

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 16

Ely de Sousa Agudo

**PRODUTO EDUCACIONAL**

ENSINO DE ELETRODINÂMICA COM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS  
Sequências didáticas com uma abordagem significativa

Presidente Prudente

2023

## ENSINO DE ELETRODINÂMICA COM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

Sequências didáticas com uma abordagem significativa

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: ENSINO DE ELETRODINÂMICA COM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: Sequências didáticas com uma abordagem significativa, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 16 – UNESP / Presidente Prudente - SP, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Dra. Priscila Alessio Constantino

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - Unesp, Campus de Presidente Prudente

A282e Agudo, Ely de Sousa.  
Ensino de eletrodinâmica com práticas experimentais : sequências didáticas com uma abordagem significativa / Ely de Sousa Agudo. - Presidente Prudente, 2023  
63 p. : il.

Produto que acompanha a dissertação do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

1. Ensino de física. 2. Eletrodinâmica. 3. Experimentação. I. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. II. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção  
CRB-8/9013

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha esposa Priscila Alves Macanhã que esteve ao meu lado me apoiando e não me deixando desistir nos momentos mais difíceis que tive em minha vida e que me deu o presente mais valioso que poderia ter, que é o nosso filho João Hélio.

À minha família que sempre me motivou a novas conquistas e sempre foram o meu refúgio em tempos difíceis.

À minha orientadora Priscila Alessio Constantino que é um exemplo de profissional a ser seguido. Mesmo com todos os momentos adversos que passei, foi compreensiva, paciente e não desistiu de mim mesmo eu pensando em desistir diversas vezes.

Aos demais professores do programa de pós-graduação do MNPEF que mesmo durante a pandemia não deixaram de fazer seu papel com excelência.

Aos colegas de curso que infelizmente o isolamento não permitiu que pudéssemos criar vínculos mais fortes.

Aos meus alunos que participaram do produto educacional.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

À SBF.

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	8
3. O PRODUTO EDUCACIONAL .....	14
4. ROTEIRO .....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
REFERÊNCIAS .....	47
APÊNDICE 1 - Questionário de sondagem de interessa na aprendizagem .....	48
APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	52
ANEXO - Questionário de avaliação final .....	58

## 1. APRESENTAÇÃO

Prezado (a) professor (a)

Este material trata-se de um produto educacional que oferece uma sequência didática sobre o ensino de eletrodinâmica originado de uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do polo de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), ofertado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Você encontrará orientações e sugestões que poderão auxiliá-lo nos conteúdos explorados no ensino de eletrodinâmica de maneira significativa, respeitando os conhecimentos prévios de seus alunos. Serão ofertadas seis sequências didáticas orientadoras que ofertarão assuntos como: corrente elétrica; resistência elétrica e leis de Ohm; potência elétrica e consumo de energia; associação de resistores; medidores elétricos; geradores e receptores.

Este trabalho foi baseado nas teorias de ensino e aprendizagem de David Ausubel (2003), em que a ideia central é avaliar como os estudantes passarão pelo processo de aprendizagem a partir de seus conhecimentos prévios, onde novas informações serão recebidas e ancoradas em informações já estabelecidas em suas estruturas cognitivas. No entanto, uma das condições de aprendizado que Ausubel define, é a motivação que o estudante possui ao receber essa nova informação, portanto para iniciar as aulas é sugerido realizar um questionário de sondagem de interesse, assim será possível ter uma base de como é o perfil da sala de aula, auxiliando na decisão de quais os melhores meios de transmitir os novos conhecimentos.

A segunda etapa deste produto é identificar aquilo que o aluno já conhece através de outro questionário de conhecimentos prévios. A partir daí, iniciaremos a aplicação das sequências didáticas que acompanham práticas experimentais e uso de recursos digitais para dinamizar as aulas e deixá-las mais interessantes. Ao final, um último questionário será aplicado aos alunos para a verificação do aprendizado.

O propósito deste trabalho é fornecer ao professor caminhos sequenciais e lógicos para facilitar a compreensão dos alunos com a eletrodinâmica, pois trata-se de um assunto que exige certa abstração de seus fenômenos. O objetivo é conseguir

estimular a participação da sala para promover discussões, trocas de informações e trazer significados em suas vidas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Aproximar o estudante ao objeto de estudo é um desafio para professores de ciências, pois muitos acabam priorizando demonstrações matemáticas ou focam em resoluções de exercícios meramente numéricas sem dar prioridade a apresentação de conceitos que possam tornar a aprendizagem significativa. Bonadiman (2007) explica que múltiplas as causas que costumam dificultar a aprendizagem de física como:

(...) o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado (BONADIMAN, 2007).

Com o avanço tecnológico e o uso de recursos digitais como a internet, a juventude atual possui acesso rápido e fácil a informação, então a escola de ensino tradicional se mostra cada vez mais ultrapassada e monótona para o estudante. Quando um professor não relaciona o conteúdo com conhecimentos prévios do aluno, essa aprendizagem não será significativa. De acordo com Guimarães (2009) é necessário que os aprendizes encontrem problemas concretos para poderem criar o próprio conhecimento.

A utilização de experimentos no ensino de ciências pode ser usada como estratégia para a criação de problemas reais que podem induzir e estimular questionamentos, entretanto essa estratégia não é tão simples. Segundo Guimarães (2009):

Essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetecer que o conhecimento seja construído pela mera observação. (Guimarães, 2009, p.198).

Deixar que o aluno consiga compreender a ideia sozinho sem nenhuma teoria anterior é a receita do fracasso experimental, é necessário que o professor consiga nortear o caminho através de um corpo teórico orientador. A utilização de experimentos costuma atrair as atenções, e com isso o professor ganha a oportunidade de dinamizar sua aula e contribuir na compreensão de certos conceitos envolvidos.

O educador, de acordo com Ferreira (1978), tem o papel de orientar a aprendizagem no aspecto da experimentação, para que os alunos promovam a realização dos trabalhos de maneira mais inteligente, sabendo selecionar os instrumentos adequados, as técnicas de laboratório e o acerto nos objetivos das atividades.

O laboratório divergente, de acordo com Malheiros (2016), promove que os estudantes desfrutem de plena liberdade para desenvolverem os experimentos. O aluno realiza todos os percursos investigativos para concluir a atividade de pesquisa experimental. Apesar de formas diferentes de apresentar a ideia, é essencial que o professor possua o desejo de mudança em sua forma de ensinar. As gerações mudam suas características comportamentais e devemos inovar de maneira significativa, transformar as atividades em problemas reais e despertar o desejo de aprender do aluno.

Oliveira (2010) afirma que a experimentação precisa se adequar ao ambiente escolar e que para que o professor consiga explorar todas suas potencialidades é preciso conhecer as diferenças e saber quando e como aplicá-las de acordo com as habilidades e objetivos que precisam ser desenvolvidos.

## **2.2. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento orientador para todos os currículos dos estados do Brasil para o ensino infantil, fundamental e médio. Este documento possui caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que o estudante necessita desenvolver durante sua trajetória na escola (BNCC, 2017).

Este documento estabelece, principalmente, conhecimentos, competências e habilidades que o aluno deverá obter durante seus anos na escola.

Sobre o ensino de física, a BNCC indica sua importância para a construção humana e formação cidadã e deverá apresentar seu desenvolvimento histórico e suas diversas interpretações para a compreensão da ciência. A física fará parte das Ciências da Natureza, que engloba também a química e a biologia, e deverá abranger tópicos como conservação, conversão e degradação de energia ou conservação da quantidade de movimento (BRASIL 2016).

As temáticas de conhecimento da física serão compostas por:

- Movimentos de objetos e sistemas;
- Energia e suas transformações
- Processos de comunicação e informação
- Eletromagnetismo – materiais e equipamentos
- Matéria e radiação – constituição e interações
- Terra e universo – formação e evolução.

A temática desse produto educacional é o ensino de eletrodinâmica e ela não estará mais segmentada e provavelmente estará em “Eletromagnetismo – materiais e equipamentos” e deverá haver outras relações de interdisciplinaridade, ou fará parte de itinerários escolhidos pelos alunos.

Os materiais e o trabalho do docente devem promover o desenvolvimento de competências e habilidades específicas fornecidas pela BNCC, quando se trata do ensino de eletrodinâmica, a BNCC (2017) elenca as seguintes informações:

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1** *Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.*

**HABILIDADE (EM13CNT101)** *Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.*

**HABILIDADE (EM13CNT106)** *Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.*

**HABILIDADE (EM13CNT107)** *Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.*

### **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**

*Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).*

**HABILIDADE (EM13CNT301)** *Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.*

**HABILIDADE (EM13CNT308)** *Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.*

O novo ensino médio entrou em vigor em 2021 e teve até 2022 para todas as escolas se adequarem, sendo públicas ou particulares, entretanto seu início foi segmentado, começando apenas o primeiro ano do ensino médio, tendo até 2024 todos os anos incluídos nas novas diretrizes.

## **2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL**

A aprendizagem significativa representa o armazenamento organizado na mente do aprendiz – essa organização é denominada estrutura cognitiva. O fator isolado que implica principalmente no aprendizado são os conhecimentos prévios, ou seja, o professor necessita identificar o que o aluno já sabe para que novas ideias sejam aprendidas e retidas, e caso os conceitos relevantes estejam claros na estrutura cognitiva, se tornam pontos de ancoragem para novas ideias e conceitos. Moreira (1999) ainda menciona que uma nova informação se relaciona com a estrutura do conhecimento específica na qual Ausubel define como subsunçor, que será o caminho para que essa nova ideia possa se ancorar. O acúmulo de informações no cérebro se organiza de maneira hierárquica de conceitos que foram coletados através de experiências do aprendiz. O conceito de força já existindo na estrutura cognitiva, servirá de subsunçor para compreender forças gravitacionais e eletromagnéticas, e conforme o aprendizado ocorra de maneira significativa, haverá crescimento dos conceitos subsunçores iniciais.

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA. 1999 p.155).

Os organizadores prévios mencionados são materiais introdutórios que servirão como uma ponte entre o que já se sabe e o que se deve saber com certo grau de abstração e generalidade.

### **2.3.1. CONDIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa, uma das condições seja que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2003), o conteúdo deve ser relevante para o aprendiz e que ele tenha disponível subsunçores adequados.

Outra condição importante para que ocorra aprendizagem significativa é o fato de que o aluno tenha disposição para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva, ou seja, se o aluno estiver com a pretensão apenas de memorizar o conteúdo, nada adianta termos um material potencialmente significativo e a aprendizagem será mecânica.

### **2.3.2. INDICADORES DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

De acordo com Ausubel (2003) verificar se realmente houve uma aprendizagem significativa, não é tarefa fácil, pois a posse de significados deve ser claros, precisos, diferenciáveis e transferíveis, mas simplesmente questionando o aluno sobre esse aprendizado, podemos correr o risco de verificar apenas uma aprendizagem mecânica de memorização.

Os testes de compreensão devem, no mínimo, ser expressos em diferentes linguagens e apresentados num contexto algo diferente do material de aprendizagem originalmente encontrado. Talvez a forma mais fácil de os fazer seja pedir aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas (semelhantes), mas não idênticas, ou escolham os elementos que identificam um conceito ou uma proposição de uma lista que contenha os conceitos relacionados, bem como as proposições (testes de múltipla escolha). (Ausubel, 2003).

Uma forma de avaliar o aprendiz é formular questões de maneiras novas, onde é exigido uma máxima transformação do conhecimento adquirido. As questões da avaliação devem ser apresentadas de formas diferentes daquela mostrada no material de instrução, só assim é possível evitar uma simulação de aprendizado significativo.

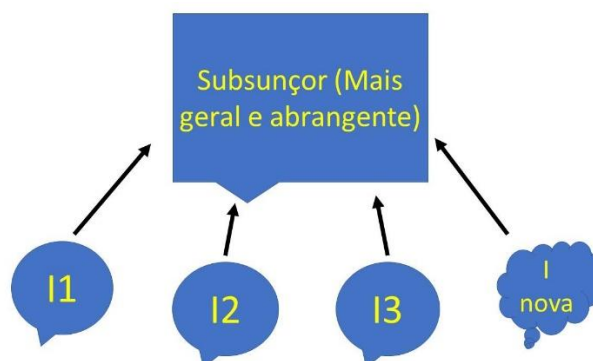
### 2.3.3. TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Moreira (1999) cita que para haver a assimilação da aprendizagem existem certas etapas que podem ser resumidas da seguinte forma: um novo conceito potencialmente significativo é assimilado através de uma ideia mais inclusiva que já faça parte da estrutura cognitiva, junto com esse subsunçor existente, essa nova ideia será ancorada e se transformará em um subsunçor mais elaborado e modificado. Concluímos então que o conceito se produz a medida em que se amplia o vocabulário, exemplificando é ter conceitos de formas, tamanhos e cores e o aprendiz pode afirmar que uma bola é usada no futebol, cores preta e branca e possuir hexágonos na sua estrutura.

### 2.3.4. FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

*Aprendizagem subordinada:* Ocorre quando um conceito é incorporado a uma estrutura maior, a ideia nova subordina-se a ideias pré-existentes mais gerais e abrangentes, ela adquire significado por meio de subsunçores. Não há alteração de conceitos anteriores, mas sim uma ampliação do significado dos conceitos.

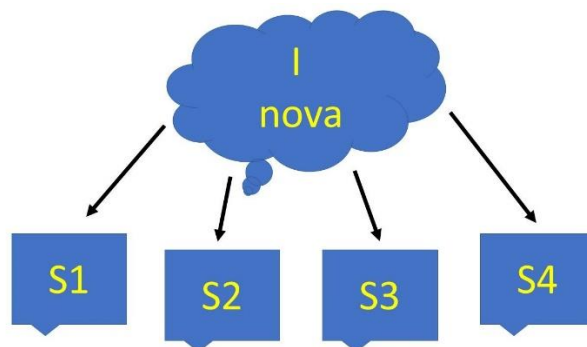
Figura 1 - Esquema de aprendizagem subordinada



Fonte: O autor

*Aprendizagem superordenada:* é a aprendizagem que acontece quando, a partir de uma série de conceitos existentes na estrutura cognitiva, surge uma proposição potencialmente significativa, mais abrangente, geral e inclusiva, que engloba e reúne os conceitos pré-existentes. Esses conceitos pré-existentes são identificados como instâncias mais específicas de uma nova ideia superordenada (MOREIRA, 1999).

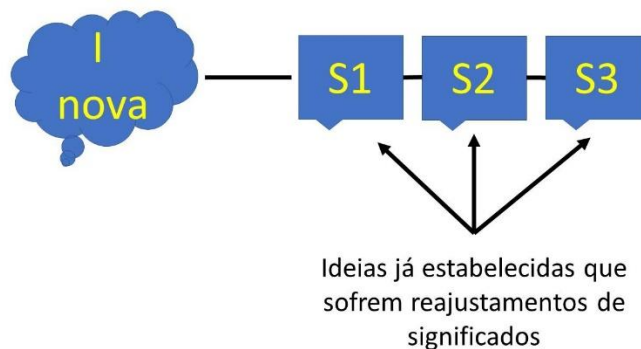
Figura 2 - Esquema de aprendizagem superordenada



Fonte: O autor

*Aprendizagem combinatória:* Proposições e/ou conceitos são adquiridos sem que exista uma relação de subordinação ou de superordenação com determinados conceitos especificamente relevantes, mas sim com um fundo conceitual mais amplo, que o indivíduo já adquiriu. Essa aprendizagem seria como se uma nova informação fosse potencialmente significativa por conseguir se relacionar a estrutura cognitiva de maneira geral, porém não a aspectos específicos. O aprendiz consegue apropriar-se de analogias como um ovo sendo uma célula, pois assim combina organizadores prévios com a ideia.

Figura 3 - Esquema de aprendizagem combinatória.



Fonte: O autor

### **3. O PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste capítulo será fornecido as sequências didáticas para o desenvolvimento das aulas durante o bimestre, separadas pelo conteúdo; pré-requisitos; objetivos; competências e habilidades alcançadas de acordo com a BNCC; metodologia;

No entanto, antes de começar a desenvolver os assuntos, uma “aula zero” deverá ser realizada, onde o professor irá aplicar dois questionários (APÊNDICE 1 E 2), um deles está relacionado a uma sondagem sobre o interesse que o aluno possui em aprender, pois trabalhar com alunos desmotivados promoverá baixo aproveitamento. Sugiro que utilize meios digitais para agilizar a compilação das respostas. Com as respostas em mãos, será possível direcionar uma conversa com os alunos a fim de motivá-los mostrando a importância desses conteúdos em suas vidas.

Para auxiliá-lo no direcionamento de suas aulas, o segundo questionário deverá ser aplicado, este com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos alunos e identificar suas capacidades lógicas de soluções de problemas.

A seguir estão as sequências didáticas que podem ser aplicadas aos alunos de forma lógica e sequencial.

Observação: O número de aulas e o tempo disponível deverá ser planejado previamente pelo professor. Sugestão de 8 a 10 semanas.

## **AULA 1 – CORRENTE ELÉTRICA**

### **CONTEÚDO:**

- Corrente elétrica
- Sentido da corrente
- Tipos de corrente elétrica;

**Tema: Corrente elétrica em circuitos;**

### **Pré Requisitos:**

- Carga elétrica;
- Campo elétrico
- Diferença de potencial elétrico;

### **OBJETIVO:**

- Compreender como a diferença de potencial elétrico influencia na movimentação das cargas;
- Entender como a carga elétrica transforma a energia elétrica em outras formas de energia;
- Identificar os perigos dos choques elétricos;

## **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1.

### **HABILIDADES**

(EM13CNT101)

(EM13CNT106)

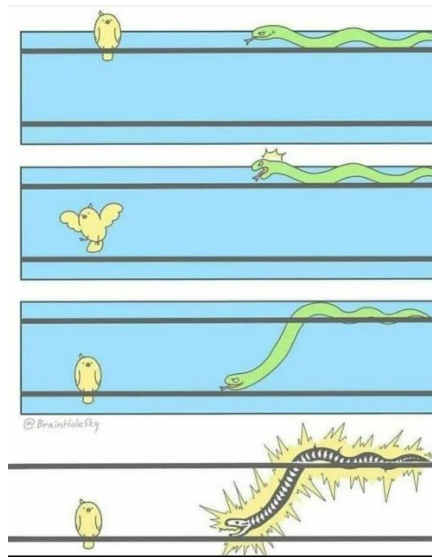
(EM13CNT107)

### **METODOLOGIA**

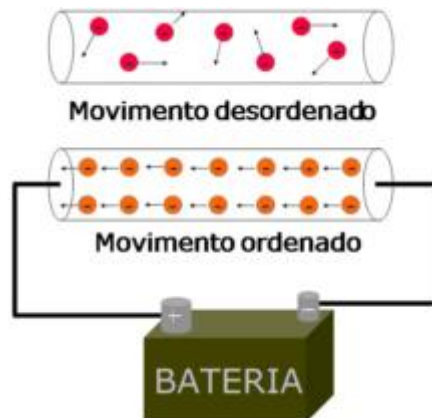
Os seguintes questionamentos deverão serem feitos durante o andamento da aula:

- Já tomaram choques elétricos? Quais foram as situações?
- Por que os pássaros não tomam choque quando pousam sobre os fios do poste?
- Quais efeitos fisiológicos uma corrente elétrica pode fazer no corpo?

Ao início da aula após os questionamentos iniciais e as discussões sobre as respostas dos alunos, mostre a seguinte imagem para a sala:



Questione os alunos o porquê a cobra foi eletrocutada apenas na última imagem. Para iniciar a aula podemos explicar a corrente elétrica como o fluxo de cargas dentro de um material condutor.



Disponível em < <https://portaldaeletricaoficial.com/corrente-eletrica/> > Acessado em 23/06/2022

Para auxiliar na compreensão do que é fluxo, pergunte aos alunos o que significa dizer que certa rua possui alto fluxo de carros? O que é fluxo sanguíneo? Após as possíveis explicações questione quais são as variáveis envolvidas no cálculo desses fluxos, e conclua que para calcular a corrente elétrica é necessário saber a quantidade de carga elétrica que atravessa o condutor e o intervalo de tempo em que isso ocorreu, podendo ser determinada da seguinte forma:

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

Onde sua unidade de medida no SI é o coulomb por segundo (C/s) que será denominada como ampère (A).

Mas o que estimula o movimento das cargas?

Para responder esse questionamento, é interessante associar o movimento das cargas como o movimento de um objeto solto de certa altura. O fato de um objeto ter massa faz com que ele sofra a ação do campo gravitacional, e se ele possuir uma certa altura, a tendência natural é que ele saia de um potencial maior (maior altura) e

vá para um potencial menor (menor altura). O mesmo ocorrerá com as cargas elétricas que estarão sujeitas a um campo elétrico com uma diferença de potencial, ou seja, se conectarmos um condutor a uma pilha, por exemplo, ocorrerá movimentação das cargas, explicando o fato da cobra (da imagem) ser eletrocutada apenas quando fica em contato com os dois fios.

Aproveite o momento para explicar o fato de a pilha ter os pólos positivos e negativos e uma tomada ter pelo menos dois “buracos” para colocar os pinos, assim sujeitando as cargas a uma diferença de potencial.

### SUGESTÃO DE EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO

Para auxiliar a explicação da corrente elétrica comparando campos elétricos com campos gravitacionais, alguns materiais serão necessários:

- Bomba elétrica de aquário com mangueira;
  - Arame
  - Garrafa PET
  - Pote para armazenar a água
- Use a tampa e algumas tiras da garrafa PET para fazer uma “roda d’água”
  - Fure a tampa e atravesse o arame e dobre de maneira que ele sirva de suporte para a “roda d’água” e deixe-o dentro do pote com água.
  - Coloque a bomba de aquário no interior do pote já conectada com a mangueira.
  - Com a bomba ligada, coloque a mangueira a uma certa altura e deixe a água cair sobre a “roda d’água” colocando-a em movimento e deixando a água retornar ao pote.



*Fonte: O Autor*

A partir desse experimento é possível demonstrar alguns pontos importantes:

- Quando a água passa pela roda “d’água”, ela realiza um trabalho e a coloca em movimento, como a corrente elétrica fornecerá energia para o equipamento elétrico;
- Quanto maior a altura, maior a energia cinética da água quando chega na roda, e quanto maior a diferença de potencial elétrico, mais energia a carga elétrica consegue transmitir;
- A água não é “consumida”, ela permanece no sistema e é reutilizada, assim como as cargas que estão nos condutores permanecerão no circuito;

- A bomba d'água faz o papel de uma pilha, pegando a carga e dando um potencial maior para ela, transformando energia química em energia potencial elétrica.

No contexto da corrente elétrica é necessário explicar o sentido da corrente elétrica, sendo essa o mesmo sentido do campo elétrico, ou seja, do ponto de maior potencial para o de menor potencial (no caso de uma bateria, do positivo para o negativo), e os elétrons se movimentam no sentido oposto.

## CONDUTORES E ISOLANTES

Para compreender a movimentação de cargas, é necessário diferenciar um condutor de um isolante, para isso é interessante questionar os alunos:

- O que são materiais condutores e materiais isolantes elétricos?
- Quais exemplos de condutores e isolantes vocês conhecem?

Normalmente os alunos saberão dar exemplos, porém não saberão explicar o que diferencia um material do outro para terem essas características. O vídeo a seguir poderá auxiliar na explicação:

### Vídeo – Condutores e Isolantes

[https://www.youtube.com/watch?v=odV-iiJqZYo&ab\\_channel=KhanAcademyBrasil](https://www.youtube.com/watch?v=odV-iiJqZYo&ab_channel=KhanAcademyBrasil)

(Acesso em 07/06/2022)

Após a explicação é importante salientar que existe uma propriedade da matéria chamada rigidez dielétrica que dependendo da situação, como altas tensões, os materiais isolantes se tornam condutores.

- O corpo humano é condutor ou isolante?
- O que fazer caso veja uma pessoa tomando choque?

Nesse aspecto é interessante repassar aos alunos o comportamento da corrente elétrica no corpo humano – aproveitar a interdisciplinaridade com as sinapses dos neurônios e o comportamento dos músculos quando sujeitos ao choque elétrico.

<i>Corrente (A)</i>	<i>Efeito</i>
0,001	Pode ser sentida
0,005	É dolorosa
0,010	Causa a contração involuntária dos músculos (espasmos)
0,015	Causa perda do controle muscular
0,070	Através do coração, causa rompimento sério; provavelmente fatal se a corrente perdurar por mais de 1s.

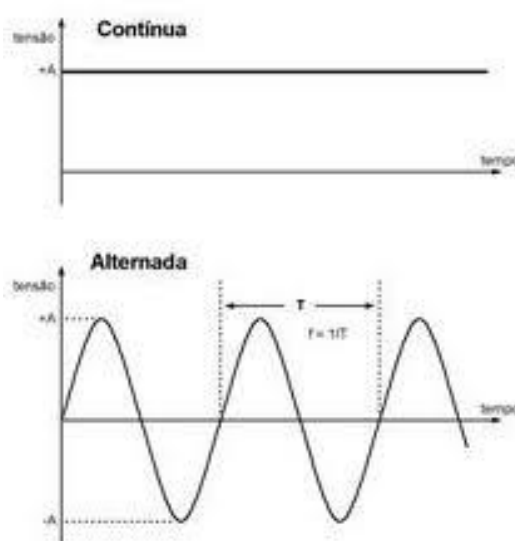
*Fonte: Física Conceitual - Hewitt*

## TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA

Para fechar o assunto, podemos questionar os alunos se a corrente elétrica que atravessa um circuito é da mesma forma de uma corrente elétrica de um equipamento colocado na tomada. Costuma-se perceber que os alunos acreditam ser da mesma forma. Entretanto, esse é o momento para diferenciar a corrente contínua da corrente alternada.

Para a corrente contínua podemos citar os seus celulares ou qualquer coisa que funcione com pilhas, onde a corrente fluirá do polo positivo continuamente até o polo negativo.

Para correntes alternadas podemos citar a tomada que, normalmente, possui um fio neutro (0V) e um fio fase (110V) que oscila entre positivo e negativo com uma frequência de 60 Hz, fazendo com que a corrente elétrica alterne o seu sentido pelo condutor.



Nesse momento é interessante questionar se algum aluno possui algum carregador de celular para ver as especificações de entrada e saída, onde vai perceber que o celular é carregado por uma tomada, mas funciona com uma bateria, sendo importante haver uma conversão entre os tipos de corrente elétrica para seu carregamento.

O simulador a seguir poderá ser utilizado para exemplificar circuitos constituídos tanto por fontes de correntes contínuas como de correntes alternadas.

*Simulador – Kit para montar circuito AC – Lab Virtual*

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

(Acesso em 07/06/2022)

## SUGESTÃO DE FILME

*A BATALHA DAS CORRENTES – Direção Alfonso Gomes-Rejon e Roteiro Micuale Mitnick*

O filme retrata um fato histórico entre a disputa entre Thomas Edison e George Westinhouse sobre como deveria ser feita a distribuição da eletricidade. O filme também aborda as contribuições de Nicola Tesla.

## **AULA 2 – RESISTÊNCIA ELÉTRICA E LEIS DE OHM**

### **CONTEÚDO:**

- Resistência elétrica;
- Efeito Joule;
- 1ª Lei de Ohm
- 2ª Lei de Ohm

### **TEMA: Resistores em circuitos elétricos;**

#### **Pré Requisito:**

- Corrente elétrica;
- Campo elétrico;
- Diferença de potencial
- Temperatura e Calor;
- Condutores e isolantes;

#### **OBJETIVO:**

- Identificar equipamentos elétricos cujo o funcionamento consiste no aquecimento;
- Compreender o efeito Joule nos materiais de acordo com as características de condutor e isolantes;
- Calcular a resistência elétrica de acordo com as leis de Ohm;

### **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1 e 3.

#### **HABILIDADES**

(EM13CNT101)

(EM13CNT106)

(EM13CNT107)

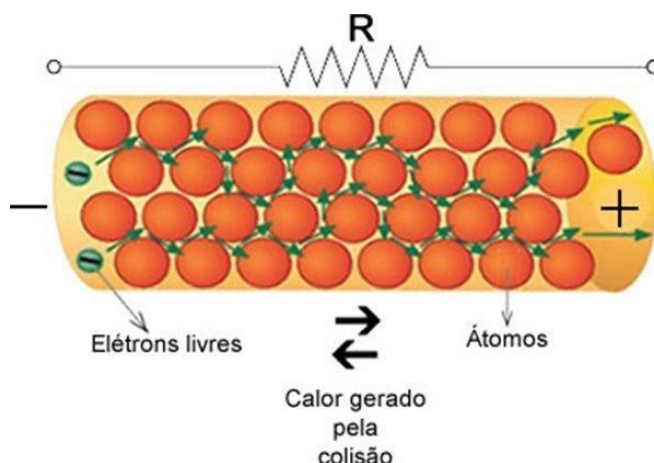
(EM13CNT308)

#### **METODOLOGIA**

Os seguintes questionamentos deverão serem feitos durante o andamento da aula:

- Já viram um chuveiro desmontado? Como acham que é seu funcionamento?
- Existe relação entre o chuveiro elétrico e uma lâmpada incandescente?
- Quais outros equipamentos elétricos tem o funcionamento baseado no mesmo princípio do chuveiro?
- Por que equipamentos que não possuem o objetivo de aquecer (como a TV) também esquentam?

Para explicar a resistência elétrica, podemos comparar a movimentação do aluno em lugares com muitas pessoas – em locais muito cheios vai perceber que existe uma certa resistência de sua locomoção. Para o elétron, a resistência está associada a sua dificuldade de movimentação no material.



Disponível em < <https://portalfisica.com/2018/08/31/corrente-e-resistencia-eletrica/>>

Acessado em 07/06/2022

Para compreender o efeito Joule, podemos questionar o que ocorre com as partículas após receberem diversas colisões dos elétrons que estavam se movimentando (Espera-se que o aluno responda que elas começarão a vibrar com maior velocidade, é uma oportunidade para relembrar o conceito de temperatura e o aluno concluir que o resultado dessa movimentação fará com que esse material aqueça).

### SIMULADOR - Circuito Bateria – Resistor

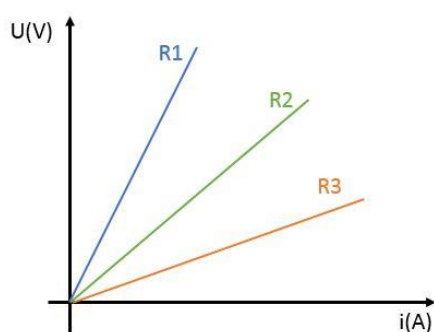
[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/battery-resistor-circuit](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/battery-resistor-circuit)

(Acesso em 07/06/2022)

- O que acontece se colocarmos um resistor sujeito a uma tensão elétrica maior?
- Como identificar se a resistência de um resistor é grande ou pequena?

### **1ª Lei de Ohm**

Para compreender a 1ª Lei, é interessante que o professor mostre o comportamento gráfico da Uxi dos seguintes resistores e questione os alunos qual resistor tem maior resistência e qual tem a menor resistência:



Fonte: O autor

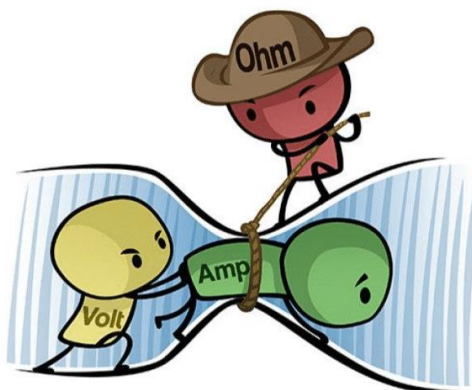
Espera-se que após um tempo de discussão os alunos consigam identificar que aquele que tem maior resistência é o que deixa passar menos corrente elétrica com uma mesma tensão elétrica, assim conseguimos induzir que a resistência elétrica está relacionada com a inclinação da reta, ou seja:

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

Ou então:

$$U = R \cdot i$$

Uma imagem interessante que possa ilustrar bem a relação entre tensão, resistência e corrente é:



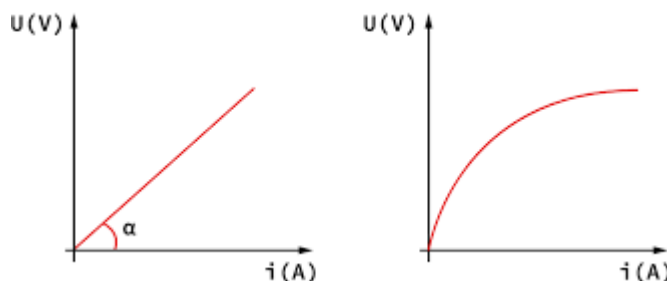
Disponível em < <https://www.embarcados.com.br/lei-de-ohm> > Acesso em 07/06/2022

*Simulador – Lei de Ohm*

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/ohms-law](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/ohms-law)

(Acesso em 07/06/2022)

Importante ressaltar a existência de resistores que não apresentam resistência constante, mudando sua inclinação no gráfico  $U \times i$ , chamados de resistores não-Ôhmicos



Disponível em < <https://realizeeducacao.com.br/wiki/resistores/> Acesso em 07/06/2022

TEXTO - Como são ligadas as luzes públicas?

<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-sao-ligadas-as-luzes-publicas/>

(Acesso em 07/06/2022)

## 2º lei de Ohm

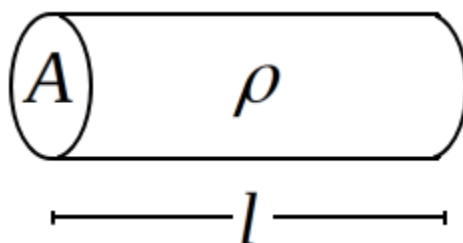
Essa lei determina a resistência elétrica de acordo com as características físicas do resistor.

- Pensando que você precisa atravessar um corredor com pessoas, quais características do corredor influenciam numa travessia mais fácil ou em uma travessia mais dificultosa?

Espera-se que o aluno conclua que quanto mais comprido for o corredor, mais difícil atravessar. Quanto mais largo for o corredor, mais fácil será atravessar e que quantos mais pessoas ou obstáculos houver, mais difícil atravessar também.

Com isso, é possível associar essas características com as dimensões e material com que é feito o resistor, chegando em:

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



Disponível em < <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula10.79/>>

Acesso em 07/06/2022

A resistividade ( $\rho$ ) determina o quão resistente o material é quando sujeito a uma corrente elétrica, ela é o inverso da condutividade elétrica.

É interessante apresentar a resistividade de alguns materiais para que os alunos compreendam o porquê o uso do fio de cobre é o mais comum dentro dos diferentes metais.

Resistividade de algumas substâncias a 20° C.	
Material	Resistividade em $\Omega.m$
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$
Ouro	$2,44 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,60 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,92 \times 10^{-8}$
Silício	$6,40 \times 10^2$
Vidro	$10^{10}$ a $10^{14}$

Disponível em < <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula10.79/>>

Acesso em 07/06/2022

### Simulador – Resistência em um Fio

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

(Acesso em 07/06/2022)

### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Para dar mais dinamismo para a sala de aula e familiarizar o aluno com dispositivos eletrônicos, o professor poderá levar para sala de aula alguns resistores que podem ter sua resistência elétrica determinada pelo código de cores, esses resistores costumam ser baratos e possuem diversos valores de resistência, assim podendo

formar duplas e desafiar os alunos a determinar a resistência através do código além de explorar a margem de erro.

COR	1ª FAIXA	2ª FAIXA	3ª FAIXA	4ª FAIXA	5ª FAIXA
	VALOR	VALOR	VALOR	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO		0	0	X 1 $\Omega$	
MARROM	1	1	1	X 10 $\Omega$	Mais ou menos 1 %
VERMELHO	2	2	2	X 100 $\Omega$	Mais ou menos 2 %
LARANJA	3	3	3	X 1.000 $\Omega$	
AMARELO	4	4	4	X 10.000 $\Omega$	
VERDE	5	5	5	X 100.000 $\Omega$	Mais ou menos 0,5%
AZUL	6	6	6	X 1.000.000 $\Omega$	Mais ou menos 0,25%
VIOLETA	7	7	7	X 10.000.000 $\Omega$	Mais ou menos 0,1%
CINZA	8	8	8		Mais ou menos 0,05%
BRANCO	9	9	9		
DOURADO				X 0.1 $\Omega$	Mais ou menos 5 %
PRATA				X 0.01 $\Omega$	Mais ou menos 10 %
SEM COR					Mais ou menos 20 %

Disponível em < <https://aprendendoeletrica.com/codigo-de-cores-para-resistores/>>

Acesso em 07/06/2022

Caso seja possível, o professor poderá trazer um multímetro para a sala de aula para fazer a verificação das respostas dos alunos.

## **AULA 3 – POTÊNCIA ELÉTRICA E CONSUMO DE ENERGIA**

### **CONTEÚDO:**

- Consumo de energia elétrica;
- Interpretar uma conta de consumo de energia;
- Processos de transformação de energia em diferentes matrizes energéticas;

### **TEMA: Energia elétrica;**

### **Pré Requisito:**

- Carga elétrica;
- Campo elétrico;
- Potencial elétrico;
- Formas de energia mecânica;

### **OBJETIVO:**

- Refletir sobre como a energia elétrica é produzida nas diversas matrizes energéticas;
- Verificar quais processos de transformações a energia passou até chegar em sua casa;
- Calcular o consumo de energia utilizando dados como tempo e potência nominal;
- Calcular a potências em dispositivos eletrônicos e em resistores;

## **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

### **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1.**

### **HABILIDADES**

(EM13CNT101)

(EM13CNT106)

(EM13CNT107)

### **METODOLOGIA**

Os seguintes questionamentos deverão serem feitos durante o andamento da aula:

- Por que a conta de energia está ficando cara?
- Como economizar energia elétrica?
- Quando vale a pena instalar placas solares em minha casa?
- Como faço para saber quanto cada equipamento da minha casa pode gastar por mês?

TEXTO - Por falta de chuvas, conta de luz ficará mais cara em junho, anuncia aneel

<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2021/05/28/por-falta-de-chuvas-counta-de-luz-ficara-mais-cara-em-junho-anuncia-aneel.htm>. (Acesso em 07/06/2022)

SIMULADOR - Transformações de energia

[https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html). (Acesso em 07/06/2022)

- COMPREENDER UMA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA (sugestão: levar uma conta de energia ou pedir para que os alunos tragam de suas casas)
- O QUE É O kWh?
- COMO É CALCULADO O CONSUMO DE ENERGIA DE UM EQUIPAMENTO ELÉTRICO

A potência elétrica pode ser definida como:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Então para calcular o consumo de energia de um equipamento, basta saber sua potência e o tempo em que ficará em funcionamento.

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

Exemplo) Em uma casa em que mora uma família de três pessoas, há um chuveiro elétrico de potência de 5000W. Considerando que cada morador toma um banho por dia de 15 minutos e que o preço de 1 kWh seja de R\$0,70, determine o valor pago na conta de energia elétrica pela família ao final do mês pelo uso desse chuveiro.

Para resolver essa questão é necessário adaptar as unidades de potência de W para kW e encontrar o tempo em que esse chuveiro vai ficar ligado no mês em horas:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

$$\Delta E = \frac{5000}{1000} \cdot \frac{3 \cdot 15 \cdot 30}{60}$$

$$\Delta E = 112,5 \text{ kWh}$$

Encontrando o valor da energia, para encontrar o valor pago é necessário multiplicar por 0,70

$$112,5 \cdot 0,70 \rightarrow R\$ 78,75$$

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/vantagens-desvantagens-energia-solar.htm> (Acesso em 07/06/2022)

### AValiação:

Pesquisar sobre quais impactos sociais e naturais (positivos e negativos) que ocorrem para a produção de energia elétrica.

## POTÊNCIA ELÉTRICA EM CICUITOS

Para a determinação da potência elétrica em equipamentos elétricos podemos partir das equações de potência e de diferença de potencial elétrico:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (1)$$

E

$$U = \frac{\Delta E}{q} \rightarrow \Delta E = q \cdot U \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) temos:

$$P = \frac{q \cdot U}{\Delta t} \quad (3)$$

Sabemos pela definição de corrente elétrica que:

$$i = \frac{q}{\Delta t} \quad (4)$$

Substituindo (4) em (3) temos:

$$P = i \cdot U \quad (5)$$

### Potência no Resistor

A partir da equação (5), podemos estender o cálculo de potência dissipada por resistores utilizando a primeira lei de Ohm

$$U = R \cdot i \quad (6)$$

Substituindo (6) em (5), obtemos as duas situações

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Exemplo) Por um resistor é atravessado uma corrente elétrica de 2A e este desenvolve uma potência elétrica de 24 W, determine

a) A ddp em que este resistor ficou sujeito;

$$P = i \cdot U$$

$$24 = 2 \cdot U$$

$$U = 12 \text{ V}$$

b) A resistência do resistor.

$$P = R \cdot i^2$$

$$24 = R \cdot 2^2$$

$$R = 6 \Omega$$

## DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

- Por que o chuveiro desliga sozinho depois de muito tempo de uso?
- Já aconteceu da energia “cair” quando vários aparelhos elétricos da casa ficaram ligados ao mesmo tempo?

### DISJUNTOR OU FUSÍVEL, QUAL USAR? QUAIS AS DIFERENÇAS?

<https://www.mundodaeletrica.com/disjuntor-ou-fusivelqual-usar-quaes-as-diferencas/>

(Acesso em 07/06/2022)

## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Traga para sala de aula alguns fusíveis e disjuntores e peça para os alunos identificarem a corrente elétrica máxima que eles suportam. A partir daí, questione a sala em como escolher a potência de um chuveiro elétrico para sua residência de acordo com as características do disjuntor e do padrão de tensão da casa.

## **AULA 4 – ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES**

### **CONTEÚDO:**

- Circuitos em série;
- Circuitos em paralelo;
- Resistência equivalente;
- Interruptores paralelos (three way);

### **TEMA: Associação de resistores em circuitos elétricos;**

#### **Pré Requisito:**

- Corrente elétrica;
- Diferença de potencial;
- Resistência elétrica;

#### **OBJETIVO:**

- Identificar as possíveis formas de montar circuitos elétricos;
- Analisar o comportamento da corrente elétrica e da diferença de potencial em cada tipo de associação;
- Calcular a resistência elétrica equivalente;

### **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1 e 3.

#### **HABILIDADES**

(EM13CNT101)  
(EM13CNT106)  
(EM13CNT107)  
(EM13CNT308)

#### **METODOLOGIA**

Os seguintes questionamentos deverão serem feitos durante o andamento da aula:

- Já presenciaram o fato de uma fileira toda do “pisca-pisca” de natal apagar? Será que todas as lâmpadas queimaram?
- Quando uma lâmpada da sala de aula queima, por que as outras não apagam também?
- Será possível ligar um equipamento cuja tensão de funcionamento seja menor do que a disponível no momento? Quais sugestões você teria para não danificar o equipamento?

Para estimular o pensamento do aluno, é interessante pedir aos alunos a seguinte situação: “Você possui 3 lâmpadas, fios e baterias. Como faria para ligá-las?”

Uma resposta provável da maioria é uma associação em série das lâmpadas, surge daí a oportunidade para questionar os alunos sobre o que aconteceria caso uma lâmpada queimasse.

Com as discussões envolvidas podemos discutir o papel do interruptor dentro do circuito, podendo observar o comportamento da corrente elétrica com o simulador a seguir:

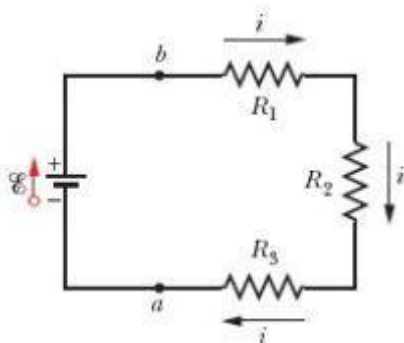
#### SIMULADOR – Sinal de Circuito

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/signal-circuit](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/signal-circuit). (Acesso em 07/06/2022)

Após essas exposições apresente o conceito de associação em série e o questione como manter as outras lâmpadas acesas quando uma queimar. Faça desenhos da lousa das sugestões dos alunos até todos entrarem em um acordo levando suas justificativas em consideração. Após isso apresente o conceito de associação em paralelo.

- Qual associação gasta mais energia? Qual o comportamento da corrente elétrica em cada situação?

#### ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE



As características dessa associação é que a mesma corrente elétrica passará por todos os elementos e a tensão fornecida será igual a somatória das tensões de cada elemento:

$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

e

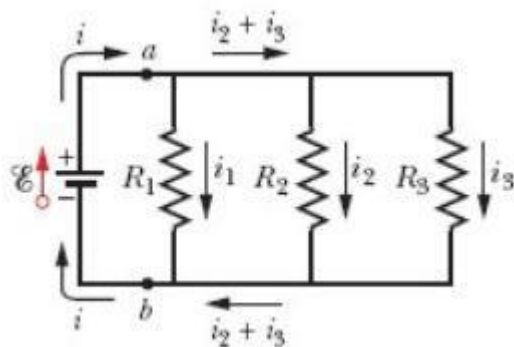
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Diante disso, é possível encontrar um único valor de resistência que seja equivalente a todos os resistores juntos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

SUGESTÃO – Faça exemplos numéricos.

#### ASSOCIAÇÃO EM PARALELO



Diante do exposto da associação em série, podemos agora estimular os alunos e definir as características dessa associação.

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

e

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Para encontrar um único valor de resistência que seja equivalente a todos os resistores juntos:

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

SUGESTÃO – Faça exemplos numéricos.

SIMULADOR – Associação de Resistores

[https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/comboresistors\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/comboresistors_pt.htm).(Acesso em 07/06/2022)

SIMULADOR – Kit para montar circuito AC – Lab Virtual

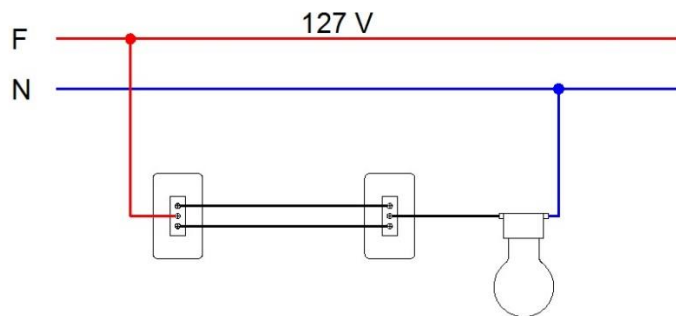
[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab).  
(Acesso em 07/06/2022)

### INTERRUPTOR PARALELO (THREE WAY)

- Como é possível fazer o acionamento de uma lâmpada por um interruptor e desligá-la por outro e vice-versa?

Esse questionamento muitas vezes surge em algum momento da explicação de circuitos, então é importante mostrar aos alunos como são as conexões desse tipo de interruptor e a diferença de um interruptor comum, aí a sugestão de levá-los para a sala de aula para que possam manuseá-los.

Estimule os alunos e peça sugestões de como é possível fazer as conexões da fiação para o bom funcionamento do circuito (é possível que haja bastante dificuldade nessa parte então oriente o aluno sobre os erros que podem ocorrer)



Disponível em < <https://aprendendoeletrica.com/interruptor-three-way-como-instalar/>> Acesso em 24/06/2022

É interessante aproveitar esse momento para diferenciar as cores dos fios de acordo com as normas técnicas.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL – MINI CASA (Descrição de desenvolvimento no capítulo 4)

Após a aula de associação de resistores, já é possível explorar os recursos que o experimento da mini casa pode oferecer. (Caso prefira, aplique o experimento após a aula de medidores elétricos para que os alunos também possam fazer medidas com os aparelhos)

Forme grupos de no máximo 5 alunos e peça que discutam e montem:

- Um circuito simples com apenas uma lâmpada e um interruptor;
- Um circuito em série com três lâmpadas e um interruptor;
- Um circuito em paralelo com três lâmpadas e um interruptor;
- Um circuito de acionamento da lâmpada com interruptores paralelos (three way)
- Dimensionar um fusível adequado para conectar ao sistema de acordo com as potências das lâmpadas;

Ao final da experimentação é importante debater sobre os diferentes brilhos das lâmpadas em cada associação;

- Verificar a tensão elétrica nas lâmpadas em cada associação;
- Debater os possíveis erros experimentais;
- Verificar as grandezas físicas envolvidas no dimensionamento;

## **AULA 5 – MEDIDORES ELÉTRICOS (AMPERÍMETRO E VOLTÍMETRO)**

### **CONTEÚDO:**

- Características e formas de instalação de medidores elétricos;

### **TEMA: Circuitos elétricos;**

### **Pré Requisito:**

- Corrente elétrica;
- Diferença de potencial elétrico;
- Resistência elétrica;
- Associação em série e paralelo;

### **OBJETIVO:**

- Verificar a importância e funcionalidade dos medidores elétricos em circuitos;
- Compreender as formas corretas de utilizar os medidores elétricos no circuito de acordo com suas características;

## **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

### **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3.**

### **HABILIDADES**

(EM13CNT301)

### **METODOLOGIA**

Os seguintes questionamentos deverão ser feitos durante o andamento da aula:

- Como identificar o mal funcionamento de algum dispositivo eletrônico?
- Como saber quais dispositivos estão danificados ou saber se correntes elétricas estão condizentes com cálculos teóricos?
- Já viram um multímetro? Quais medidas elétricas são possíveis obter com ele?

Sugerimos que o professor adquira um ou mais multímetros para levar em sala de aula, pois mesmo descrevendo suas características ou mostrando imagens, a experiência com o manuseio do equipamento torna o aprendizado mais dinâmico e interessante.

### **MULTÍMETRO**

Considera-se para efeitos de estudo, que os medidores são ideais, ou seja, ele não vai influenciar no funcionamento do circuito a partir do momento em que serão instalados. É importante salientar que na realidade não é bem assim que funciona, daí vem a necessidade de considerar margens de erros nas medidas.

Outra importante observação é que nas várias opções do multímetro, tanto a corrente quanto a tensão elétrica devem ser selecionadas de acordo com o tipo de corrente que atravessa o circuito (contínua ou alternada).

## AMPERÍMETRO

Como o amperímetro tem a função de medir a corrente elétrica, é interessante que o aluno compreenda que a corrente elétrica deve passar por ele, ou seja, ele deve fazer parte do circuito, sendo assim, sua instalação deve ser feita de maneira que ele esteja em série no trecho em que se quer medir a corrente.

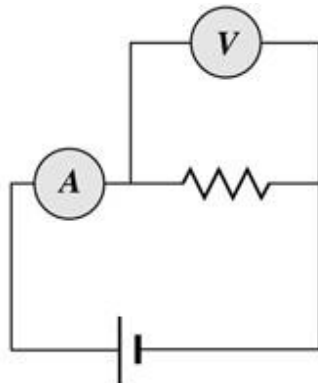
Para que o amperímetro não influencie no circuito, ele deve apresentar uma resistência mínima.

Observação: Como um amperímetro apresenta uma resistência mínima, caso seja instalado em paralelo, a corrente elétrica que irá passar por ele será muito grande, podendo queimar o fusível ou danificar o aparelho definitivamente.

## VOLTÍMETRO

Como o voltímetro tem a função de medir a diferença de potencial elétrico nas extremidades de um componente eletrônico, é preciso que ele seja instalado em paralelo, pois assim ele terá acesso aos dois lados do componente.

Da mesma forma que o amperímetro, o voltímetro não pode interferir no circuito, e como está sendo instalado em paralelo, para evitar que passe corrente elétrica por ele, é necessário que ele apresente uma resistência elétrica bastante elevada.



Disponível

em

<<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/medidores-em-circuitos.html>> Acesso em 10/06/2022

*SIMULADOR – Kit para montar Circuito AC – Lab Virtual*

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

*SIMULADOR – Lei de Ohm*

[https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/ohmslaw\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/ohmslaw_pt.htm)

## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Com os multímetros em sala de aula, o professor poderá sugerir e supervisionar que os alunos meçam a tensão elétrica de pilhas e tomadas em sala de aula.

## **AULA 6 – GERADORES E RECEPTORES**

### **CONTEÚDO:**

- Geradores ideais e reais;
- Resistência interna;
- Associação de geradores;
- Receptores elétricos;

### **TEMA: Geradores e receptores em circuitos elétricos;**

### **Pré Requisito:**

- Corrente elétrica;
- Diferença de potencial;
- Resistência elétrica;

### **OBJETIVO:**

- Diferenciar geradores ideais de reais;
- Identificar o efeito Joule em outros dispositivos;
- Diferenciar tensão de força eletromotriz;

## **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO**

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1 e 3.

### **HABILIDADES**

(EM13CNT101)  
(EM13CNT106)  
(EM13CNT107)  
(EM13CNT308)

### **METODOLOGIA**

Os seguintes questionamentos deverão ser feitos durante o andamento da aula:

- Quais dispositivos são capazes de transformar alguma forma de energia em energia elétrica?
- E o contrário, além dos resistores, quais equipamentos conseguem transformar energia elétrica em outra forma de energia?
- Esses equipamentos – mesmo sem intenção – também esquentam durante seu funcionamento?

Para mostrar aos alunos os diferentes tipos de gerador, o vídeo abaixo ajudará a visualização desses geradores, porém o vídeo é longo então sugiro pegar pontos de maior importância:

[https://www.youtube.com/watch?v=oWqar44mwvY&ab\\_channel=1as%C3%A9rieEM-CMSP](https://www.youtube.com/watch?v=oWqar44mwvY&ab_channel=1as%C3%A9rieEM-CMSP). (Acesso em 07/06/2022)

Caso o professor queira deixar a aula mais dinâmica, ele mesmo pode reproduzir esses geradores e trazer para a aula.

Quando o aluno for questionado a respeito do calor gerado durante o funcionamento dos dispositivos, esse será um bom momento para diferenciar tensão elétrica de força eletromotriz

*Definição de força eletromotriz (fem): propriedade do gerador que representa sua quantidade de energia não elétrica transformada em energia elétrica por unidade de carga que o atravessa (medida em volts).*

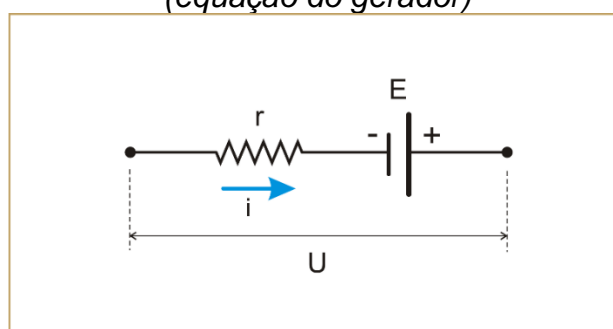
Para os receptores surge a definição de força contra eletromotriz (fcm), que é exatamente o contrário, ou seja, transformar energia elétrica em não elétrica por unidade de carga.

Porém, se parte dessa energia for perdida em forma de calor, podemos definir que esses dispositivos possuem certa resistência interna – quanto maior a resistência interna, maior a perda de energia em forma de calor.

Portanto, a tensão verdadeira que sai dos terminais de um **gerador**, é a força eletromotriz menos a tensão perdida pela resistência interna:

$$U = \varepsilon - r \cdot i$$

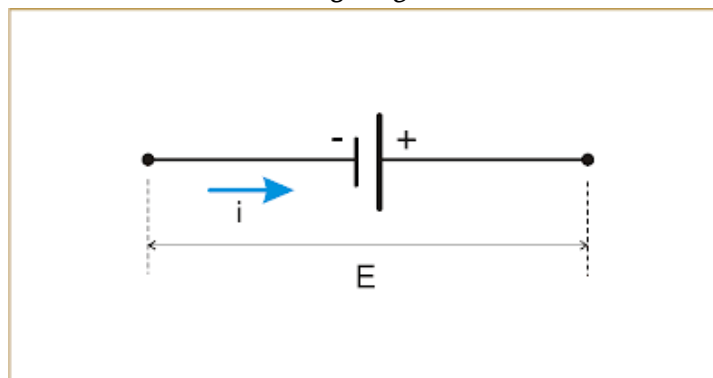
(equação do gerador)



Fonte: [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/08/cursos-do-blog-eletricidade\\_24.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/08/cursos-do-blog-eletricidade_24.html) (acesso 24/01/2023)

Para geradores ideais, ou seja, um modelo imaginário que não há perdas de energia, não haverá resistência interna, portanto:

$$U = \varepsilon$$



Fonte: [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/08/cursos-do-blog-eletricidade\\_24.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/08/cursos-do-blog-eletricidade_24.html) (acesso 24/01/2023)

Situação análoga das que foram trabalhadas até agora.

Se estivermos falando de **receptores**, devemos imaginar que a energia por unidade de carga fornecida a ele, dever ser a energia para seu real funcionamento (fcm) somada com a energia que ele gastará em forma de calor

$$U = \varepsilon' + r'i$$

*Equação dos receptores*

Quanto maior a energia perdida dos geradores ou receptores em forma de calor, menor será o rendimento desses equipamentos.

O rendimento do **gerador** é dado pela razão da tensão e a força eletromotriz

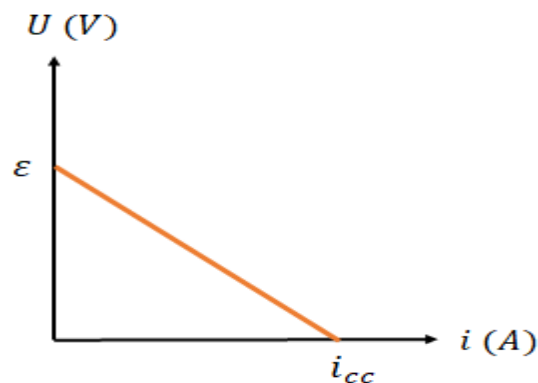
$$\eta = \frac{U}{\varepsilon}$$

O rendimento do **receptor** é dado pela razão da força contra eletromotriz e a tensão fornecida a ele:

$$\eta = \frac{\varepsilon'}{U}$$

O comportamento gráfico de cada elemento é o seguinte:

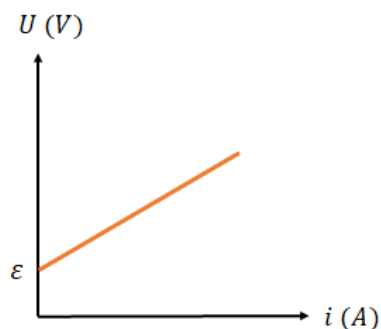
Para geradores



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/gerador-eletrico.htm> (acesso 24/01/2023)

Observe que quanto maior a corrente, mais se perde energia no gerador e menos é fornecido ao circuito.

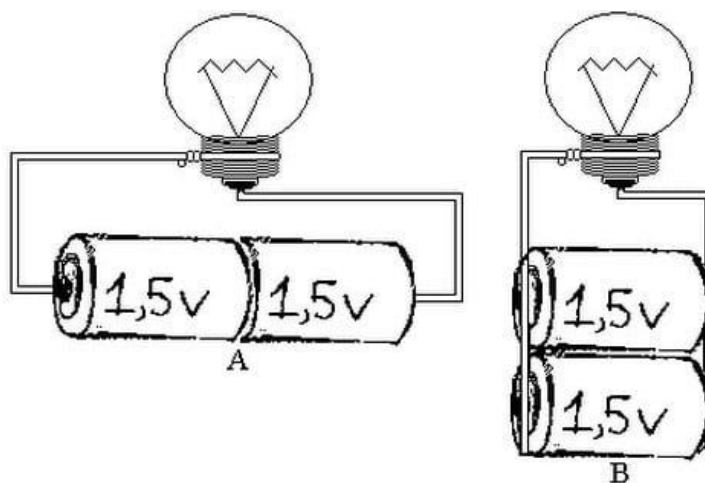
Para receptores:



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/receptores-eletricos.htm> (acesso 24/01/2023)

Observe que para receptores, quanto mais corrente atravessar o sistema, mais energia ele precisará receber por unidade de carga.

Associação de geradores:



Fonte: <https://cursoenemgratuito.com.br/associacao-de-geradores/> (acesso 24/01/2023)

Podemos ter associações tanto em série quanto em paralelo, na figura acima, na imagem “A” temos uma associação em série e teremos uma força eletromotriz somada, ou seja, 3,0 V, na imagem “B”, temos uma associação em paralelo, onde a tensão será mantida a mesma, ou seja, 1,5 V.

Sugestão: Utilize a internet e procure por vídeos mostrando como são as baterias de 9 V desmontadas, mas deixe claro para os alunos não desmontarem eles mesmos em suas casas.

## 4. ROTEIRO

### Experimento – Mini Instalação elétrica

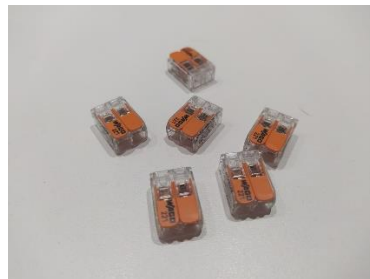
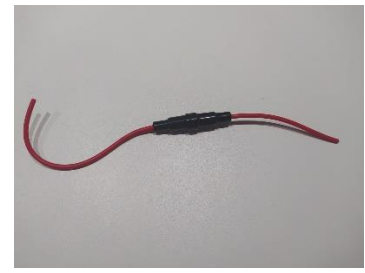
O experimento da mini instalação elétrica tem o objetivo de dar significado aos diversos assuntos trabalhados na eletrodinâmica, podendo o aluno manusear dispositivos e usar seus conhecimentos adquiridos para a resolução de situações problemas. Um mesmo experimento fornecerá diversas situações desafiadoras que o professor poderá sugerir.

A seguir teremos uma proposta de como montar uma maquete que simula uma instalação doméstica, porém o professor poderá fazer as alterações e melhorias que achar necessárias.

### Materiais utilizados

- Placa de papelão
- Fios de cobre azul, vermelho (ou preto) e amarelo
- 4 Lâmpadas de 12 V e 25 W
- 4 Soquetes E27
- Fusíveis de 5 A e 10 A
- Adaptador para fusível
- Fonte de 12V e 10 A
- Conector fêmea DC para fonte
- 1 Interruptor simples
- 2 interruptores paralelos
- Conectores de emenda tipo WAGO ou qualquer conector de emenda rápida.
- Multímetro





### Montagem do experimento

- Corte 3 placas de 20 cm x 28 cm; 1 placa de 20 cm x 68 cm e 1 placa de 28 cm x 68 cm;
- Fixe as placas com cola quente simulando dois ambientes de uma casa;
- Faça enfeites se achar necessário;



- Em um dos “ambientes” da mini casa fixe um soquete e os dois interruptores paralelos;
- No outro ambiente fixe os três outros soquetes com o interruptor simples;
- Encaixe as lâmpadas nos soquetes;



- Na parte traseira, emende pedaços de fios prolongadores, pois facilitará o manuseio dos alunos durante a execução (sugiro que solde as conexões pois podem soltar com facilidade)
- Isole as partes expostas com fita isolante



- Com dois fios (azul e vermelho ou azul e preto) conecte o adaptador fêmea que será ligado diretamente da fonte DC (o tamanho do fio fica a escolha do professor de acordo com a distância das tomadas disponíveis)

- Utilize os conectores de emenda do tipo WAGO ou qualquer outro conector de emenda rápida para agilizar a montagem dos alunos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Práticas e atividades experimentais durante as aulas de física são ferramentas facilitadoras para a compreensão de fenômenos físicos que auxiliam os alunos em sua aprendizagem de conceitos. Na eletrodinâmica vemos diversos conceitos que exigem uma abstração dos alunos e a utilização de experimentos e recursos digitais tornam essa tarefa mais fácil, ativa e interessante.

Durante o ano letivo, o professor encontra alunos desmotivados e que não encontram na escola um motivo para aproveitar o máximo que ela tem a oferecer, estando ali por mera obrigação. Esse é o primeiro desafio que o professor deve encarar em suas práticas pedagógicas, pois essa motivação é despertada de formas diferentes em cada aluno. Para Tapia (1999), existem certos condicionantes contextuais da motivação para aprender, sendo eles a curiosidade no qual o professor atrai a atenção do aluno através da novidade, complexidade e caráter inesperado. O interesse, no qual a informação que se recebe pode relacionar com o que já se sabe, onde o aluno dirige sua atenção para um fenômeno novo, incerto que se segue de uma orientação que facilite sua compreensão. A percepção da importância dos conteúdos também é um fator condicionante, pois muitos alunos se questionam “Para que necessito saber isso?”, sendo o papel do professor contextualizar a atividade com a vida do aluno. É importante destacar que, para Ausubel (2003), para que ocorra aprendizagem significativa, o aluno precisa ter como requisito a predisposição em aprender.

Práticas experimentais apresentam um potencial grande em mudar a aceitação do conteúdo pelo aluno. Com elas é possível alcançar até alunos que pouco participam das aulas e passam a se envolver ativamente.

Para aprimorar este produto educacional é sugerido aplicar novos questionários para verificar se a motivação do aluno foi alterada durante as práticas de sala de aula, assim o professor poderá melhorar seus métodos e alcançar os alunos mais resistentes e encontrar maneiras alternativas e eficazes para se trabalhar as sequências didáticas.

Construções de experimentos muitas vezes exigem um certo investimento financeiro inicial na compra dos dispositivos que são utilizados, no qual se torna um

ponto negativo, ainda mais que para uma sala de aula com muitos alunos. Sugiro que para professores que agreguem dispositivos recuperados de lixo eletrônico.

A partir do referencial teórico e a experiência da sala de aula, fica evidente que os experimentos são formas de transformar as aulas mais interessantes e motivadoras, pois promovem uma autonomia do aluno a buscar soluções aos desafios sugeridos, colocando em prática os novos conhecimentos adquiridos. A interação entre os alunos também se mostra uma ferramenta essencial na aprendizagem, pois desafios em grupos promovem discussões de cooperação, sendo essa mais evidente em grupos de alunos com mais afinidade uns aos outros, pois assim até alunos mais tímidos conseguem um protagonismo na sua aprendizagem. Outro ponto fundamental é a interação do professor com os alunos, pois se essa relação não for harmoniosa, é evidente que haverá resistência para receber novos conhecimentos. Quando se usa a experimentação e traz o aluno ativamente no aprendizado, uma conexão emocional permite ver o professor como um mediador do conhecimento popular trazido para sala de aula com conhecimento científico formal.

Outra sugestão a ser realizada, é verificar se o aprendizado foi efetivo fazendo outro questionário com os alunos após algum tempo para ver se essas novas ideias não foram esquecidas.

A utilização de sequências didáticas com caráter significativo pode se mostrar bastante eficiente pois contribui para que o aluno perceba que a física está em todo lugar, principalmente em toda a tecnologia a qual os jovens estão cada vez mais dependentes. Essa prática pode ser utilizada em qualquer etapa do processo de ensino, pois assim, se espera que o aluno conseguirá enxergar toda a ciência ao seu redor. Algumas dificuldades que podem ser encontradas são: a adequação dos significados de acordo com a realidade social e econômica das turmas e a quantidade de conteúdo para poucas aulas semanais. A utilização de experimentos exige uma boa parcela do tempo da aula, sendo assim, pensar em experimentos que podem mostrar vários fenômenos de uma vez pode ser uma boa estratégia, além de que se a escola possuir um bom material de apoio, o tempo usado “em lousa” pode ser otimizado.

Futuramente a organização do currículo será adequado de acordo com as diretrizes da BNCC, ou seja, a grade curricular será adequada de acordo com itinerários formativos que podem agregar outras disciplinas ou então, as atividades

aqui desenvolvidas poderão se adequar em disciplinas eletivas que estejam associadas ao projeto de vida dos alunos.

Para finalizar, a execução desse produto educacional pode promover uma reflexão sobre a necessidade de propostas inovadoras que auxiliam a compreensão da ciência a uma geração de alunos que estão acostumados a informações rápidas. A formação continuada de professores é uma necessidade a todos que lecionam, pois o perfil dos alunos muda e nossas práticas educacionais devem acompanhar essas mudanças. Adversidades externas a sala de aula, como pouco tempo para preparar aulas, baixo investimento na educação, baixo envolvimento das famílias na formação dos filhos e problemas sociais são fatores que afetam diretamente o aprendizado, porém o papel do professor está em mitigar essas adversidades e contribuir na melhor formação dos alunos, podendo assim mudar suas vidas.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Barcelona. 1 ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BONADIMAN, H; NONENMACHER, S. E. B. **O Gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <  
[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2022.

FERREIRA, N. C. **Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira: um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo, 1978.

GUIMARÃES, C.C. **Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Química Nova na Escola n.3, p. 198-202, Agosto, 2009.

MALHEIRO, J. M. S: **Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades**. ACTIO: Docência em Ciências v.1, n.1, p.108-127, jul./dez. 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

OLIVEIRA, J. R. S. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta. Scientiae, v.12, n. 1, p. 139-153, 2010.

TAPIA, Jesus Alonso. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. Tradução Sandra Garcia. 2. ed., São Paulo: Loyola, 1999.

## APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM DE INTERESSA NA APRENDIZAGEM

1) "Eu tenho disposição em sempre adquirir novos conhecimentos"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

2) "Venho para a escola pois sou obrigado, pois aprendo muito mais com o uso da internet ou outras fontes de informações"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

3) "Todas as atividades que realizo para a escola são apenas para conseguir nota e ser aprovado"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

4) "O vestibular é meu objetivo principal! Tudo que aprendo na escola serve apenas para mandar bem na prova."

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

5) "Gosto da disciplina de física e acredito que ela é fundamental pra compreender a natureza ao meu redor"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

6) "Entendo a importância da disciplina de física, mas sua complexidade me deixa desmotivado para aprender"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

7) "Não gosto da disciplina de física e nem acho relevante aprendê-la, pois nunca irei utilizá-la na minha vida"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

8) "Consigo aprender melhor física apenas com aulas expositivas, no qual o professor explica e eu apenas presto atenção"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

9) "Não gosto de física, pois tem muito conteúdo, sendo assim acabo decorando como resolver os exercícios para a prova"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

10) "Sempre esqueço os conteúdos após a prova! Apenas recordo os assuntos relacionados ao meu dia-a-dia"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

11) "Gosto de aprender física com exemplos do meu dia-a-dia, pois com exemplos muito 'mirabolantes' e fora da minha realidade não consigo entender"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

e) *discordo totalmente*

12) "A utilização de experimentos de física em sala de aula é fundamental para observar e compreender fenômenos físicos"

a) *concordo plenamente*

b) *concordo*

c) *indeciso*

d) *discordo*

*e) discordo totalmente*

13) "Quando vejo alguma experiência de física, fico muito curioso para entender o funcionamento dela e busco pesquisar para compreender os fenômenos envolvidos"

"Acredito que se o professor levar experimentos na aula, perderá muito tempo e não teremos tempo de ver toda a matéria. Ver toda a matéria é mais importante."

*a) concordo plenamente*

*b) concordo*

*c) indeciso*

*d) discordo*

*e) discordo totalmente*

14) "Experimentos em sala deixam a aula mais dinâmica e acabo prestando mais atenção e assim consigo aprender mais"

*a) concordo plenamente*

*b) concordo*

*c) indeciso*

*d) discordo*

*e) discordo totalmente*

15) Obrigado por responder as questões. Para finalizarmos, escreva algumas sugestões que poderiam promover uma aprendizagem de física mais significativa para você.

## APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- 1) É possível que um fio que conduz uma corrente elétrica não esteja eletricamente carregado?
- a) Não, pois um fio condutor só é capaz de transportar cargas se possuir uma carga líquida POSITIVA
  - b) Não, pois um fio condutor só é capaz de transportar cargas se possuir uma carga líquida NEGATIVA
  - c) Sim, pois um fio condutor não precisa de nenhuma carga para conduzir uma corrente elétrica
  - d) Sim, pois mesmo que o fio não esteja eletricamente carregado, ele possui elétrons que podem se mover quando submetidos a um campo elétrico
- 2) O que significa dizer que uma tomada tem uma tensão elétrica de 110 volts?
- a) Ela pode fornecer 110 joules de energia por segundo ao aparelho conectado a ela
  - b) Ela pode fornecer 110 joules de energia para cada coulomb de carga que passa por ela
  - c) Ela pode fornecer 110 watts de energia para o aparelho conectado a ela
  - d) Ela pode fornecer 110 volts por metro de campo elétrico para cada carga que passa por ela
- 3) O que acontece se pegarmos um equipamento projetado para funcionar com 220V e conectá-lo em uma tomada de 110V?
- a) Irá queimar
  - b) funcionará normalmente
  - c) funcionará com uma potência maior
  - d) pode não funcionar ou funcionar com uma potência muito baixa
- 4) Para aquecer a água do chuveiro, um fio em contato com a água esquentada e por condução também aquece a água. Por que esse fenômeno ocorre? \*
- a) Pois aquele fio aumenta a voltagem fornecida pela rede, conseqüentemente é aquecido por isso
  - b) Pois aquele fio diminui a voltagem fornecido pela rede, assim transportando a energia para a água
  - c) Pois aquele fio apresenta uma resistência a passagem da corrente, conseqüentemente é aquecido
  - d) Pois aquele fio apresenta uma condutividade que é responsável pelo aquecimento da água

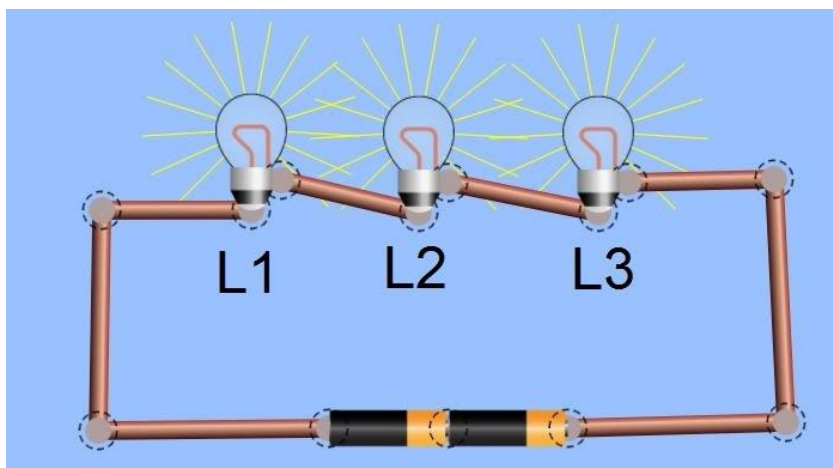
5) As lâmpadas incandescentes foram proibidas de serem comercializadas e foram substituídas por lâmpadas fluorescentes e LED. Normalmente a lâmpada incandescente possui 60 W e uma LED possui 12 W de potência. Qual o motivo para essa substituição?

- a) *As lâmpadas incandescentes eram muito caras, sendo mais viável a compra de uma LED*
- b) *As lâmpadas LED possuem uma potência maior, assim conseguindo iluminar melhor*
- c) *As lâmpadas LED conseguem iluminar da mesma forma, porém gastam menos energia*
- d) *A proibição não faz sentido, pois quanto maior a potência, maior é seu brilho, independente de qual lâmpada for*

6) Das alternativas abaixo, qual representa uma unidade de medida de ENERGIA?

- a) *volts*
- b) *ampère*
- c) *Ohm*
- d) *quilowatt-hora*
- e) *watts*

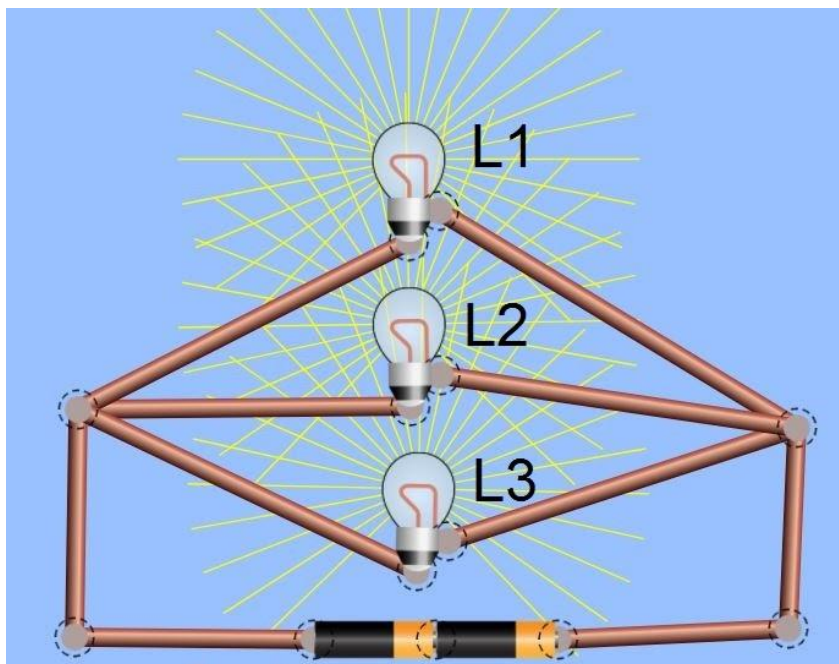
7) Observe um circuito com três lâmpadas acesas. O que ocorrerá com as Lâmpadas L1 e L3 caso a Lâmpada L2 queimar?



- a) *Continuarão acesas normalmente. O fato da lâmpada L2 queimar não influenciará o funcionamento*
- b) *Seus brilhos aumentarão, pois com uma lâmpada a menos, as Lâmpadas L1 e L2 terão mais energia disponível*
- c) *Se apagarão, pois com L2 queimada, é impossível ter um circuito fechado e manter uma corrente elétrica fluindo*

d) A lâmpada L1 ficará acesa e a lâmpada L3 irá apagar, pois a corrente elétrica só chegará nela.

8) Observe um circuito com três lâmpadas acesas. O que ocorrerá com as Lâmpadas L1 e L3 caso a Lâmpada L2 queimar? \*



a) Continuarão acesas normalmente. O fato da lâmpada L2 queimar não influenciará o funcionamento

b) Seus brilhos aumentarão, pois com uma lâmpada a menos, as Lâmpadas L1 e L2 terão mais energia disponível

c) Se apagarão, pois com L2 queimada, é impossível ter um circuito fechado e manter uma corrente elétrica fluindo

d) A lâmpada L1 ficará acesa e a lâmpada L3 irá apagar, pois a corrente elétrica só chegará nela.

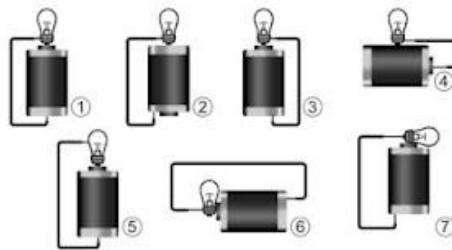
9) (ENEM-2014) No território brasileiro, existem períodos do ano que apresentam queda na umidade do ar, fazendo com que o ar fique bastante seco. Nessa época, é comum observar que as pessoas, ao saírem do carro e tocarem a maçaneta da porta, levam pequenos choques elétricos. Além disso, pessoas que ficam muito tempo em contato com aparelhos eletrodomésticos, ou que dormem com roupas feitas de determinados materiais, como a seda, ao tocarem objetos metálicos, também sentem as descargas elétricas, ou seja, levam um choque elétrico. O corpo humano sofre com esse fenômeno de descarga elétrica, comportando-se como um condutor, pois

a) oferece resistência nula ao movimento da quantidade líquida de carga através do corpo.

- b) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com facilidade através do corpo.
- c) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
- d) reduz o deslocamento da quantidade líquida de carga em função do aumento da diferença de potencial.
- e) alterna a capacidade de deslocamento da quantidade líquida de carga no corpo, facilitando ou dificultando o fenômeno

10) (ENEM-2011)

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:






GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo.*

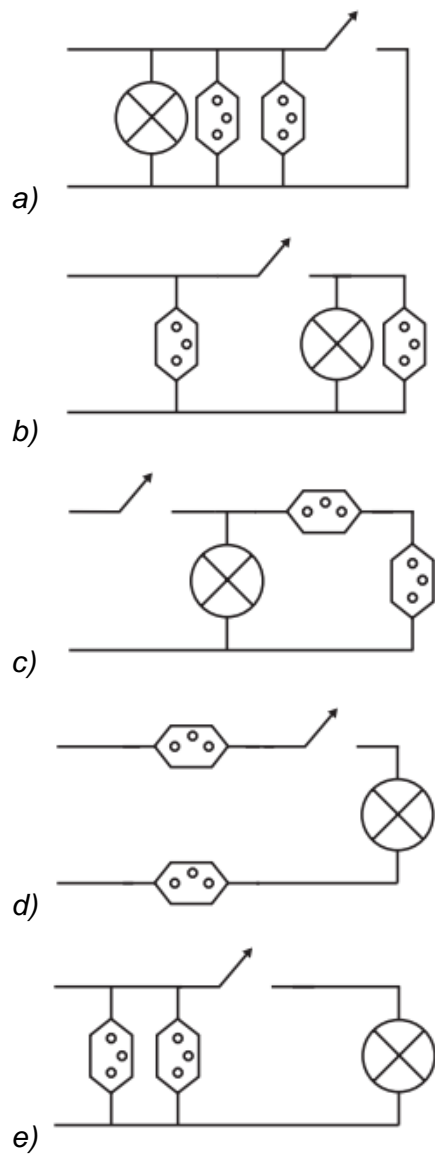
São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

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)

11) (ENEM-2015) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em sua quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico. “O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” – pensou. Símbolos adotados: \*

Lâmpada:  Tomada:  Interruptor: 



12) (ENEM-2012)

No manual de uma máquina de lavar, o usuário vê o símbolo:



Este símbolo orienta o consumidor sobre a necessidade de a máquina ser ligada a

- a) *um fio terra para evitar sobrecarga elétrica.*
- b) *um fio neutro para evitar sobrecarga elétrica.*
- c) *um fio terra para aproveitar as cargas elétricas do solo.*
- d) *uma rede de coleta de água da chuva.*
- e) *uma rede de coleta de esgoto doméstico.*

*13) Obrigado por responder as perguntas! Esse questionário tem caráter de analisar seus conhecimentos prévios. Responda o número de questões que você não tinha a menor ideia da resposta e acabou "chutando".*

## ANEXO - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL

### 1) (ENEM-2017)

O manual de utilização de um computador portátil informa que a fonte de alimentação utilizada para carregar a bateria do aparelho apresenta as características:

<b>Fonte de alimentação</b> Entrada: 100-240 V $\sim$ 1,5 A 50-60 Hz Saída: 19 V $\overline{\overline{\cdot\cdot\cdot}}$ 3,16 A
---

Qual é a quantidade de energia fornecida por unidade de carga, em J/C, disponibilizada à bateria?

- a) 6
- b) 19
- c) 60
- d) 100
- e) 240

### 2) (ENEM-2010)

A resistência elétrica de um fio é determinada pela suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade ( $\sigma$ ) caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se  $L$ , o comprimento do fio e  $A$ , a área de seção reta. A tabela relaciona o material à sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

<b>Tabela de condutividade</b>	
<b>Material</b>	<b>Condutividade (S·m/mm<sup>2</sup>)</b>
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de

- a) tungstênio.
- b) alumínio.
- c) ferro.

- d) *cobre.*
- e) *prata*

3) (ENEM-2014) Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos. Os riscos citados são decorrentes da

- a) *resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.*
- b) *corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.*
- c) *resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.*
- d) *tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.*
- e) *intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.*

4) (Enem 2018) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts. O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos. O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

<b>Equipamento elétrico</b>	<b>Potência aproximada (watt)</b>
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1 200
Secadora de roupas	3 600

- a) *Exaustor.*
- b) *Computador.*
- c) *Aspirador de pó.*
- d) *Churrasqueira elétrica.*
- e) *Secadora de roupas.*

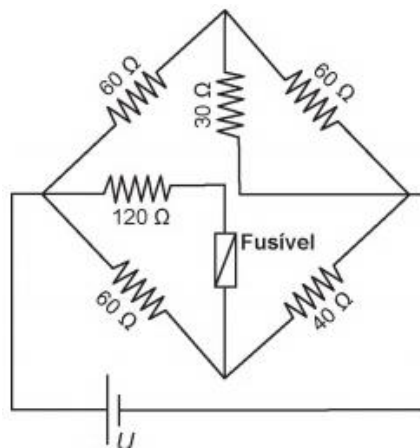
5) (Enem 2018 PPL) Ao dimensionar circuitos elétricos residenciais, é recomendado utilizar adequadamente bitolas dos fios condutores e disjuntores, de acordo com a

intensidade de corrente elétrica demandada. Esse procedimento é recomendado para evitar acidentes na rede elétrica. No quadro é especificada a associação para três circuitos distintos de uma residência, relacionando tensão no circuito, bitolas de fios condutores e a intensidade de corrente elétrica máxima suportada pelo disjuntor. No quadro é especificada a associação para três circuitos distintos de uma residência, relacionando tensão no circuito, bitolas de fios condutores e a intensidade de corrente elétrica máxima suportada pelo disjuntor. Com base no dimensionamento do circuito residencial, em qual(is) do(s) circuito(s) o(s) equipamento(s) é(estão) ligado(s) adequadamente?

Dimensionamento — Circuito residencial				
Identificação	Tensão (volt)	Bitola do fio (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor máximo (A)	Equipamento a ser ligado (W)
Circuito 1	110	2,5	20	4 200
Circuito 2	220	2,5	20	4 200
Circuito 3	220	6,0	35	6 600

- a) Apenas no Circuito 1. 8
- b) Apenas no Circuito 2.
- c) Apenas no Circuito 3.
- d) Apenas nos Circuitos 1 e 2.
- e) Apenas nos Circuitos 2 e 3.

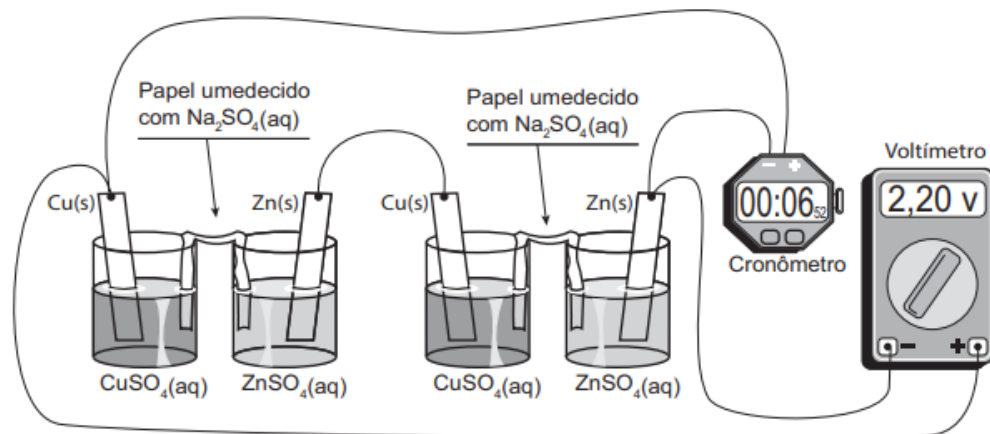
6) (ENEM 2017) Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão  $U$  e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA. Qual é o máximo valor da tensão  $U$  para que o fusível não queime?



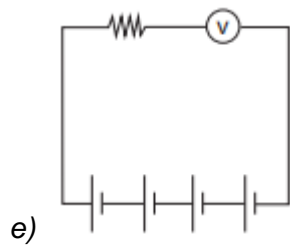
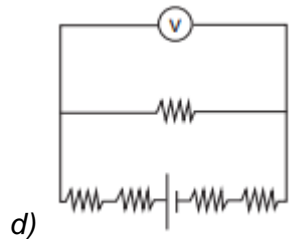
- a) 20 V

- b) 40 V
- c) 60 V
- d) 120 V
- e) 185 V

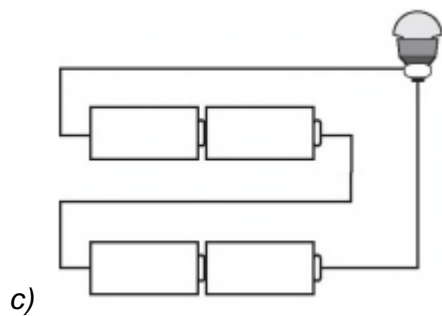
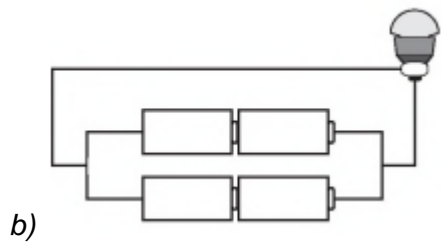
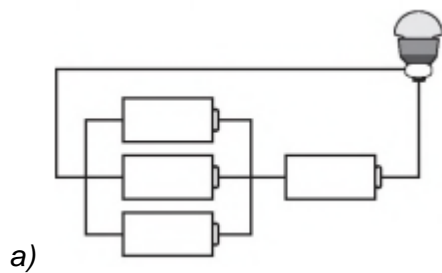
7) (ENEM 2021) É possível ligar aparelhos elétricos de baixa corrente utilizando materiais comuns de laboratório no lugar das tradicionais pilhas. A ilustração apresenta uma montagem que faz funcionar um cronômetro digital. Utilizando a representação de projetos elétricos, o circuito equivalente a esse sistema é:

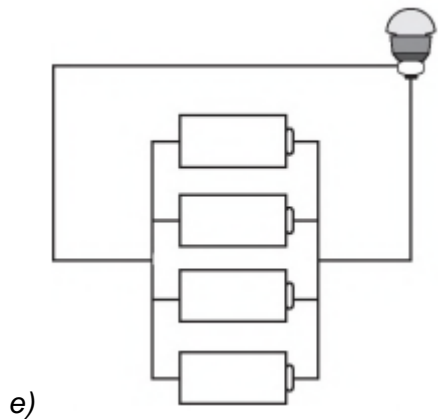
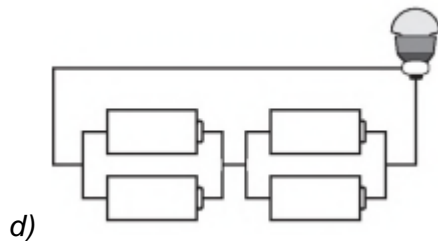


- a)
- b)
- c)



8) (ENEM 2016) Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6V e 12W, e um conjunto de 4 pilhas de 1,5V cada. Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?





9) (ENEM 2013) 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  $60\text{ W} - 110\text{ V}$  e o gerador produzia uma tensão de  $220\text{ V}$ . 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.*

10) (ENEM 2015) A rede elétrica de uma residência tem tensão de  $110\text{ V}$  e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de  $100\text{ W}$  e tensão nominal de  $220\text{ V}$ . Se essa lâmpada for ligada na rede de  $110\text{ V}$ , 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  $220\text{ V}$ , 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 para a qual o filamento foi projetado.