



# Ensino Médio

## 2025

**Ciências da Natureza  
e suas Tecnologias**

**Física**  
**3ºANO**

**Caderno do(a) Estudante - 2º Bimestre**



**ESCOLA DE FORMAÇÃO**  
E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL  
E DE EDUCADORES



**MINAS**  
**GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE  
ESTADO  
EFICIENTE

**Governador do Estado de Minas Gerais**

Romeu Zema Neto

**Vice-Governador do Estado de Minas Gerais**

Mateus Simões de Almeida

**Secretário de Estado de Educação**

Igor de Alvarenga Oliveira Icassatti Rojas

**Secretária Adjunta**

Fernanda de Siqueira Neves

**Subsecretaria de Desenvolvimento da Educação Básica**

Kellen Silva Senra

**Superintendente da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional e de Educadores**

Graziela Santos Trindade

**Diretor da Coordenadoria de Ensino da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional e de Educadores**

Tiago Vieira Lima Alves

**Produção de Conteúdo**

Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional e de Educadores

**Revisão**

Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional e de Educadores

## **Olá, estudante!**

Convidamos você a conhecer e utilizar os Cadernos MAPA. Esse material foi elaborado com todo carinho para que você possa realizar atividades interessantes e desafiadoras na sala de aula ou em casa. As atividades propostas estimulam as competências como: organização, empatia, foco, interesse artístico, imaginação criativa, entre outras, para que possa seguir aprendendo e atuando como estudante protagonista. Significa proporcionar uma base sólida para que você mobilize, articule e coloque em prática conhecimentos, valores, atitudes e habilidades importantes na relação com os outros e consigo mesmo(a) para o enfrentamento de desafios, de maneira criativa e construtiva.

Ficou curioso(a) para saber que convite é esse que estamos fazendo para você? Então não perca tempo e comece agora mesmo a realizar essa aventura pedagógica pelas atividades.

Bons estudos!

# Sumário

---

<b>FÍSICA</b> .....	5
<b>TEMA DE ESTUDO:</b> Eletrodinâmica.....	5
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17
<b>TEMA DE ESTUDO:</b> Circuitos elétricos.....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27
<b>TEMA DE ESTUDO:</b> Geradores e receptores elétricos. ....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### REFERÊNCIA

*Ensino Médio*

### ANO DE ESCOLARIDADE

*3º Ano*

### ANO LETIVO

*2025*

### ÁREA DE CONHECIMENTO

*Ciências da Natureza e suas Tecnologias*

### COMPONENTE CURRICULAR

*Física*

**TEMA DE ESTUDO:** Eletrodinâmica.

### HABILIDADES

**(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.

**(EM13CNT307)** Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

### OBJETOS DE CONHECIMENTO

- Corrente elétrica;
- Resistência elétrica.

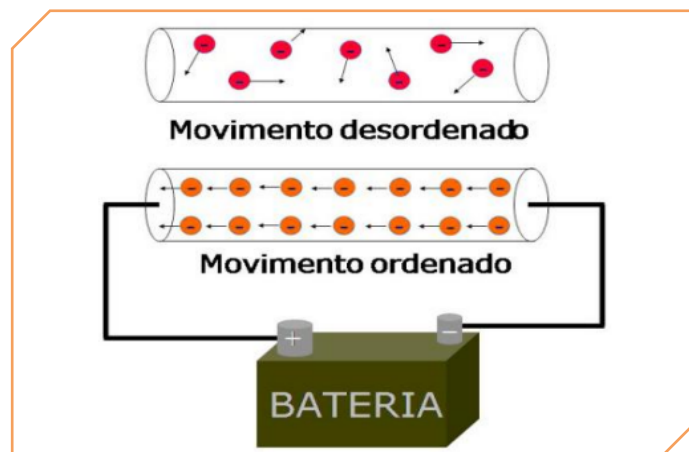
### CONTEÚDO

#### Corrente elétrica

Os elétrons, nos condutores elétricos, se movimentam em todas as direções mas, em certas condições, essas partículas podem ser colocadas em um fluxo de movimento ordenado seguindo todas a mesma direção e sentido.

Esse movimento constitui a corrente elétrica. Uma dessas condições é a diferença de potencial elétrico (tensão elétrica), entre os dois pontos do condutor.

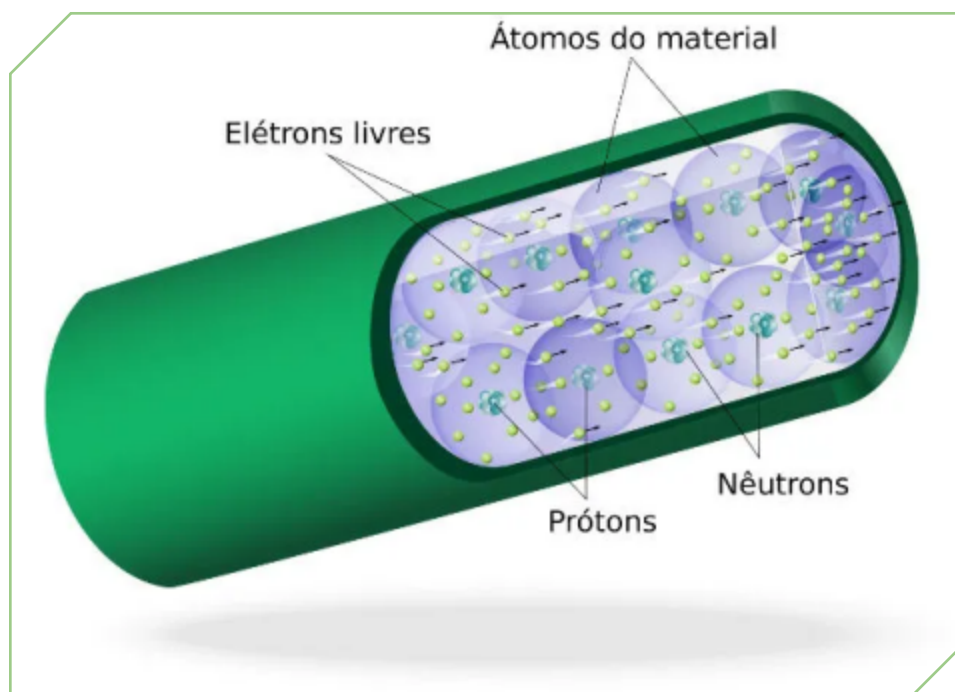
Imagem 1: Movimento dos elétrons



Fonte: (Web Física, 2020).

A imagem a seguir representa a estrutura interna de um material condutor (um metal, por exemplo) e tem como objetivo auxiliar na compreensão do modelo clássico de corrente elétrica e os sentidos dos movimentos das cargas elétricas - os elétrons- no interior de um condutor.

Imagem 2: Representação da estrutura interna dos metais.



Fonte: (Helerbrock, 2025).

O que estabelece uma corrente elétrica através de um condutor é uma diferença de potencial (ddp) entre dois pontos do material condutor elétrico. Quando existe uma ddp entre extremidades de um condutor, a carga flui de uma extremidade à outra.

A esse fluxo de carga denominamos corrente elétrica e ela pode ser definida matematicamente, de acordo com a relação abaixo, em que  $\Delta Q$  é a quantidade de carga, medida em Coulombs, que flui através de uma seção reta do condutor,  $\Delta t$  é o intervalo (tempo), medido em segundos, e  $i$  é a corrente elétrica medida em ampères:

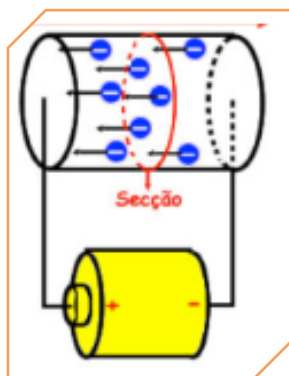
$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Vale salientar que 1 A (ampère) = 1C/s.

O exemplo a seguir demonstra uma aplicação simples para determinação direta do valor da corrente em um condutor:

- ☐ Pela secção reta de um condutor de eletricidade passam 12,0 C a cada minuto.

Imagem 3 - Fluxo de cargas em um condutor



Fonte: Lucca, 2013.

Nesse condutor, a intensidade da corrente elétrica, em Amperes, vale:

Observe a imagem: ela mostra a seção transversal de um condutor por onde as cargas fluem.

O exemplo em questão diz que 12C de carga elétrica passam nessa seção a cada 1 minuto.

Então, para determinar o valor da corrente elétrica que atravessa esse condutor basta dividir a carga ( Q) pelo tempo (t).

$$Q = 12 \text{ C}$$

$t = 60 \text{ min}$  - Lembre-se de transformar o tempo em segundos: 1 minuto = 60 segundos.

Assim, teremos

$$i = \frac{12 \text{ C}}{60 \text{ s}} \Rightarrow i = 0,2 \text{ A}$$

Lembre-se: O ampère A, é a unidade de medida de corrente no SI.

## Recordação: Diferença de potencial elétrico

Para entender o que é tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico (ddp), pensemos o seguinte: Uma bateria (uma pilha, por exemplo), é composta de dois polos: um positivo e um negativo. Isso causa um desequilíbrio pois ambos têm um potencial elétrico diferentes, ou seja, existe uma diferença de potencial elétrico nos polos da bateria. Se conectarmos um condutor a esses polos, a energia pode fluir através do condutor. Essa energia é transportada na corrente elétrica.

- Observação: A diferença de potencial ou tensão elétrica é uma grandeza física expressa em Volts (V).

## Resistência elétrica

Estudante, neste momento você deverá compreender que a corrente elétrica em um condutor não depende somente da tensão aplicada, mas também da resistência elétrica, que é a resistência que o condutor oferece à passagem do fluxo.

Sendo assim, estabelece-se a relação entre V(tensão), R(resistência) e i (corrente) de acordo com a seguinte equação:

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

Onde:

R: unidade de medida - ohm ( $\Omega$ )

V: unidade de medida - volt (V)

i: unidade de medida - ampère (A)

Observação: A resistência elétrica é a capacidade que um material tem em se opor à passagem da corrente elétrica oferecendo uma dificuldade a isso.

Assim, quanto maior for resistência elétrica, maior será a dificuldade que a corrente elétrica encontrará para percorrer o condutor. Mesmo os metais, que são bons condutores elétricos, oferecem resistência à passagem da corrente. A resistência elétrica depende de 3 fatores: do seu comprimento, diâmetro e material que é feito.

## Leis de Ohm

**Primeira lei de Ohm:** a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada.

Lembre-se que a resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento e de sua resistividade elétrica.

Considere amostras de fios condutores, constituídos do mesmo material:

- ☐ Fios grossos têm uma resistência menor do que fios finos.



- ☐ Fios compridos têm resistência maior do que fios curtos.
- ☐ Fios de cobre, por exemplo, têm resistência menor do que fios de aço do mesmo tamanho.
- ☐ A resistência elétrica depende da temperatura.

A relação entre as grandezas que estão associadas à resistência elétrica é estabelecida de acordo com a seguinte equação:

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

Em que:

**R** = resistência elétrica;

**$\rho$**  = resistividade do material

**L** = comprimento do condutor

**A** = espessura do condutor

**Segunda Lei de Ohm:** Para resistores cuja razão  $V/i$  assume valores constantes, suas resistências elétricas permanecem constantes. Esses resistores são chamados de ôhmicos.

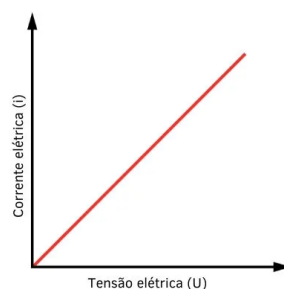
$$R = \frac{V}{i} \quad \text{com } R = \text{constante.}$$

### Gráficos V x i:

A) Gráfico do condutor ôhmico:

Observe a inclinação da reta. Veja que sua inclinação é constante. Essa inclinação representa o valor da resistência elétrica R. Portanto, nesse caso, devido ao valor constante, trata-se de um condutor ôhmico:

Imagem 4: gráfico condutor ôhmico

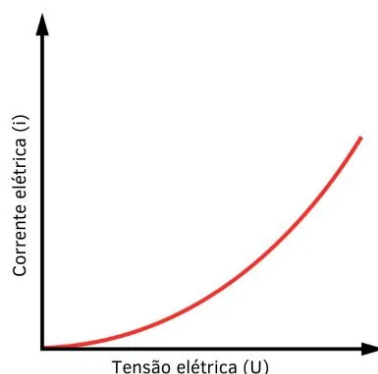


Fonte: (Helerbrock, 2025).

## B) Condutor não ôhmico

No caso de um condutor não ôhmico, o gráfico não apresenta uma inclinação constante, pois a resistência não é constante.

Imagem 5: Gráfico condutor não ôhmico



Fonte: Helerbrock, 2025.

## Bioeletricidade

O texto a seguir trata de um exemplo de bioeletricidade: O sistema elétrico do coração humano

### Sistema de condução elétrica do coração

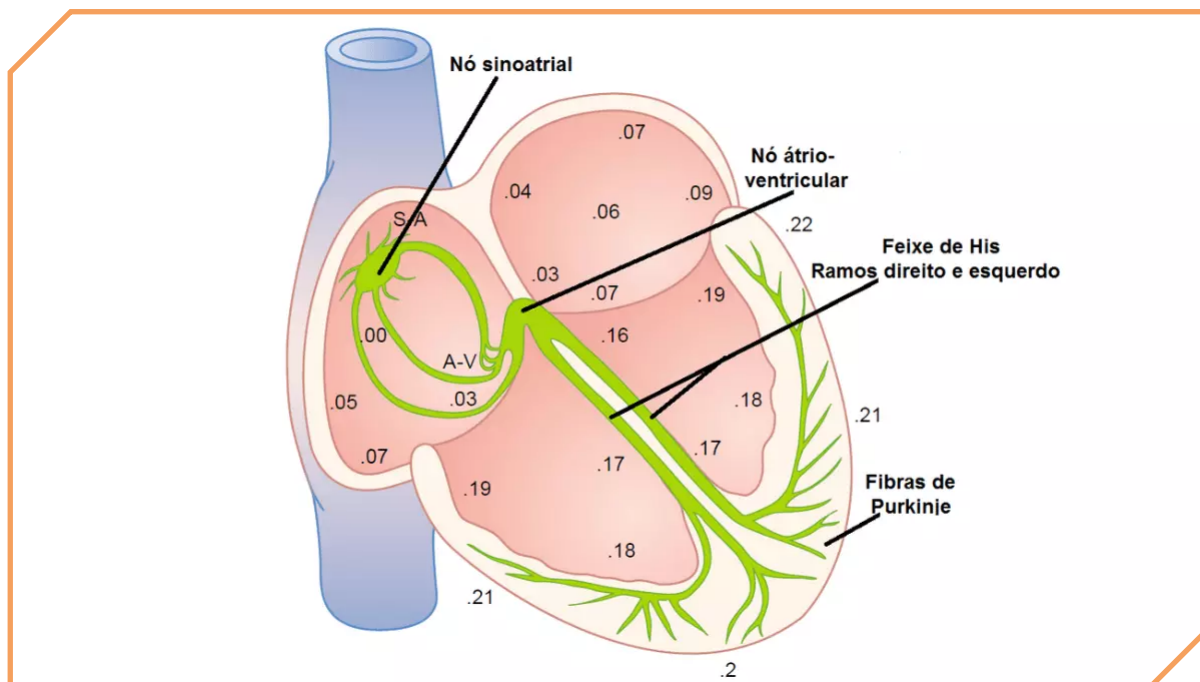
Redação: Sou Enfermagem Estudos, Fisiologia

20/04/2023

O sistema de condução elétrica do coração, é um conjunto de células especializadas responsáveis pela geração e propagação de impulsos elétricos, que coordenam a contração rítmica e coordenada das câmaras cardíacas. Esses impulsos elétricos são necessários para o coração funcionar eficientemente como uma bomba, mantendo um fluxo contínuo e ordenado de sangue por todo o corpo.

A compreensão do funcionamento do sistema de condução elétrica é fundamental para enfermeiros e técnicos de enfermagem, por ajudar a identificar e tratar adequadamente as alterações do ritmo cardíaco, conhecidas como arritmias.

**O sistema de condução elétrica do coração é composto pelos seguintes elementos principais:**



□ **Nó sinoatrial (NSA):** também conhecido como o marca-passo natural do coração, está localizado na parede do átrio direito, próximo à veia cava superior. Ele é responsável por **gerar impulsos elétricos** que desencadeiam a contração dos átrios.

□ **Nó atrioventricular (NAV):** está localizado na parte inferior do átrio direito, próximo ao septo interatrial. O NAV **recebe os impulsos elétricos** do NSA e atua como uma estação de retransmissão, conduzindo os impulsos elétricos aos ventrículos.

□ **Feixe de His:** é uma via de células especializadas que se origina no NAV e se divide em dois ramos principais, o ramo esquerdo e o ramo direito, que atravessam o septo interventricular.

□ **Fibras de Purkinje:** são terminações finas e ramificadas das fibras do feixe de His que se estendem por todo o miocárdio ventricular. Elas são responsáveis por distribuir os impulsos elétricos aos ventrículos, fazendo com que se contraíam de maneira coordenada e eficiente.

O funcionamento adequado do sistema de condução elétrica é crucial para garantir que o coração mantenha um ritmo cardíaco regular e eficiente, capaz de suprir as necessidades de oxigênio e nutrientes do corpo.

A atividade elétrica do coração pode ser monitorada e avaliada por meio de um eletrocardiograma (ECG), uma ferramenta diagnóstica fundamental na prática clínica.

### Geração e propagação do impulso elétrico

A geração e propagação do impulso elétrico no coração, são processos essenciais para a coordenação das contrações cardíacas e o bombeamento eficiente de sangue para o corpo. O impulso elétrico é gerado pelo nó sinoatrial (NSA), que atua como o marca-passo natural do coração, localizado no átrio direito.

O NSA dispara regularmente impulsos elétricos que se propagam pelos átrios, causando a contração atrial e o bombeamento de sangue para os ventrículos. Esses impulsos elétricos

atingem o nó atrioventricular (NAV), uma estrutura localizada na junção entre os átrios e os ventrículos. O NAV funciona como um relé elétrico, garantindo que o impulso elétrico seja transmitido de maneira coordenada entre os átrios e os ventrículos.

- **Condução do impulso elétrico nos átrios**

Quando o NSA dispara um impulso elétrico, ele se propaga rapidamente por todo o tecido atrial, fazendo com que os átrios se contraíam de maneira sincronizada e forcem o sangue para os ventrículos.

A contração atrial é coordenada por meio de um tecido condutor especializado que permite uma rápida propagação do impulso elétrico.

- **Condução do impulso elétrico através do NAV e do feixe de His**

Após atravessar os átrios, o impulso elétrico chega ao nó atrioventricular (NAV). O NAV atua como um gatekeeper, atrasando brevemente a propagação do impulso elétrico para permitir que os ventrículos se encham completamente com sangue.

Após esse breve atraso, o impulso elétrico é transmitido para o feixe de His, que conduzirá o impulso aos ventrículos.

Condução do impulso elétrico nas fibras de Purkinje e nos ventrículos

O feixe de His se divide em ramos esquerdo e direito, que se ramificam ainda mais nas fibras de Purkinje. As fibras de Purkinje transmitem o impulso elétrico rapidamente por todo o tecido ventricular, permitindo que os ventrículos se contraíam de maneira coordenada e eficiente.

Essa contração ventricular sincronizada é crucial para garantir um bombeamento eficaz do sangue para os pulmões e para o resto do corpo.

## **Eletrocardiograma (ECG)**

O Eletrocardiograma (ECG), é um exame não invasivo e amplamente utilizado que registra a atividade elétrica do coração. Ele é usado para diagnosticar e monitorar uma ampla gama de doenças cardíacas e condições, como arritmias, isquemia cardíaca, infarto do miocárdio, hipertrofia cardíaca e distúrbios eletrolíticos.

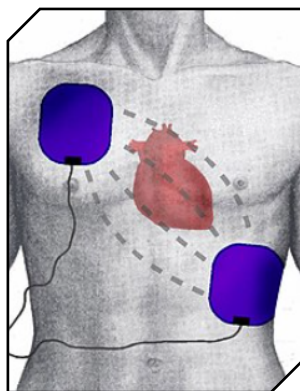
A interpretação do ECG envolve uma análise sistemática da frequência cardíaca, ritmo, eixo elétrico, ondas, intervalos e segmentos. Isso permite identificar anormalidades na atividade elétrica do coração, como arritmias, bloqueios de condução, sinais de isquemia ou infarto, e alterações estruturais.

Anormalidades no sistema de condução elétrica do coração podem levar a arritmias e outros problemas cardíacos. Estas anormalidades podem ser resultado de doenças cardíacas, distúrbios metabólicos, efeitos colaterais de medicamentos ou fatores genéticos.

## Eletricidade e saúde: aplicação da corrente elétrica no corpo humano:

Você sabia que o desfibrilador cardíaco é um aparelho elétrico que aplica uma corrente elétrica no paciente e produz um choque no coração para, no caso de uma parada cardíaca, restabelecer o ritmo cardíaco?

Imagem: Desfibrilador cardíaco



Fonte: (Wikipedia, 2023)

## Para você saber mais: Uso de ferramenta digital na aprendizagem

### ➔ Atividade no simulador digital

Caro estudante, você conhece um simulador digital? Para te auxiliar no enriquecimento da aprendizagem, a atividade a seguir propõe o uso do simulador digital Phet Colorado. Você pode acessá-lo em: [phet.colorado.edu](https://phet.colorado.edu) e encontrará diversas simulações em física, química, matemática, ciências da terra e biologia.

Trata-se de uma simulação em que você poderá variar os valores da resistividade elétrica, do comprimento e da espessura do fio e compreender a relação matemática entre essas grandezas.

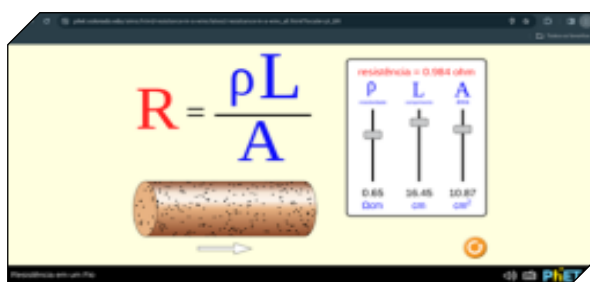
Então, vamos lá:

Para esta atividade, acesse :

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

Ao acessar a simulação, você encontrará esta página:

Imagem 5: Relação entre as grandezas no simulador



Fonte: (Phet Simulador, 2020).

Como simular:

**I** - Clique sobre os cursores e varie os valores de  $\rho$  (resistividade elétrica),  $L$  (comprimento do fio),  $A$  (área da seção transversal do fio). Você pode aumentar ou diminuir ao subir ou descer o cursor.

**I I** - Observe os valores medidos e a relação matemática representada pela equação

**I I I** - Mantenha constante, a cada vez, uma grandeza e observe o que acontece com as demais.

## ➔ Simulação digital da Lei de Ohm

Esta simulação, te auxiliará na aprendizagem da Lei de Ohm.

### SAIBA MAIS

#### Lei de Ohm.

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

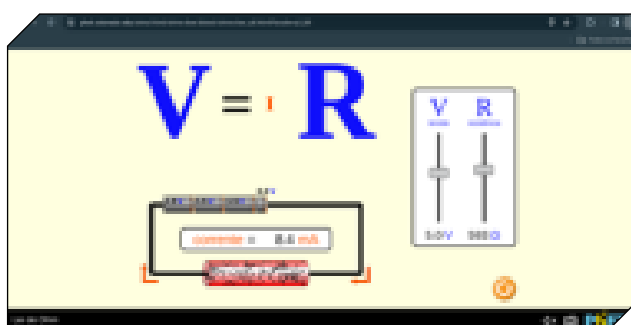


Trata-se de uma simulação em que você poderá variar os valores da resistividade elétrica, do comprimento e da espessura do fio e compreender a relação matemática entre essas grandezas.

Então, vamos lá:

Ao acessar a simulação, você encontrará esta página:

Imagem 7 - Lei de Ohm no simulador digital



Fonte: (Phet Colorado, 2020).

Nesta simulação, você pode variar o cursor e alterar os valores da resistência  $R$  e da tensão  $i$ .

### 1 – Resistividade elétrica dos materiais

Para que você consiga compreender melhor a influência da propriedade elétrica dos materiais, faça uma pesquisa no seu livro didático e responda às seguintes questões:

A) O que é resistividade elétrica?

B) Pesquise os valores das resistividades elétricas do cobre, do aço e da prata. De acordo com os valores que você encontrou, qual desses metais é o melhor condutor de eletricidade?

### 2 – Eletrodinâmica no Enem:

(ENEM/2016-PPL questão 65) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de 1 000  $\Omega$ , quando a pele está molhada, até 100.000  $\Omega$ , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, levando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V. Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

A) 1,2 mA

B) 120 mA

C) 8,3 A

D) 833 A

E) 120 kA

### 3 – Cuidados para evitar acidentes com a corrente elétrica

Você sabe os riscos que uma pessoa pode correr quando uma corrente elétrica passa por seu corpo?

No corpo humano, a corrente elétrica pode produzir efeitos fisiológicos que podem afetar a musculatura e o sistema nervoso causando contrações involuntárias que podem levar a pessoa à morte.

Com base nessas informações, faça uma pesquisa, discuta com seus colegas e com seu professor sobre a necessidade de mantermos certos cuidados no dia a dia, quando lidamos com a eletricidade:

A) Por que não devemos mexer em aparelhos elétricos ligados à tomadas quando estivermos com as mãos ou o corpo molhados ou descalços pisando em chão molhado?

B) Por que devemos fechar a torneira e secar o corpo antes de mudar a chave verão/inverno do chuveiro elétrico?

C) Quais os riscos de se fazer alterações na rede elétrica com a intenção de desviar energia elétrica (ato conhecido como "gato")?

- 4** - Com base no conceito de corrente elétrica, explique: qual é a condição necessária para que exista um fluxo de carga elétrica através de um meio condutor?
- 5**- Considerando as leis de Ohm, explique a diferença entre um condutor ôhmico e um condutor não ôhmico.
- 6**- Você leu os textos sobre o sistema elétrico do coração e a função e aplicação do aparelho desfibrilador. Com base nas informações, procure responder por que o uso do desfibrilador pode fazer o coração voltar a funcionar em seu ritmo normal.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM PPL) 2016: prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, 2016. Questão 65. Disponível em: <https://www.enem.inep.gov.br/participante/#!> Acesso em: 20 mar. 2025.

HELERBROCK, Rafael. Cargas elétricas em movimento; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/cargas-eletricas-movimento.htm>. Acesso em 19 de março de 2025.

HELERBROCK, Rafael. Lei de Ohm; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-lei-ohm.htm>. Acesso em 19 de março de 2025.

LUCCA, Guilherme F.L. de. O sentido da corrente elétrica. **Física em classe**, [S. I.] 2013. Disponível em: <https://fisicaemclasse.blogspot.com/2013/09/o-sentido-da-corrente-eletrica-uma.html> Acesso em: 03 mar. 2025.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf> . Acesso em: 20 fev. 2025

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg> . Acesso em: 22 fev. 2025.

MOVIMENTO dos elétrons. Introdução à eletrodinâmica. **Web Física**. s.l. 2025. Disponível em: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/10-77> Acesso em: 04 mar. 2025

PHET Interactive Simulations. Kit para montar um circuito. **University of Colorado**. Disponível em: [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: 13 fev.2025

SOU Enfermagem. Sistema de condução elétrica do coração. **Revista Sou Enfermagem**. 2023. Disponível em: <https://www.souenfermagem.com.br/estudos/sistema-de-conducao-eletrica-do-coracao/> Acesso em: 19 mar.2023

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Desfibrilador cardíaco. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac\\_arrest](https://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac_arrest) Acesso em 26 fev.2025

### HABILIDADES

(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.

(EM13CNT107X) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre as ações de agentes cujos funcionamentos estão relacionados ao eletromagnetismo (geradores de energia; biodigestores; motores elétricos e seus componentes; bobinas; transformadores; pilhas; baterias; fontes alternativas de energia; bioeletricidade; dispositivos eletrônicos; etc.), 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, discutindo acerca dos subprodutos que a tecnologia gera e propondo ações para minimizar seus impactos.

### OBJETOS DE CONHECIMENTO

- Circuitos elétricos;
- Instrumentos de medidas elétricas;
- Potência elétrica.

### CONTEÚDO:

#### Circuitos elétricos

Os circuitos elétricos estão presentes em muitos objetos tais como componentes eletrônicos de celulares e computadores, em alguns brinquedos, no controle remoto da televisão, em eletrodomésticos e nas instalações elétricas de nossa residência, do trabalho e da escola. Em um circuito elétrico, a corrente elétrica mantida por um gerador passa pelos componentes do circuito e coloca os equipamentos em funcionamento. Os circuitos mais simples são formados por um conjunto de componentes. São eles:

**Gerador:** dispositivo capaz de manter a tensão elétrica entre dois pontos e permite a produção de corrente elétrica. Ex: pilhas e baterias.

**Condutores:** fios ou cabos que permitem o deslocamento dos elétrons e a conexão de todas partes que compõem o circuito. Os fios são de cobre (um metal altamente condutor) e recobertos por um material isolante, normalmente plástico, o que permite seu manuseio e utilização segura. Caso o isolamento seja rompido, podemos levar uma forte descarga elétrica se estiver passando uma corrente elétrica no fio.

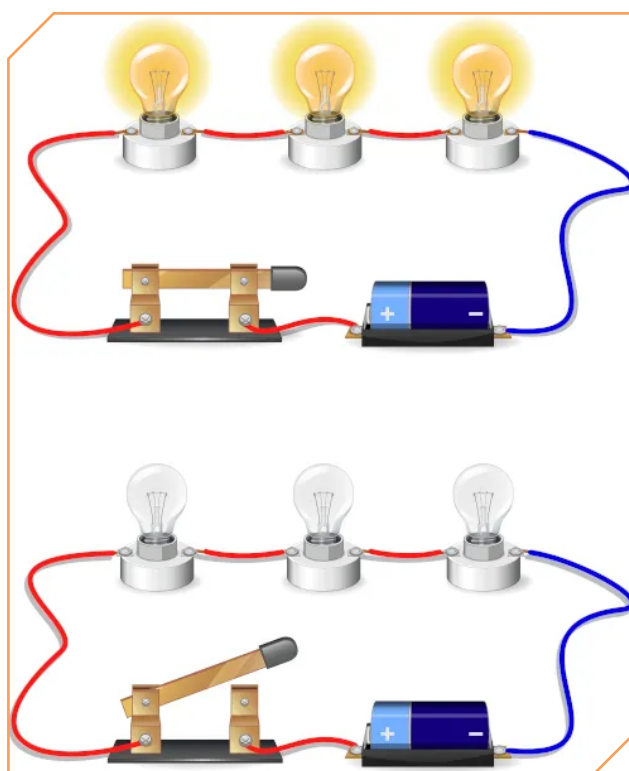
Os fios são influenciados por dois fatores: comprimento (quanto maior o comprimento, maior é sua resistência elétrica) e diâmetro (quanto maior o diâmetro, menor é sua resistência elétrica).

**Resistor:** componente que controla a intensidade da corrente elétrica que passa no circuito. O filamento presente dentro da lâmpada incandescente, é um exemplo de resistor.

**Interruptor ou chave:** dispositivo que abre ou fecha o circuito, admitindo ou não a passagem da corrente.

Nas figuras a seguir estão representados circuitos elétricos simples, ambos formados por uma pilha, fios condutores, lâmpadas e uma chave (interruptor) cada um. Quando todos os componentes estão conectados e a chave fechada dizemos que o circuito está fechado pois passa a corrente elétrica e as lâmpadas acendem. Porém, se um dos componentes não estiver conectado ou a chave estiver aberta, dizemos que o circuito está aberto pois não permite a passagem da corrente elétrica e, nesse caso, as lâmpadas não acendem.

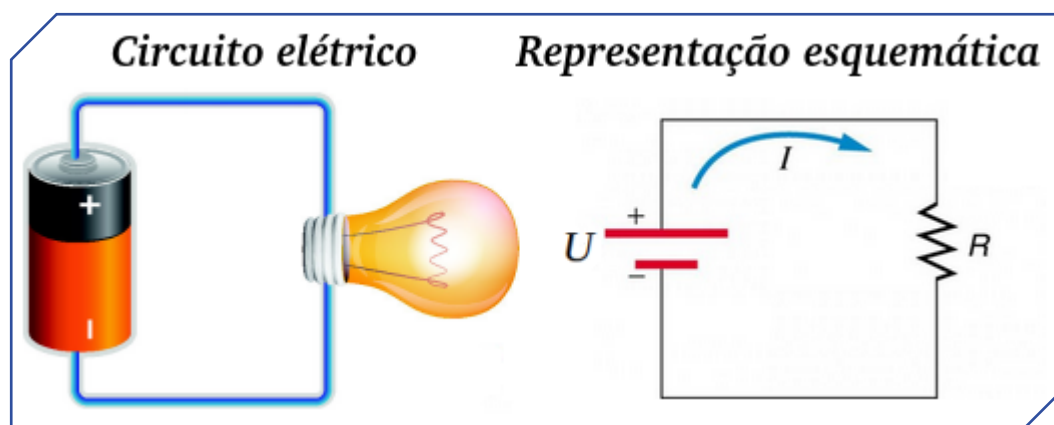
Imagem 20: Circuitos elétricos simples



Fonte: (PrePara Enem, 2024)

Observação: Os elétrons que passam pela lâmpada não são “gastos” ou consumidos por ela. Eles apenas dissipam/transformam parte de sua energia. Quando esses passam pela pilha, recuperam a energia e continuam circulando pelos fios até a pilha esgotar e não poder mais “renovar” a energia dissipada.

Imagem 21: Representação esquemática de um circuito elétrico



Fonte: (Web física, 2024).

Nas instalações elétricas de uma casa ou empresa, o circuito usado tem uma complexidade muito maior. Seus componentes podem ser organizados de três modos: em série, em paralelo ou mista.

- **O circuito elétrico conectado em série** é aquele cujos componentes estão organizados seguindo uma sequência. A corrente que passa por todos os componentes é sempre a mesma. Existe um caminho para a corrente elétrica. Assim sendo, se a lâmpada for retirada, ou queimar, todas as outras apagarão pois a passagem da corrente elétrica é interrompida. Ex: lâmpadas de árvore de Natal (pisca-pisca).

- **No circuito elétrico ligado em paralelo**, dois ou mais componentes estão ligados paralelamente entre dois pontos em comum, como as extremidades de uma pilha (o gerador). Nesse caso, a corrente que passa por um de seus componentes poderá variar. Essa variação da corrente depende da resistência do componente ligado ao circuito. Se um dos componentes for afetado, por um curto-circuito por exemplo, o outro continuará funcionando normalmente. Um exemplo disso é o funcionamento de aparelhos elétricos e das lâmpadas de uma sala que funcionam de forma independente. Se uma lâmpada queimar ou for retirada isso não afeta o funcionamento dos demais aparelhos.

- O circuito elétrico misto é aquele cujos componentes, inclusive pontos de consumo (lâmpadas ou quaisquer aparelhos elétricos), estão conectados tanto em paralelo quanto em série a um gerador. Quer dizer, componentes estarão dispostos tanto uma sequência do outro quanto em paralelo em relação ao outro. Podemos ver tal circuito em uma sala de aula onde as lâmpadas em fileiras estão ligadas em série. Se uma dessas for retirada as outras da mesma fileira não ligarão.

Observação: O curto-circuito é um fenômeno que ocorre quando há passagem de corrente elétrica acima do normal pela fiação e as resistências não são capazes de conter a energia. Esse excesso é convertido em calor podendo derreter o fio e danificar o circuito. Isso faz com que os aparelhos que estejam conectados a esse, parem de funcionar instantaneamente. Muitas vezes, esse fenômeno é causado por motivos internos tais como o compartilhamento de vários aparelhos em uma só tomada, ligações elétricas não realizadas corretamente, inserção de alguma peça de metal na tomada ou pelo contato de fios desencapados. Em

alguns casos o curto é seguido além do choque elétrico em pessoas que estejam próximas, por faíscas e até mesmo explosões podendo causar incêndios devido a força com que a energia elétrica se dissipa naquele ponto.

Em uma residência sempre há a possibilidade de ocorrer um curto circuito pelas razões já citadas.

Para reduzir a chance disso acontecer e proteger o circuito interno da casa assim como os equipamentos ligados a ela, junto a instalação da malha elétrica podem ser instalados dois tipos de dispositivos: os fusíveis e os disjuntores. A função deles é, ao detectarem um aumento na corrente elétrica, interrompem o fluxo de energia evitando que algum problema venha a ocorrer. A diferença entre esses dois dispositivos é que o disjuntor desarma com a sobrecarga, podendo ser ligado manualmente em seguida. Já o fusível é queimado e deve ser substituído por um novo.

Prezado(a) estudante, é importante que você compreenda o tratamento matemático na análises das transformações de energia nos diversos circuitos.

Uma das bases para essa análise é o valor da resistência equivalente  $R_{eq}$  do circuito.

Relembre as equações das associações de resistores:

a. Circuito em série:

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

b. Circuito em paralelo:

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

### Potência elétrica

O estudo da potência elétrica está diretamente relacionado à eficiência energética. Você deverá compreender que o consumo de energia elétrica em sua residência pode ser calculado conhecendo-se a potência de cada aparelho e o tempo de utilização.

A equação de potência:

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

onde:

P = potência, medida em watt (w).

E = energia, medida em joule (J).

t = tempo, medido em segundos (s).

A taxa com a qual a energia elétrica é convertida em outra forma de energia, como por exemplo, em energia mecânica, em calor ou luz, é chamada de potência elétrica.

A potência elétrica é igual ao produto da corrente pela tensão elétrica.

$$\text{Potência} = \text{corrente} \times \text{tensão}$$

Se a tensão é expressa em volts e a corrente em ampères, então a potência é expressa em watts. Portanto, relacionando as unidades:

$$[\text{Watts} \times \text{amperes}] = [\text{volts}].$$

Relembre, também as relações entre potência, tensão e resistência elétrica:

a. Potência em um elemento do circuito:  $P = V \cdot i$

b. Potência dissipada por efeito Joule:  $P = R i^2$

### Instrumentos de medidas elétricas

São considerados como básicos os instrumentos destinados à medições das grandezas elétricas tais como: corrente, tensão, potência e energia. São eles:

#### *medidas de corrente: amperímetro*

Utilizado para medir correntes elétricas e sempre é ligado em série com elemento/circuito cuja corrente quer se medir. A resistência interna de um amperímetro deve ser a menor possível, a fim de que o instrumento não venha a interferir no circuito

#### *medidas de tensão: voltímetro*

Instrumento destinado à medida de tensões e deve ser ligado em paralelo com o elemento cuja tensão deseja-se determinar.

**Multímetro:** é um dispositivo que realiza diversas medidas em um circuito elétrico, como da corrente, tensão e a resistência elétrica.

#### SAIBA MAIS

Como funciona o multímetro - Canal Manual do mundo.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?si=ZfM40TWV0DE3QqHE&v=1WIWrmc-rBk&feature=youtu.be>



➔ Para você compreender melhor o funcionamento dos instrumentos de medidas elétricas, há uma simulação no laboratório virtual do Phet. Acesse aqui:

### SAIBA MAIS

[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_all.html?locale=pt_BR)



Nesse simulador, você pode montar um circuito elétrico virtual e conectar os instrumentos de medidas para realizar medições de corrente e tensão elétrica.

Imagem 22: Instrumentos de medidas elétricas

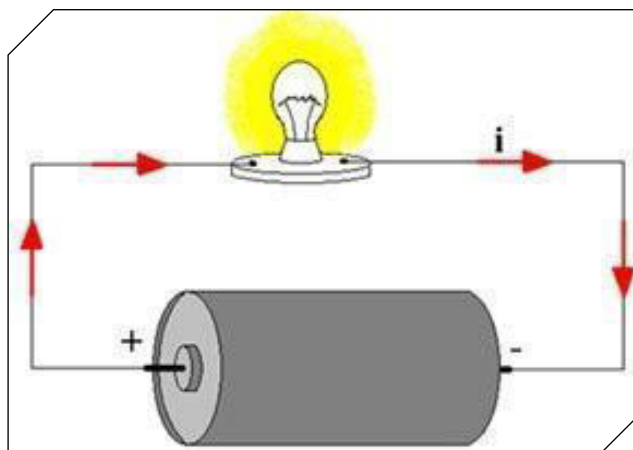


Fonte: (Phet Simulador, 2025).

## ATIVIDADES

1- A imagem abaixo apresenta um circuito elétrico, utilizando uma bateria como fonte de energia. As setas indicam o sentido da corrente elétrica e, como pode ser observado, ela sai do pólo positivo da pilha (ou bateria) e vai em sentido ao pólo negativo.





Após observar a montagem do circuito, responda:

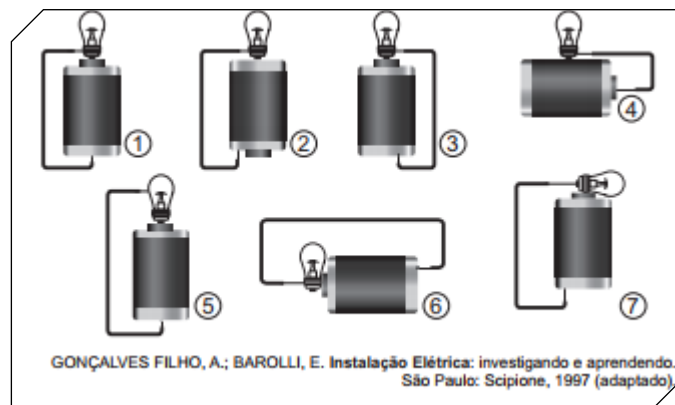
- A) Qual a função da bateria em um circuito elétrico?
- B) Por que na maioria dos circuitos elétricos, utiliza-se fios de cobre para fazer as ligações?
- C) Explique o sentido convencional e o sentido real da corrente no circuito.

2 - (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

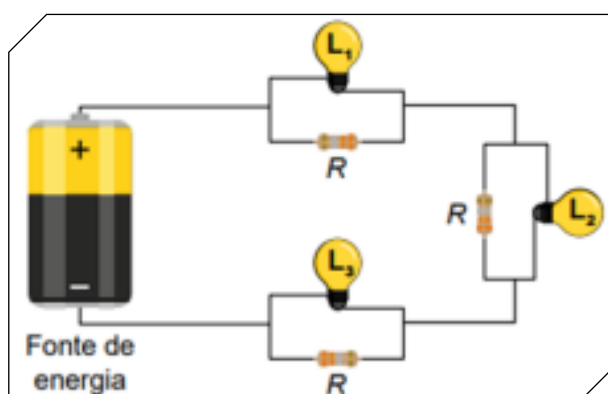
- A) oferece resistência nula ao movimento da quantidade líquida de carga através do corpo.
- B) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com facilidade através do corpo.
- C) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
- D) reduz o deslocamento 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.

3 - (ENEM 2011 - modificada) 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:



Analisando os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu? Justifique a sua resposta.

**4-** (ENEM 2023) O circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, representado na figura, consiste em uma associação mista de resistores. Cada lâmpada ( $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ ) é associada, em paralelo, a um resistor de resistência  $R$ , formando um conjunto. Esses conjuntos são associados em série, tendo todas as lâmpadas o mesmo brilho quando ligadas à fonte de energia. Após vários dias em uso, apenas a lâmpada  $L_2$  queima, enquanto as demais permanecem acesas.



Em relação à situação em que todas as lâmpadas funcionam, após a queima de  $L_2$ , os brilhos das lâmpadas serão

- A) os mesmos
- B) mais intensos.
- C) menos intensos.
- D) menos intenso para  $L_1$  e o mesmo para  $L_3$ .
- E) mais intenso para  $L_1$  e menos intenso para  $L_3$ .

**5-** Considere um circuito com um fio principal que se ramifica em outros dois fios. Se a corrente for de 10 A no fio principal, e de 4 A em uma das ramificações, quanta corrente fluirá pela outra ramificação? Faça um desenho esquemático representando essa situação.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2011: prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, 2011. Questão. Disponível em: <https://www.enem.inep.gov.br/participante/#!> Acesso em: 20 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2023: prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, 2016. Questão 65. Disponível em: <https://www.enem.inep.gov.br/participante/#!> Acesso em: 20 mar. 2025.

CIRCUITOS elétricos simples. Circuito elétrico. PrePara Enem. s.l. 2024. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/circuito-eletrico.htm> Acesso em: 02 mar. 2025

COMO funciona o multímetro. Vídeo Youtube (16 min.).Canal Manual do mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?si=ZfM40TWV0DE3QqHE&v=1WIWrmc-rBk&feature=youtu.be>.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. [recurso eletrônico] / tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre : Bookman, 2015.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf> . Acesso em: 20 fev. 2025

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg> . Acesso em: 22 fev. 2025.

PHET Interactive Simulations. Kit para montar um circuito. **University of Colorado**. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac\\_all.html?locale=ptBR](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac_all.html?locale=ptBR). Acesso em: 13 fev. 2025

REPRESENTAÇÃO esquemática de um circuito. Circuito elétrico. Pre Para Enem. Disponível em: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/10-80>. Acesso em: 02 mar. 2025.

## TEMA DE ESTUDO: Geradores e receptores elétricos.

### HABILIDADES

(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.

### OBJETOS DE CONHECIMENTO

- Geradores e receptores elétricos.

## CONTEÚDO

### O que são geradores de energia?

Os geradores estão presentes nos circuitos elétricos e são os dispositivos capazes de manter a tensão elétrica entre dois pontos e permitir a produção de corrente elétrica. Ex: pilhas e baterias.

Eles convertem vários tipos de **energia** não **elétrica** (mecânica, eólica, química) em **energia elétrica**.

Assim, a função de um gerador é garantir que a diferença de potencial elétrico (ddp), ou tensão elétrica, se estabeleça por mais tempo no circuito permitindo o fluxo de cargas entre os dois polos existentes no gerador.

Um gerador elétrico ideal seria aquele que conseguiria converter toda a energia potencial em elétrica, pois sua resistência interna seria zero. Mas, na prática, isso não é possível pois todo gerador possui uma resistência interna, a qual chamamos de **r**.

A diferença de potencial elétrico (ddp) entre os terminais positivo e negativo é chamada de força eletromotriz  **$\epsilon$** .

**Força eletromotriz - fem:** pode ser entendida como o trabalho necessário para mover uma carga unitária de um ponto a outro dentro de um circuito. Pode ser compreendida também como a energia potencial elétrica por unidade de carga e, portanto, uma grandeza escalar.

Apesar de ser chamada de “força”, sua unidade de medida é o V(volt), pois:

$$\epsilon = \frac{E}{q} \text{ (unidade } J/C = V \text{ [volt])}$$

Para determinarmos matematicamente a ddp em um gerador, utilizamos a seguinte relação:

### **Equação dos geradores**

A força eletromotriz (f.e.m) fornecida por um gerador real pode ser determinada pela equação dos geradores:

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

onde:

$\varepsilon$  – força eletromotriz ( medida em V)

$V$  – tensão útil (medida em V)

$r$  – resistência interna do gerador (medida em  $\Omega$ )

$i$  – corrente elétrica que atravessa o gerador (medida em A)

### **Receptores elétricos**

A função dos receptores elétricos é converter a energia elétrica recebida de um gerador em outras formas de energia, como a térmica, mecânica, etc.

**Força contraeletromotriz - fcem:** corresponde à quantidade de energia que os receptores elétricos transformam durante seu funcionamento. A corrente elétrica passa em um receptor indo no sentido do maior para o menor potencial e, assim, fornece a energia elétrica. A essa energia chamamos de força contraeletromotriz e sua unidade de medida é o volt (v). A equação dos receptores elétricos é dada por:

$$V = \varepsilon' + r' \cdot i$$

onde:

$\varepsilon'$  – força contraeletromotriz (medida em V)

$V$  – tensão útil (medida em V)

$r$  – resistência interna do gerador (medida em  $\Omega$ )

$i$  – corrente elétrica que atravessa o gerador (medida em A)

## **ATIVIDADES**

**1-** Para essa atividade, você realizará uma observação do circuito elétrico residencial e dos aparelhos elétricos em sua residência:

A) Liste os geradores elétricos encontrados em sua residência;

B) Faça uma lista dos receptores elétricos que você e sua família mais utilizam em casa.

**2-** Os geradores elétricos podem ser do tipo mecânicos, químicos, térmicos, luminosos ou eólicos de acordo com o tipo de energia utilizada para se transformar em energia elétrica.

Exemplifique, pelo menos um gerador de energia de cada tipo abaixo:

A) gerador elétrico mecânico: \_\_\_\_\_

B) Gerador eólico: \_\_\_\_\_

C) gerador químico: \_\_\_\_\_

D) gerador térmico: \_\_\_\_\_

E) gerador luminoso: \_\_\_\_\_

**3-** A força eletromotriz de determinado gerador é 40 V. Quando conectado a um circuito, este lhe requisita uma corrente elétrica de intensidade 4A e a tensão medida entre seus terminais é de 16 V. Desse modo, qual é a resistência interna desse gerador é

A) 0,5  $\Omega$ .

B) 1,0  $\Omega$ .

C) 2,0  $\Omega$ .

D) 4,0  $\Omega$ .

E) 8,0  $\Omega$ .

**4 -** Em um circuito elétrico constituído por um gerador real de resistência interna 5  $\Omega$ .

Quando a chave desse circuito é fechada, o voltímetro passa a indicar 20 V, enquanto que o amperímetro indica uma intensidade de corrente de 2 A.

O valor da força eletromotriz desse gerador é:

A) 30 V.

B) 25 V.

C) 45 V.

D) 50 V.

E) 40 V.

**5 -** (AFA – adaptada) Um gerador fornece a um motor uma ddp de 440 V. O motor tem resistência interna de 25  $\Omega$  e é percorrido por uma corrente elétrica de 400 mA. A força contraeletromotriz do motor, em volts, é igual a:

a) 375.

b) 400.

c) 415.

d) 430.

e) 450.

**6-** Qual o valor da corrente elétrica que percorre a resistência de um receptor elétrico que possui uma resistência elétrica interna de  $5\ \Omega$  e força contraeletromotriz de 57 V quando ele recebe uma diferença de potencial elétrico de 127 V de um gerador elétrico?

- A) 12 A.
- B) 13 A.
- C) 14 A.
- D) 15 A.
- E) 16 A.

## REFERÊNCIAS

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. [recurso eletrônico] / tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre : Bookman, 2015.

MELO, Pâmella Raphaella. Exercícios sobre receptores elétricos. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-receptores-eletricos.htm>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf> . Acesso em: 20 fev. 2025

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg> . Acesso em: 22 fev. 2025.