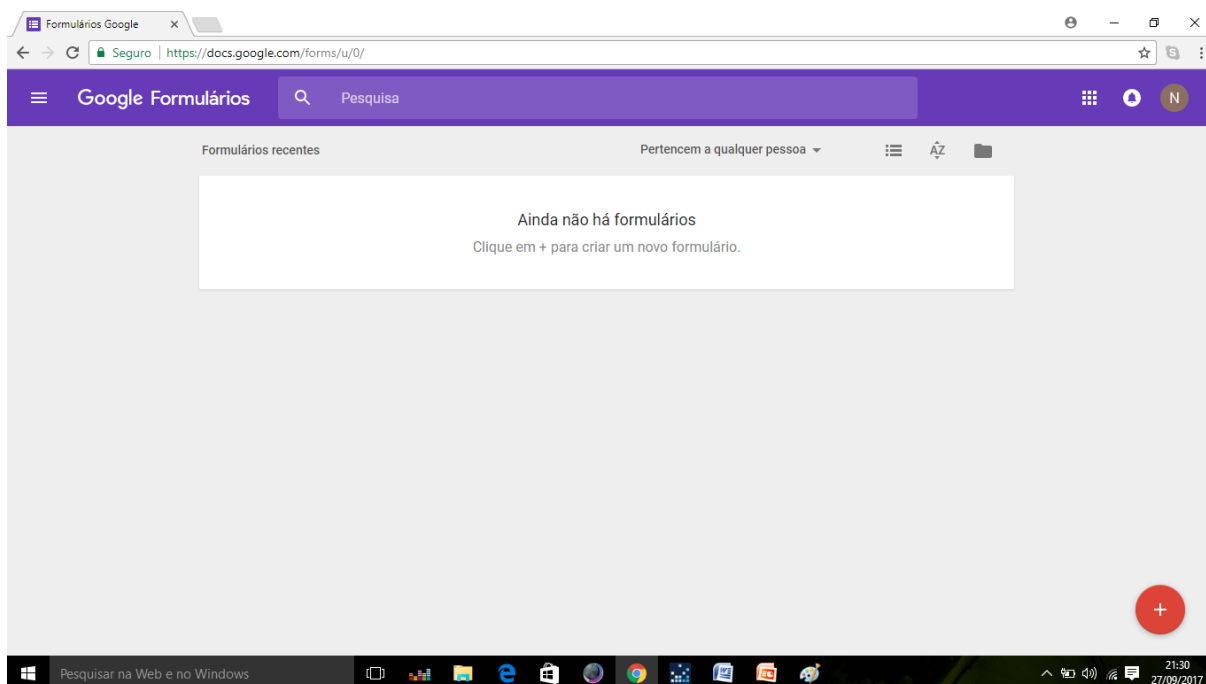


Fonte: O autor (2017).

Deve-se clicar em “Ir para o Formulários Google”, como indica a Figura12.

⁴ Disponível em: <<https://cmap.ihmc.us/>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

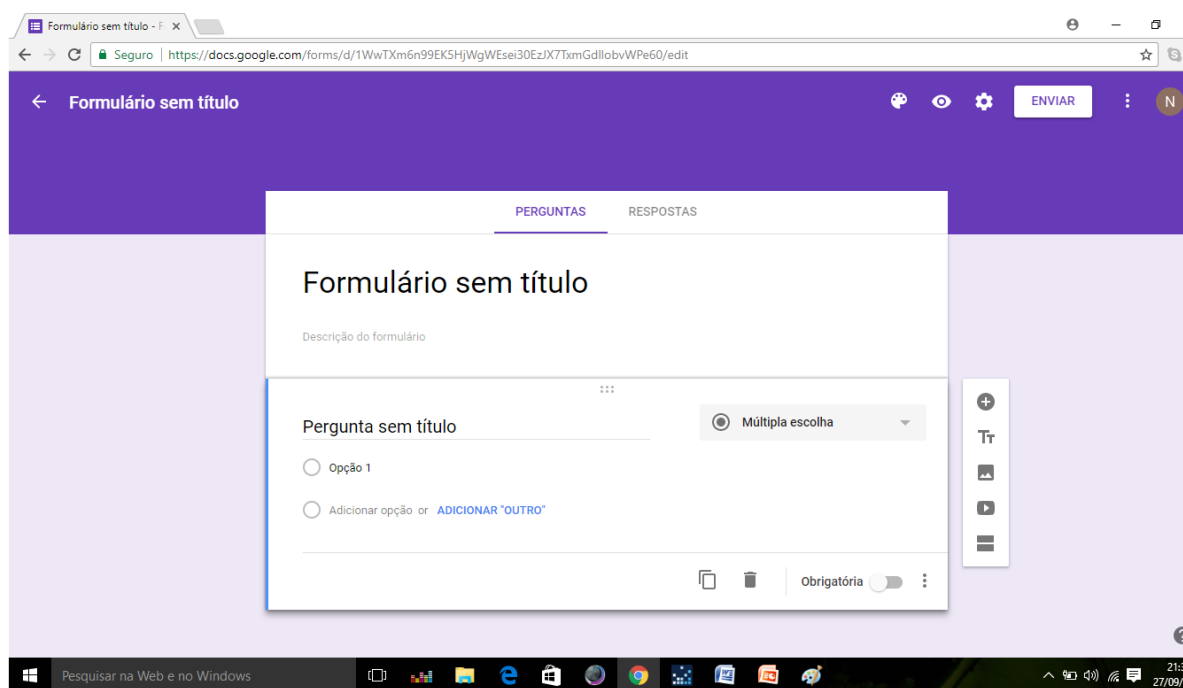
Figura 12 - Captura de tela do Site Formulários Google



Fonte: O autor (2017).

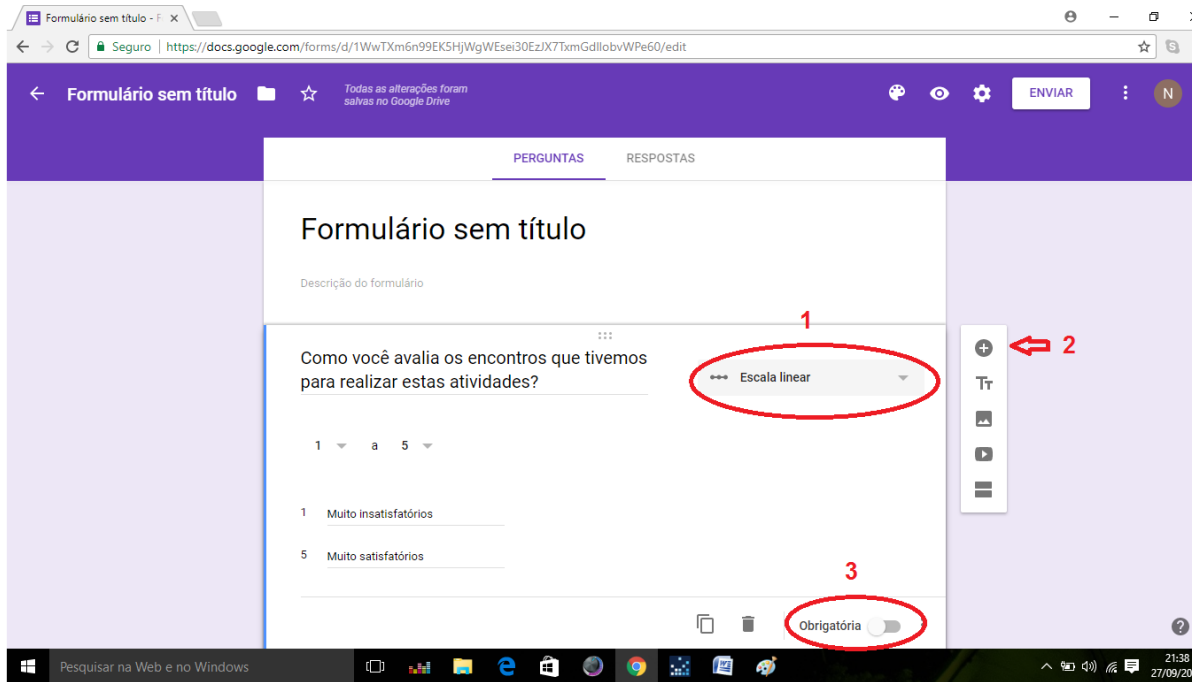
Logo em seguida, clicar no “+” que se encontra no canto inferior direito da página, indicado na Figura 13.

Figura 13 - Captura de tela do Site Formulários Google



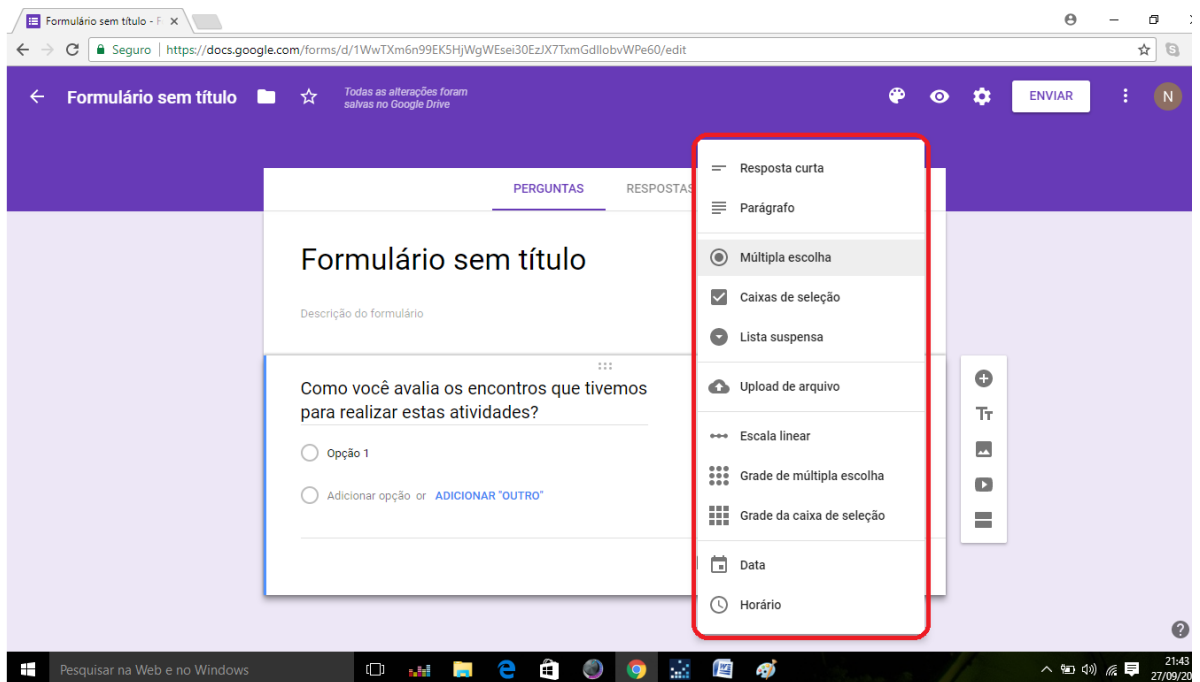
Fonte: O autor (2017).

Figura 14 - Captura de tela do Site Formulários Google



Fonte: O autor (2017).

Figura 15 - Captura de tela do Site Formulários Google



Fonte: O autor (2017).

O questionário desenvolvido encontra-se disposto a partir da página 67.

Nas páginas seguintes, 48 a 55 encontram-se o material do aluno e nas páginas 56 a 69 tem-se as atividades a serem aplicadas.

Eletrodinâmica

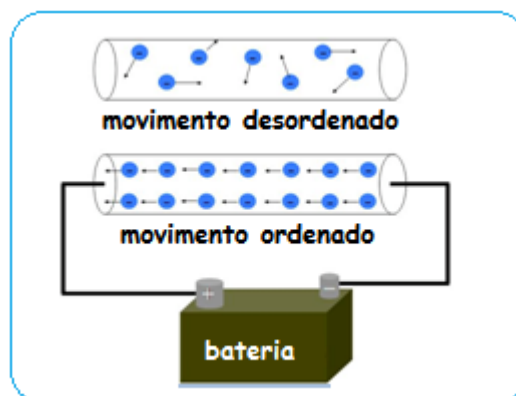
São fenômenos elétricos todos aqueles que envolvem cargas elétricas em repouso ou em movimento. Ao estudo das cargas elétricas em repouso denomina-se Eletrostática, enquanto que a Eletrodinâmica é a área da Física que compreende as cargas em movimento; as cargas em movimento são usualmente elétrons.

Fluxo de carga

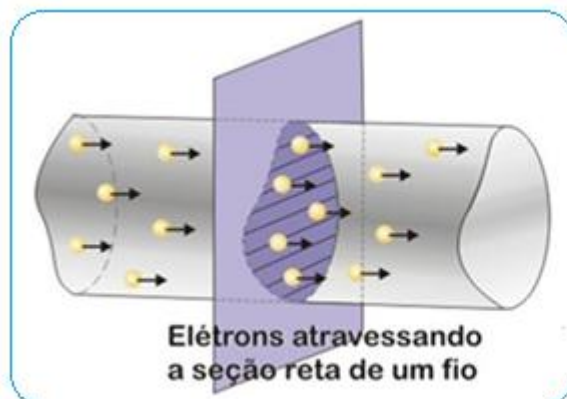
Lembre-se dos estudos sobre calor e temperatura, de que quando as extremidades de um material condutor estão a temperaturas diferentes, a energia térmica flui da extremidade mais quente para a mais fria. O fluxo cessa quando ambas alcançam uma mesma temperatura. De modo análogo, quando as extremidades de um material condutor elétrico estão em diferentes potenciais elétricos (quando existe uma diferença de potencial) a carga flui de uma extremidade para outra.

Corrente elétrica

Nos metais dos fios existem elétrons livres para mover-se. O deslocamento ordenado das cargas elétricas constitui a corrente elétrica.



Em outras palavras, a corrente elétrica é definida como o fluxo de cargas elétricas Δq :



$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

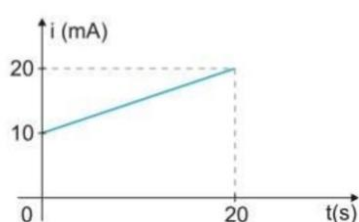
Unidade: Ampère (A)

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

$$q = ne \quad (e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

Exemplo 1: Um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica constante, de modo que cada minuto passam $7,5 \times 10^{19}$ elétrons. Calcule a intensidade dessa corrente.

Exemplo 2: A figura abaixo mostra a intensidade de corrente em função do tempo. Calcule a carga que passa entre os instantes $t = 0$ e $t = 20$ s.



O que é necessário para que exista uma corrente elétrica?



- Que as cargas possam mover-se;
- Que existam materiais condutores pelos quais as cargas possam se deslocar;
- Que existam geradores, dispositivos que, mantendo um equilíbrio das cargas e fornecendo a energia necessária, possibilitam o movimento de tais cargas.

Efeitos da corrente elétrica

Vários são os efeitos produzidos pela corrente elétrica, abordaremos aqui os quatro principais.

1) Efeito Fisiológico: consiste na passagem da corrente elétrica por organismos vivos, podendo agir diretamente no sistema nervoso, muscular e cardíaco, provocando contrações musculares, choque elétrico e danos que podem levar a morte.

Texto complementar I: *Interdisciplinaridade em ação!*

CHOQUE ELÉTRICO E SUAS CONSEQUÊNCIAS

O choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano ou de um animal qualquer.

Vários efeitos biológicos podem ser observados quando o corpo é submetido à ação da corrente elétrica. Esses efeitos variam de acordo com a região do corpo a qual a corrente é percorrida. A Figura 1 ilustra situações que mostram a corrente elétrica percorrendo distintas partes do corpo humano. A situação (a), na qual a corrente passa pelo coração da pessoa pode corresponder a uma situação de grande risco, enquanto a situação (b), na qual a corrente passa apenas pela mão, é menos perigosa, embora possam ocorrer queimaduras locais, e em (c) ocorre um dano mais leve, pois a corrente circula apenas no pé da pessoa.

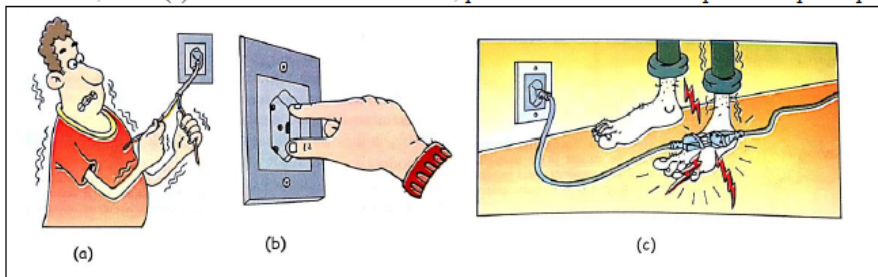


Figura 1: Ilustração de algumas situações da corrente percorrendo o corpo humano.

A intensidade da corrente é, entretanto, o fator mais relevante nas sensações e consequências do choque elétrico. Estudos cuidados desses fenômenos permitiram chegar a alguns valores aproximados. Uma corrente de 1 mA a 10 mA, por exemplo provoca apenas uma sensação de formigamento. Já, correntes de 10 mA a 20 mA causam sensações de dor. Correntes superiores a 20 mA e inferiores a 100 mA causam, em geral, grandes dificuldades respiratórias. Correntes superiores a 100 mA e inferiores a 200 mA são extremamente perigosas, podendo causar a morte da pessoa, por provocar contrações rápidas e irregulares do coração (esse fenômeno é denominado **fibrilação cardíaca**). Correntes superiores a 200 mA não causam fibrilação, porém dão origem a graves queimaduras e conduzem à parada cardíaca, podendo levar à morte.

A Figura 2 a seguir mostra com detalhes alguns dos efeitos.

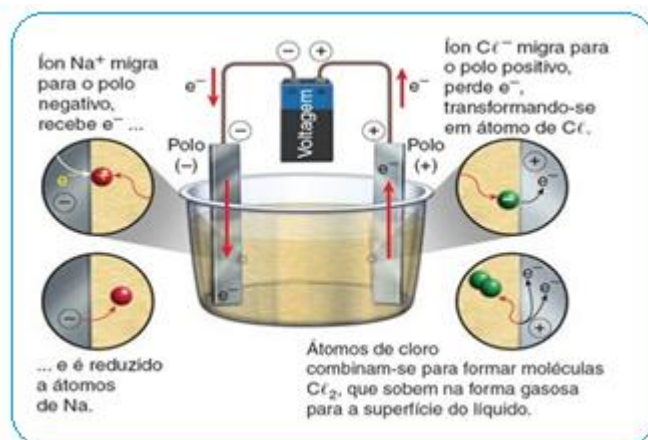
INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Eletrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

Figura 2: A intensidade da corrente elétrica e possíveis efeitos biológicos provocados por ela.

Adaptado de: MÁXIMO, Antonio. ALVARENGA, Beatriz. *Física contexto & aplicações*. 1 ed. SÃO PAULO, Scipione, 2013.

2) Efeito Térmico: conhecido como efeito Joule, consiste nas colisões dos elétrons livres contra os átomos dos condutores. Ao receberem energia, os átomos vibram mais intensamente, quanto maior a vibração, maior a temperatura do condutor.

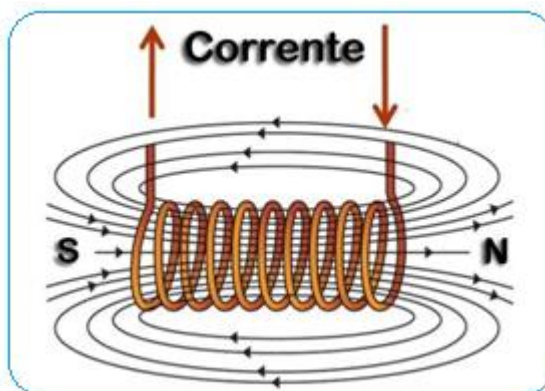
3) **Efeito Químico:** ocorre em determinadas reações químicas quando a corrente elétrica atravessa soluções eletrolíticas. Eletrólise é a reação de oxirredução provocada pela corrente elétrica.



A eletrólise pode ser de dois tipos:

- Eletrólise ígnea: aquela que é realizada com substância iônica fundida. Bastante utilizada na indústria, principalmente para a produção de metais.
- Eletrólise em solução aquosa: o processo se dá com a livre circulação de íons em meio aquoso.

4) **Efeito Magnético:** toda corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor. Uma aplicação deste efeito pode ser encontrada nos eletroímãs, dispositivos que utilizam a corrente elétrica para gerar um campo magnético semelhante àqueles encontrados nos ímãs naturais.

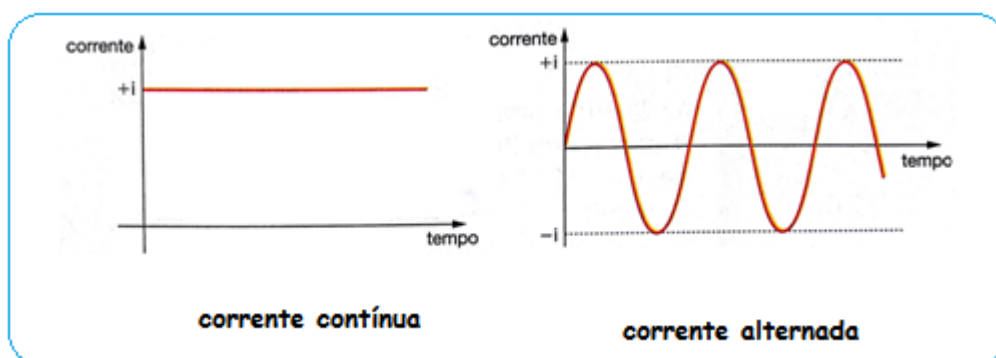


Existem dois tipos de corrente elétrica, a contínua e a alternada. A diferença entre elas se dá no sentido do movimento dos elétrons.

Corrente contínua: representada pela sigla CC ou DC (do inglês *direct current*), é um fluxo de cargas em um único sentido. Esse tipo de corrente é produzido, principalmente, por pilhas, baterias e células fotovoltaicas.

Corrente alternada: representada por CA ou AC (do inglês *alternating current*), é um fluxo oscilante de cargas que ora se movimenta em um sentido, ora em outro. A corrente alternada é fornecida pelas usinas geradoras de energia elétrica para as residências e as indústrias. No Brasil, essa alternância ocorre 60 vezes a cada segundo, originando uma corrente alternada de 60 Hz.

Na figura a seguir tem-se à esquerda, um gráfico de corrente contínua e à direita, um gráfico de corrente alternada.



Tensão elétrica (Diferença de potencial elétrica)

Seu papel é fazer com que os elétrons se movimentem no circuito elétrico. É o que chamamos de voltagem no cotidiano. Sua unidade de medida é o volt (V).

110 ou 220?



Algumas instalações elétricas contam, por exemplo, com tomadas de 110 V, 127 V ou 220 V. Alguns aparelhos mais atuais são desenvolvidos para funcionar sob ambas as diferenças de potencial. Por exemplo: TVs, carregadores de celular e *notebooks*. Tais aparelhos contam uma fonte que faz a transformação permitindo passar apenas a quantidade de corrente suportada pelo equipamento, sem que o cause danos.

Texto Complementar II: *O cotidiano tem Física!*

AS TOMADAS

A maioria dos plugues e tomadas de hoje possuem três pinos, em vez de dois, para conexão. Os dois pinos principais são para transportar a corrente através de um fio duplo, um dos quais está “vivo” (energizado) e o outro neutro, enquanto o terceiro pino (sempre cilíndrico) deve estar conectado ao sistema elétrico de aterramento – diretamente com o solo. O aparelho elétrico na outra extremidade do fio, portanto, está conectado aos três fios do pino do plugue. Se o fio vivo acidentalmente entrar em contato com a superfície de metal na entrada do aparelho, e você tocar nele, poderia receber um choque perigoso.



Sendo assim, o terceiro pino garante segurança, tanto pessoal (choque) quanto para o aparelho, por evitar acúmulo de cargas no mesmo. Alguns aparelhos são fabricados em material condutor, gabinetes de computadores, por exemplo. Nestes, em geral, o acabamento é feito em metal. Sem o aterramento (terceiro pino) estamos mais sujeitos a levar choques nessa parte metálica do equipamento, devido às cargas que podem se acumular ali. Em resumo, o pino do meio funciona como um escoamento dessas cargas. Sobretudo, para isso acontecer, é necessário ter um sistema de aterramento feito na residência, o que na maioria dos casos não se tem nas residências brasileiras.

As Leis de Ohm

Primeira Lei de Ohm

A capacidade de um **corpo se opor à passagem de corrente elétrica** mesmo quando existe uma diferença de potencial aplicada é denominada **resistência elétrica**. Como o nome sugere, está relacionada ao ato de resistir. Seu cálculo é dado pela **Primeira Lei de Ohm**:

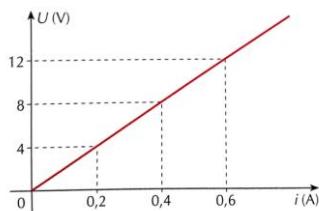


$$R = \frac{V}{i}$$

Unidade: **Ohm (Ω)**

$$1 \Omega = 1 \text{ V/1 A}$$

Exemplo 3: Aplica-se uma ddp nos terminais de um resistor e mede-se a intensidade de corrente elétrica que o atravessa. Repete-se a operação para ddps diferentes e constrói-se o gráfico abaixo, obtendo a curva característica do resistor. Determine o valor da resistência elétrica desse resistor.



Resistência ou resistor?



Resistor é o aparelho utilizado para limitar a corrente elétrica em um circuito elétrico, já a resistência é a grandeza física medida pelo resistor (de modo análogo que régua mede o comprimento, resistor mede resistência). No cotidiano é comum ouvir o termo *resistência* referindo-se a resistor. Por exemplo: “A resistência do chuveiro queimou”. Contudo, do ponto de vista da Física seria mais adequado afirmar “O resistor do chuveiro queimou”.

No dia a dia, encontramos resistores elétricos em muitos objetos. Todo aparelho elétrico que tem por função aquecer de alguma forma: torradeira, ferro elétrico, secador de cabelo, etc. são constituídos por resistores. Isso porque no resistor, a energia elétrica é transformada em calor.

Segunda Lei de Ohm



A resistência de um material depende do quê?

- Do comprimento do condutor;
- Da área do condutor;
- Da natureza do material.

O cientista Georg Simon Ohm, através de experimentos com fios de diferentes comprimentos e espessuras, concluiu que a resistência de um material depende dos fatores listados. Além disso, seus estudos mostraram que a resistência elétrica de um material era diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua área. Essas relações são demonstradas na **Segunda Lei de Ohm**:

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

ρ é a **resistividade** do material. Uma constante, e esta depende da temperatura.

Resistividade à temperatura ambiente

Material	Resistividade (Ωm)
Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$
Zinco	$6,0 \times 10^{-8}$
Níquel	$7,8 \times 10^{-8}$
Ferro	$1,0 \times 10^{-7}$
Chumbo	$2,2 \times 10^{-7}$

Exemplo 4: Aplica-se a ddp de 100 V nas extremidades de um fio de 20 m de comprimento e seção circular de área 2 mm². Sabendo-se que a corrente elétrica que circula tem intensidade de 10 A, calcule a resistividade do material que constitui o fio em $\Omega\text{ m}$.

Condutores, isolantes e semicondutores

Há três comportamentos diferentes dos materiais com relação à passagem de corrente elétrica. Os condutores que facilitam a passagem de corrente elétrica, os isolantes (maus condutores) que dificultam e os semicondutores que apresenta um comportamento intermediário.

Classificação	Condutores	Isolantes	Semicondutores
Nível de dificuldade à passagem de corrente elétrica	Baixo	alto	intermediário
Exemplos	Fios de cobre para redes elétricas	Peças de cerâmica para isolamento elétrico	Lâmpadas LED (usadas em circuitos eletrônicos)

Nos semicondutores, a condutividade depende da temperatura. O corpo humano pode ser considerado um semicondutor. A resistência que o corpo humano oferece à passagem de corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele. Esta resistência está situada na faixa dos 100 kΩ, quando a pele se encontra seca e não apresenta cortes. Quando a pele encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo diminui. Cortes também oferecem uma baixa resistência elétrica.

A RESISTÊNCIA ELÉTRICA E O CORPO HUMANO

Diferenças de potencial (ainda que relativamente pequenas) podem causar grandes danos, dependendo da resistência do corpo humano. O valor dessa resistência pode variar entre, aproximadamente 100 000 Ω para a pele seca, e cerca de 1000 Ω para a pele molhada. Assim, se uma pessoa com a pele seca tocar os polos de uma tomada de 120 V, seu corpo será atravessado por uma corrente:



$$i = \frac{V}{R} = \frac{120}{100000} \text{ ou } i = 1,2 \text{ mA}$$

Essa pessoa, como já discutimos, sentirá apenas um ligeiro formigamento.

Se a pessoa estivesse, porém, com a pele molhada, a corrente em seu corpo seria:

$$i = \frac{V}{R} = \frac{120}{1000} \text{ ou } i = 120 \text{ mA}$$

Portanto, essa pessoa poderia até falecer em virtude da fibrilação cardíaca. Por esse motivo, não devemos tocar em instalações elétricas se estivermos com a pele molhada.

Adaptado de: MÁXIMO, Antonio. ALVARENGA, Beatriz. Física contexto & aplicações. 1 ed. SÃO PAULO, Scipione, 2013.

Exemplo 5: A resistência elétrica apresentada pela pele à passagem da corrente está disposta na tabela a seguir. Determine a corrente que atravessa o corpo nas duas situações considerando o corpo submetido à tensão de 120 V e evidencie o dano causado.

Estado da pele	Resistência
Pele seca	400 kΩ
Pele molhada	15 kΩ

ATIVIDADE DIMENSIONANDO CIRCUITOS

1) *Responda e comprove!*

Qual a importância de um resistor em um circuito? A ausência de um resistor pode gerar o quê em um circuito?

Construa um circuito sem resistor e comprove. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

2) *Responda e comprove!*

Em um circuito em série com dois resistores de $10\ \Omega$ e uma fonte de tensão de $12\ \text{V}$. Calcule a corrente percorrida em cada resistor.

Monte o circuito e comprove utilizando medidores elétricos. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

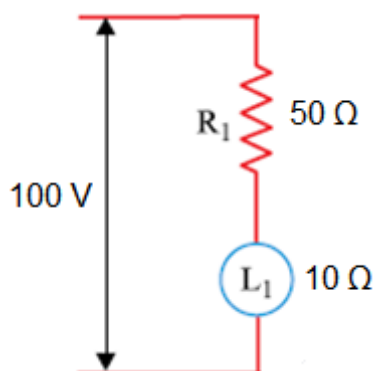
3) *Responda e comprove!*

Dispondo dos mesmos dados da questão anterior. Sem cálculos, responda o que ocorre com o valor da corrente elétrica se os resistores forem dispostos em paralelo.

Monte o circuito e comprove utilizando medidores elétricos. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

4) *Comprove e responda!*

Construa o circuito abaixo:

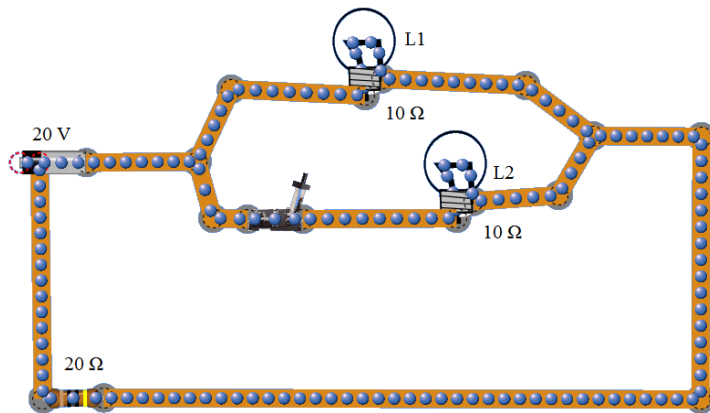


- Agora altere a resistência do resistor para $25\ \Omega$;
- Em seguida, altere novamente resistência, agora para $75\ \Omega$.

Qual explicação para o fenômeno ocorrido?

5) *Responda e comprove!*

No circuito a seguir, o que ocorre ao ligar/desligar a chave.



Comprove na simulação. Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

6) *Comprove e responda!*

No circuito anterior, utilize medidores elétricos para determinar quais os valores de tensão em cada lâmpada e no resistor:

- com a chave fechada;
- com a chave aberta.

Tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

Utilizando a lei de Ohm, determine os valores medidos por meio de cálculos:

- com a chave fechada;

- com a chave aberta.

7) *Desafio!*

Monte um circuito de modo a se obter uma corrente elétrica de 1,5 A. Para isso, utilize:

- Duas pilhas de 9 V;
- Quatro resistores, sendo:
 - - um de 3 Ω;
 - - dois de 6 Ω;
 - - um de 10 Ω;
 - - um de 15 Ω;

Caso consiga, tire um *print* da tela e salve na pasta do grupo.

AVALIAÇÃO INDIVIDUAL - EM(FRENTE) AO ENEM

Aluno(a):

Cartão-resposta

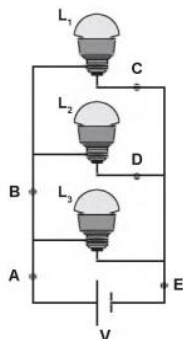
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS - FÍSICA

01	A	B	C	D	E
02	A	B	C	D	E
03	A	B	C	D	E
04	A	B	C	D	E
05	A	B	C	D	E
06	A	B	C	D	E
07	A	B	C	D	E
08	A	B	C	D	E
09	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E

Instruções:

- As questões deverão ser justificadas por meio de cálculos, esquemas ou textos.
- Não rasurar o cartão-respostas.
- Tempo de prova: 50 minutos.
- Não será permitido o uso de calculadoras e/ou dispositivos eletrônicos.

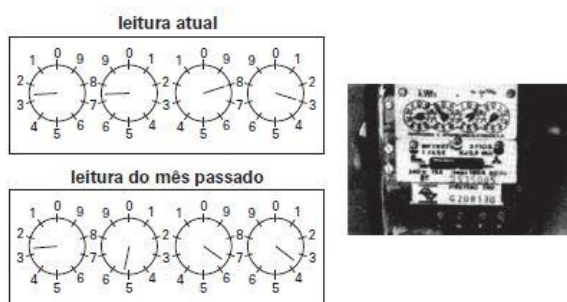
QUESTÃO 1) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de I_A , I_B , I_C , I_D e I_E , respectivamente.



O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- A) $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
- B) $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
- C) $I_A = I_B$, apenas.
- D) $I_A = I_B = I_E$, apenas.
- E) $I_C = I_B$, apenas.

QUESTÃO 2) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para a esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20.

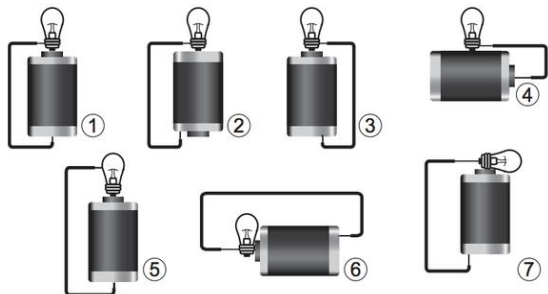


FILHO, A. G.; BAROLLI, E. Instalação Elétrica. São Paulo: Scipione, 1997.

O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de

- A) R\$ 42,80.
- B) R\$ 42,00.
- C) R\$ 43,00.
- D) R\$ 43,80.
- E) R\$ 44,00.

QUESTÃO 3) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A) (1), (3), (6)
- B) (3), (4), (5)
- C) (1), (3), (5)
- D) (1), (3), (7)
- E) (1), (2), (5)

QUESTÃO 4) Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a diesel e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V. Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

- A) série e usar fios de maior espessura.
- B) série e usar fios de máximo comprimento.
- C) paralelo e usar fios de menor espessura.
- D) paralelo e usar fios de maior espessura.
- E) paralelo e usar fios de máximo comprimento.

QUESTÃO 5) Uma lâmpada LED (diodo emissor de luz), que funciona com 12 V e corrente contínua de 0,45 A, produz a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60 W de potência. Qual é o valor da redução da potência consumida ao se substituir a lâmpada incandescente pela de LED?

- A) 54,6 W
- B) 27,0 W
- C) 26,6 W
- D) 5,4 W
- E) 5,0 W

QUESTÃO 6) O manual de instruções de um computador apresenta as seguintes recomendações para evitar que o cabo de alimentação de energia elétrica se rompa:

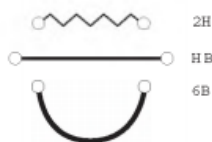
- Ao utilizar a fonte de alimentação, acomode adequadamente o cabo que vai conectado à tomada, evitando dobrá-lo.
- Ao conectar ou desconectar o computador da tomada elétrica, segure o cabo de alimentação pelo plugue e não pelo fio. Caso o usuário não siga essas recomendações e ocorra o dano previsto, a consequência para o funcionamento do computador será a de que

- A) os seus componentes serão danificados por uma descarga elétrica.
- B) a velocidade de processamento de dados diminuirá sensivelmente.
- C) a sua fiação interna passará a sofrer um aquecimento excessivo.
- D) o monitor utilizado passará a apresentar um brilho muito fraco.
- E) os seus circuitos elétricos ficarão sem circulação de corrente.

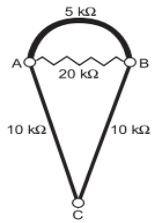
QUESTÃO 7) A rede elétrica de uma residência tem tensão de 110 V e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de 100 W e tensão nominal de 220 V. Se essa lâmpada for ligada na rede de 110 V, o que acontecerá?

- A) A lâmpada brilhará normalmente, mas como a tensão é a metade da prevista, a corrente elétrica será o dobro da normal, pois a potência elétrica é o produto de tensão pela corrente.
- B) A lâmpada não acenderá, pois ela é feita para trabalhar apenas com tensão de 220 V, e não funciona com tensão abaixo desta.
- C) A lâmpada irá acender dissipando uma potência de 50 W, pois como a tensão é metade da esperada, a potência também será reduzida à metade.
- D) A lâmpada irá brilhar fracamente, pois com a metade da tensão nominal, a corrente elétrica também será menor e a potência dissipada será menos da metade da nominal.
- E) A lâmpada queimará, pois como a tensão é menor do que a esperada, a corrente será maior, ultrapassando a corrente pela qual o filamento foi projetado.

QUESTÃO 8) Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munido dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas (R), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam à Lei de Ohm.

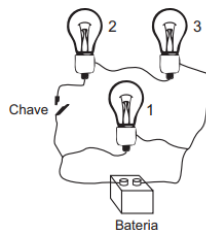


Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras R_{AB} e R_{BC} , respectivamente.

Ao estabelecer a razão $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$, qual resultado o estudante obteve?

- A) 1
- B) 4/7
- C) 10/27
- D) 14/81
- E) 4/81

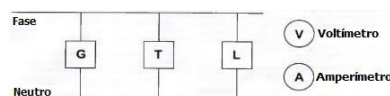
QUESTÃO 9) Um electricista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas como na figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado, que contém a chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência X .

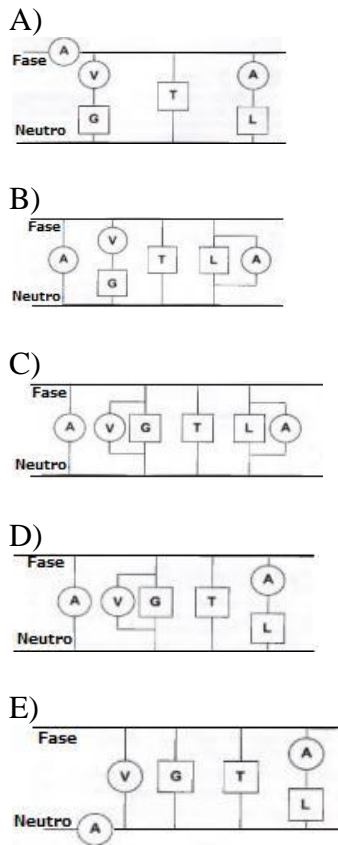


Assumindo que as lâmpadas obedecem à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de X é:

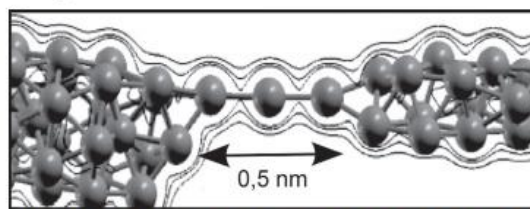
- A) $2X/3$
- B) X
- C) $3X/2$
- D) $2X$
- E) $3X$

QUESTÃO 10) Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (**G**), uma tomada (**T**) e uma lâmpada (**L**), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (**V**) e dois amperímetros (**A**).





QUESTÃO 11) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento 0,5 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). A seção reta de um átomo de cobre é $0,05 \text{ nm}^2$ e a resistividade do cobre é $17 \text{ } \Omega \cdot \text{nm}$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.

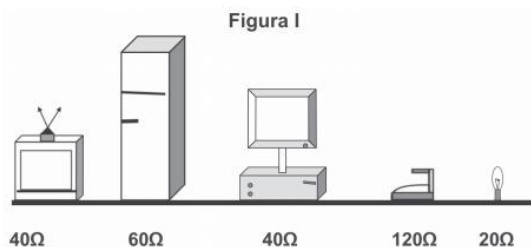


AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

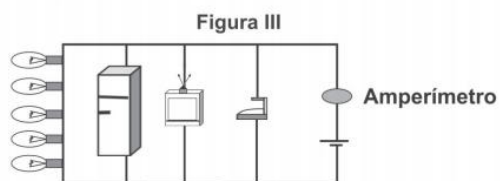
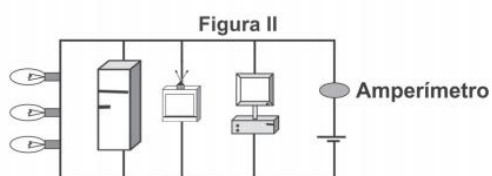
Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- A) 170 n Ω .
- B) 0,17 Ω .
- C) 1,7 Ω .
- D) 17 Ω .
- E) 170 Ω .

QUESTÃO 12) Uma residência possui dois aparelhos de TV, duas geladeiras, um computador, um ferro elétrico e oito lâmpadas incandescentes. A resistência elétrica de cada equipamento está representada pela figura I. A tensão elétrica que alimenta a rede da residência é de 120 V. Um eletricista fez duas ligações, que se encontram representadas pelas figuras II e III. Com base nas informações, verifica-se que a corrente indicada pelo amperímetro da figura:



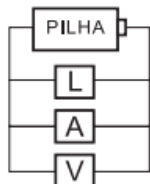
Um eletricista fez duas ligações, que se encontram representadas pelas figuras II e III.



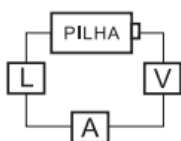
- A) II registrará uma corrente de 10 A.
- B) II registrará uma corrente de 12 A.
- C) II registrará uma corrente de 0,10 A.
- D) III registrará uma corrente de 16,6 A.
- e) III registrará uma corrente de 0,14 A.

QUESTÃO 13) Um eletricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica. O circuito elétrico montado pelo eletricista para medir essa resistência é

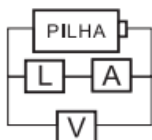
A)



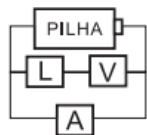
B)



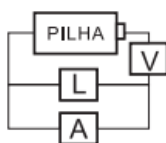
C)



D)



E)



QUESTÃO 14) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.

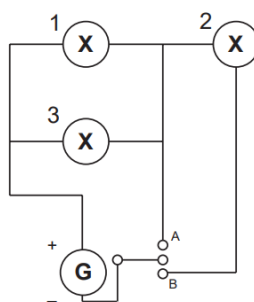
Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulagem da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2100 W, na posição primavera, 2400 W e na posição inverno, 3200 W.

GREF. *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulagem de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- A) 40 A
- B) 30 A
- C) 25 A
- D) 23 A
- E) 20 A

QUESTÃO 15) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- A) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- C) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- D) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- E) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DA UEPS

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?

- Muito satisfatórios
- Satisfatórios
- Regulares
- Insatisfatórios
- Muito insatisfatórios

2. De qual(is) atividade(s) você mais gostou?

- Mapa mental
- Estudo de caso
- Circuitos em série em paralelo* (Experimento com lâmpadas)
- “Dimensionando circuitos”* (Computacional)
- “Mitos e Verdades na Eletricidade”* (Jogo)
- Mapa conceitual
- Listas de exercícios
- Nenhuma

Comente:

2. Qual dos recursos utilizados, listados na questão anterior, você acredita que mais lhe auxiliou no aprendizado? Justifique.

4. Você percebeu que o conteúdo era retomado ao longo das aulas?

- Sim
- Não

5. A partir das aulas e dos conteúdos estudados, você consegue fazer conexão com situações do dia a dia? Explique.

6. Você acha que a forma como as atividades foram apresentadas e trabalhadas facilitou a compreensão dos conteúdos? Comente.

7. Você acha que os conteúdos aprendidos durante as aulas foram importantes para a sua formação? Comente.

8. Você notou mudança em algum conhecimento que você já possuía acerca de algum tema? Se possível explique e exemplifique.

9. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer muita dificuldade e 5, muita facilidade, dentre os assuntos abordados nas aulas, classifique de acordo com o que você sentiu ao estudar e compreender cada item abaixo.

- () Conceito de corrente elétrica
- () Cálculo da intensidade da corrente elétrica
- () Efeitos da corrente elétrica (biológico, químico, térmico e magnético)
- () Tipos de corrente elétrica (contínua e alternada)
- () Conceito de tensão elétrica
- () Conceito de resistência elétrica
- () Primeira Lei de Ohm
- () Segunda Lei de Ohm
- () Gráficos
- () Resolução de circuitos elétricos (em série e em paralelo)
- () Potência elétrica
- () Energia elétrica
- () Brilho de lâmpadas

10. O que poderia melhorar nas atividades desenvolvidas? Deixe alguma sugestão ou comentário sobre as aulas de Eletrodinâmica.

REFERÊNCIAS

- FELTRE, Ricardo. *Química*. V. 2. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008.
- GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física 3: Eletromagnetismo*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1998.
- MÁXIMO, Antonio. ALVARENGA, Beatriz. *Física contexto & aplicações*. V. 3. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*. V. 4, n. 2, 2005.
- MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*. V. 1(2). p. 43-63. 2011.
- OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de *et. al.* *Física em contextos: pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnética, radiação e matéria*. São Paulo: FTD, 2010.
- QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais*. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.
- RAMALHO JUNIOR, Francisco.; FERRARO, Nicolau Gilberto.; TOLEDO, Paulo Antônio. *Os fundamentos da Física*