

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

MULTIVERSOS

código da coleção  
**0221P21203**  
código do volume  
**0221P21203135**  
PNLD 2021 • Objeto 2 | Material de divulgação  
Versão submetida à avaliação

ENSINO MÉDIO

ÁREA DO CONHECIMENTO:  
CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E SUAS TECNOLOGIAS

CIÊNCIAS DA

MANUAL DO  
PROFESSOR

CIÊNCIAS  
DA  
NATUREZA  
E SUAS  
TECNOLOGIAS

ELETRICIDADE  
NA SOCIEDADE  
E NA VIDA

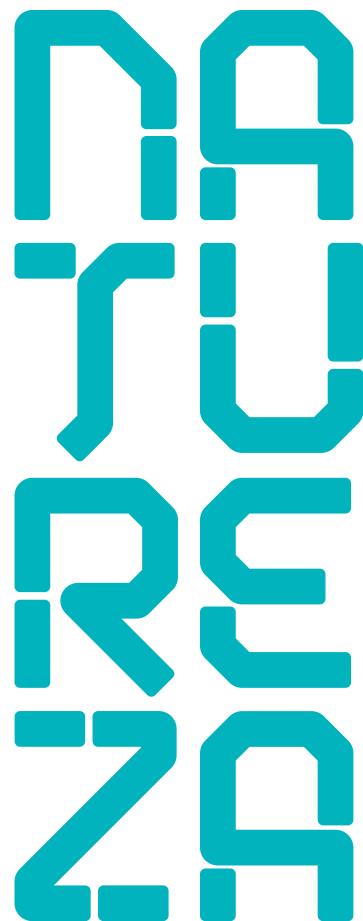
LEANDRO GODOY  
ROSANA MARIA DELL' AGNOLO  
WOLNEY C. MELO

FTD

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



CIÊNCIAS DA



ELETRICIDADE  
NA SOCIEDADE  
E NA VIDA

ENSINO MÉDIO

Área do conhecimento:  
CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E SUAS TECNOLOGIAS

FTD

1ª edição  
São Paulo - 2020

MANUAL DO  
PROFESSOR

### LEANDRO PEREIRA DE GODOY

Mestre em Microbiologia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).

Professor na rede estadual de Educação Básica e na rede particular de Ensino Superior do Paraná.

Realiza palestras e assessorias para professores em escolas públicas e particulares.

Autor de livros didáticos para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

### ROSANA MARIA DELL' AGNOLO

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP).

Pós-graduada em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz.

Especializada em Ética, valores e cidadania na escola pela Universidade de São Paulo (USP).

Bacharel em Ciências com habilitação em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz.

Professora da rede particular de ensino de São Paulo.

Coordenadora de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e no Ensino Médio na rede particular de ensino de São Paulo.

Coordenadora de Iniciação Científica na Escola de Aplicação do Instituto Sidarta.

Coordenadora de Química pela Fundação Padre Anchieta em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Professora de metodologia de pesquisa científica em faculdades particulares de São Paulo.

### WOLNEY CANDIDO DE MELO

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP).

Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP).

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (USP).

Licenciado em Pedagogia pela Universidade Bandeirante de São Paulo (Uniblan).

Professor em cursos pré-vestibulares e na rede particular de ensino de São Paulo.

Realiza palestras para estudantes e professores, além de assessorias para escolas e secretarias de educação.



Copyright © Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo e  
Wolney Candido de Melo, 2020

**Direção-geral** Ricardo Tavares de Oliveira

**Direção editorial adjunta** Luiz Tonolli

**Gerência editorial** Flávia Renata Pereira de Almeida Fugita

**Edição** Valquiria Baddini Tronolone (coord.)

Debora de Almeida Francisco Nichel, Alexandre Rodrigues Redondo,  
Sandra Del Carlo, Eduardo Oliveira Guaitoli, Geovana Caldeira Lourenço,  
Maria Carolina Dias Carreira, Rafael Braga de Almeida, Sérgio Paulo Braga,  
Daniela Benites, Luana Agostini

**Preparação e Revisão** Maria Clara Paes (sup.)

Ana Lúcia P. Horn, Carolina Ramos Manley, Daniela Nanni, Danielle Costa,  
Eliana Vila Nova de Souza, Fernanda Rodrigues Baptista, Gisele Ribeiro Fujii,  
Kátia Cardoso da Silva, Pedro Henrique Fandi, Rita Lopes, Silvana Gouvea, Yara Affonso

**Gerência de produção e arte** Ricardo Borges

**Design** Daniela Máximo (coord.), Sergio Cândido

**Imagem de capa** Photo by Supoj Buranaprapapong/Moment/Getty Images

**Arte e Produção** Vinícius Fernandes (sup.)

Alexandre Tallarico, Camila Ferreira Leite,  
Jacqueline Nataly Ortolan, Marcelo Saccomann (assist.)

**Diagramação** FyB arquitetura e design

**Coordenação de imagens e textos** Elaine Bueno Koga

**Licenciamento de textos** Érica Brambila, Bárbara Clara (assist.)

**Iconografia** Luciana Ribas Vieira, Ana Isabela Pithan Maraschin (trat. imagens)

**Ilustrações** Adilson Secco, Alex Argozino, Alan Carvalho, Alex Silva, Bentinho,  
Eber Evangelista, Estúdio Ampla Arena, Fernanda Sousa, Ilê comunicação, Luiz Lentini,  
Luis Moura, Lápis 13B, Maal Ilustra, Milton Rodrigues Alves, Paulo Cesar Pereira,  
Renan Leema, Selma Caparroz, Sírio Cançado, Sonia Vaz, Studio Caparroz,  
Vinícius Fioratti, Walter Caldeira

Allmaps, Sonia Vaz (cartografia)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Godoy, Leandro Pereira de  
Multiversos : ciências da natureza : eletricidade  
na sociedade e na vida : ensino médio / Leandro  
Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney  
Candido de Melo. – 1. ed. – São Paulo : Editora FTD, 2020.

"Área do conhecimento : Ciências da natureza e  
sua tecnologias"

Bibliografia

ISBN 978-65-5742-093-5 (Aluno)

ISBN 978-65-5742-094-2 (Professor)

1. Ciências (Ensino médio) I. Dell' Agnolo, Rosana  
Maria. II. Melo, Wolney Candido de. III. Título.  
20-44097

CDD-372.7

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino médio 372.7

Aline Graziele Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

Em respeito ao meio ambiente, as folhas  
deste livro foram produzidas com fibras  
obtidas de árvores de florestas plantadas,  
com origem certificada.

Reprodução proibida: Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610  
de 19 de fevereiro de 1998. Todos os direitos reservados à

**EDITORIA FTD.**  
Rua Rui Barbosa, 156 – Bela Vista – São Paulo – SP  
CEP 01326-010 – Tel. 0800 772 2300  
Caixa Postal 65149 – CEP da Caixa Postal 01390-970  
www.ftd.com.br  
central.relacionamento@ftd.com.br

**Impresso no Parque Gráfico da Editora FTD**  
CNPJ 61.186.490/0016-33  
Avenida Antonio Bardella, 300  
Guarulhos-SP – CEP 07220-020  
Tel. (11) 3545-8600 e Fax (11) 2412-5375

# APRESENTAÇÃO

Caro estudante

A energia elétrica é fundamental para o funcionamento de nossa sociedade atual e para o funcionamento do corpo humano. É sobre esses, e outros assuntos, que gostaríamos de conversar com você neste livro.

Neste Volume, na Unidade 1, analisaremos as diferentes formas e fontes de energia renováveis e não renováveis utilizadas pelo mundo, assim como as matrizes energética e elétrica, com destaque para o Brasil. Também estabeleceremos relações entre essas matrizes e as fontes de energia, analisando as características geográficas e ambientais dos países. Debateremos questões sobre a dependência do mundo em relação às fontes de energia não renováveis e os impactos ocasionados ao ambiente e à sociedade. E, por fim, analisaremos as demandas de geração, transporte e distribuição de energia elétrica.

Na Unidade 2, o estudo é focado na eletricidade e suas características, na investigação e análise de circuitos elétricos e no funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos. Também nessa Unidade realizaremos previsões sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes. Por fim, avaliaremos o consumo de energia elétrica e sua relação com o ambiente, e proporemos ações que visem à sustentabilidade.

Já na Unidade 3, analisaremos a relação entre a Química e os fenômenos de produção elétrica em pilhas e baterias, bem como investigaremos a produção de energia no corpo humano.

Para finalizar, na Unidade 4, analisaremos a presença do magnetismo na Terra e investigaremos as relações entre o magnetismo e a eletricidade.

Os autores

# CONHEÇA O LIVRO

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

### Competências gerais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 e 10

### Ciências da Natureza e suas Tecnologias

#### Competências específicas: 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT207, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT307, EM13CNT308

**BNCC**

UNIDADE

2

## Eletricidade

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

#### Competências gerais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 e 10

#### Competências específicas: 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT207, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT307, EM13CNT308

Brasil registrou o maior raio do mundo com 709 km de extensão

O maior relâmpago em distância horizontal do mundo foi registrado no Brasil, segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), que anunciou novos recordes sobre o tema nesta sexta-feira (26). Conforme a entidade, o fenômeno ocorreu no dia 31 de outubro de 2018 no sul do país e atingiu 709 km.

Os cientistas pontuam que este marco é equivalente à distância entre São Paulo e Rio de Janeiro multiplicada por dezois. O recorde anterior aconteceu em 2007, quando um raio de 321 km atingiu o estado de Oklahoma, nos Estados Unidos.

GAUTIER, K. Brasil registra o maior raio do mundo com 709 km de extensão. *Newsweek*, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://www.newsweek.com.br/ciencia/todos-estados-registros-maior-raio-mundo-709-km-extensao>. Acesso em: 28 ago. 2020.

Foi a partir da segunda metade do século XIX, por volta de 1860, que as tecnologias da época permitiram a utilização da energia elétrica, entre elas, observaram fenômenos naturais, como os raios, o controle e a manipulação dessa fonte de energia foi possível sua transmissão a longas distâncias e permitiu o desenvolvimento de máquinas que geravam eletricidade.

Nesta unidade, estudaremos algumas características da energia elétrica, os fenômenos a elas relacionados, como os raios, sua utilização para o funcionamento de equipamentos eletrodomésticos, seu consumo e cuidados em sua manipulação.

As respostas e o conteúdo das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

### 1. Como os raios se formam?

### 2. Como seria sua vida sem acesso à energia elétrica?

Vista noturna da cidade do estado do Rio de Janeiro sob relâmpagos.



## Abertura de Unidade

Este Volume é composto por quatro unidades. As aberturas apresentam texto, imagens e questões que auxiliam a contextualizar e a levantar conhecimentos prévios sobre os assuntos presentes na Unidade. As competências gerais, competências específicas e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que são trabalhadas estão listadas na abertura.

**Atividades**

Atividades que aparecem ao final de cada unidade, disponibilizadas no site da Editora FTD.

1. No dia 15 de novembro de 2018, um vooletô em São Paulo caiu, e foi totalmente destruído, provocando diversos transtornos.

Fonte: em 15/11/2018, 4 integrantes para realizar um vooletô sobre esse acidente acontecendo em São Paulo.

2. Segundo o brasil, foram registradas 1.100 ocorrências de vooletôs e suas características urbanas, sua influência e sua durabilidade, gás metanóico.

3. Ainda, observou-se que o vooletô é um fenômeno natural que ocorre no Rio São Francisco, na região da Chapada Diamantina, Bahia, no período de outono e inverno, quando a estação das congesções apresentadas na figura a seguir.

Fonte: Marinho, R. M. P. e Souza, E. R. S. (2015).

Entrevista ao populares e abordando em forma de seminário. Se possível, um ambiente para conferir seu avião e vooletô. Aproveite para inserir a cedulinha.

Estimativa de pessoas que realizam o vooletô.

4. Balanço as reações por oxidação, identificando a oxidação, a redução, a oxigênio envolvida e a estrutura de cada reação.

5. Os reagentes reacionam de maneira diversa, através de reações de oxidação e redução, considerando o oxigênio.

6. A descomposição de hidrocarbonetos em que se observa o maior percentual que promovem a redução da poluição atmosférica, indicando a época que representa a despoluição da atmosfera.

Fonte: Marinho, R. M. P. e Souza, E. R. S. (2015).

6. O calor proveniente da Terra é considerado uma fonte de energia denominada **energia geotérmica**. Ela pode ser encontrada em locais que possuem a rede vulcânica. Com a temperatura interna da Terra é uma fonte de energia que, com seu uso como fonte energética, é considerada uma fonte energética renovável.

7. A energia geotérmica é utilizada para a geração de energia elétrica por usinas geotérmicas urbanas, ou seja, energia térmica proveniente do interior da Terra aquecida a água que infiltra no solo, transformando-a em vapor de alta pressão. O movimento do vapor (energia cinética) é captado pela turbina, que gera eletricidade.

Entre as vantagens do uso da energia geotérmica estão a baixa emissão de gases poluentes na atmosfera e a não dependência das condições climáticas. Contudo, os custos de investimentos altos para funcionar, além de operar em locais remotos da superfície terrestre, que devem ter distâncias dos centros urbanos.

## Atividades

Questões que aparecem ao final dos temas e abordam os conteúdos estudados.

**Atividades**

Atividades que aparecem ao final de cada unidade, disponibilizadas no site da Editora FTD.

Entre as vantagens relacionadas ao uso de biomassa como fonte energética está o reaproveitamento de resíduos de atividades, assim, é a alternativa a utilização de energia elétrica proveniente daqueles resíduos. Além disso, seu uso não gera gases variáveis que dependem da disponibilidade das condições climáticas.

**Temperatura interna da Terra**

O calor proveniente da Terra é considerado uma fonte de energia denominada **energia geotérmica**. Ela pode ser encontrada em locais que possuem a rede vulcânica. Com a temperatura interna da Terra é uma fonte de energia que, com seu uso como fonte energética, é considerada uma fonte energética renovável.

A energia geotérmica é utilizada para a geração de energia elétrica por usinas geotérmicas urbanas, ou seja, energia térmica proveniente do interior da Terra aquecida a água que infiltra no solo, transformando-a em vapor de alta pressão. O movimento do vapor (energia cinética) é captado pela turbina, que gera eletricidade.

Entre as vantagens do uso da energia geotérmica estão a baixa emissão de gases poluentes na atmosfera e a não dependência das condições climáticas. Contudo, os custos de investimentos altos para funcionar, além de operar em locais

## Espaços de aprendizagem

Boxe com sugestões de filmes, livros, simuladores, sites, entre outros que ampliam os conteúdos estudados.

### Falando de...

#### MAGNETISMO TERRESTRE

A aurora boreal, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

Uma das evidências do magnetismo terrestre são as auroras polares, fenômenos ópticos que acontecem perto das polares polares. Quando ocorre no polo norte é chama de aurora boreal, e quando no polo sul, aurora austral. Este fenômeno se chama de eletromagnetismo terrestre, que é o resultado de partículas solares, que se formam na atmosfera podendo ser observadas no céu noturno. As auroras polares lembram corais de luar, e podem permanecer visíveis por minutos ou poucas horas. Este fenômeno acontece quando partículas solares carregadas atingem o campo magnético terrestre, que é formado por partículas carregadas e elétricas. As partículas solares são emitidas em virtude da alta temperatura da camada mais externa do Sol. Essa camada é rica em partículas elementares, muito energéticas, constantes de fluxo para o espaço, formando um campo magnético. Através desse campo magnético, as partículas solares chegam ao nosso planeta. Porém, é necessário descrever que é mais interessante as proximidades dos polos. Norte e Sul.

Um estudo feito pelo Instituto de Venâncio Aires consta de 3.200 da superfície terrestre, e o outro, mais denso e maior, está a 45 milhas acima da superfície terrestre.

O campo magnético terrestre é o responsável por diminuir consideravelmente a quantidade de partículas do vento solar que atingem a superfície da Terra, e assim em grande quantidade de partículas que chegam ao nosso planeta, podendo provocar tempestades geomagnéticas, interferências e mudanças de órbita dos satélites, isso sem falar dos danos que podem causar a eletrônica, que podem provocar o desastre.

Provavelmente a maior ação protetora da Terra é terceira.

Apesar do campo magnético terrestre ser muito importante na proteção da Terra, é preciso mencionar que existem outras fontes de energia que formam os cinturões de Van Allen, que existem por causa de situações de tempestades solares.

Respeito ao longo da superfície, existem variações de campo magnético.

Um estudo feito pelo Instituto de Venâncio Aires consta de 3.200 da superfície terrestre, e o outro, mais denso e maior, está a 45 milhas acima da superfície terrestre.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

Uma das evidências do magnetismo terrestre são as auroras polares, fenômenos ópticos que acontecem perto das polares polares. Quando ocorre no polo norte é chama de aurora boreal, e quando no polo sul, aurora austral. Este fenômeno se chama de eletromagnetismo terrestre, que é o resultado de partículas solares, que se formam na atmosfera podendo ser observadas no céu noturno. As auroras polares lembram corais de luar, e podem permanecer visíveis por minutos ou poucas horas.

Este fenômeno acontece quando partículas solares carregadas atingem o campo magnético terrestre, que é formado por partículas carregadas e elétricas. As partículas solares são emitidas em virtude da alta temperatura da camada mais externa do Sol. Essa camada é rica em partículas elementares, muito energéticas, constantes de fluxo para o espaço, formando um campo magnético. Através desse campo magnético, as partículas solares chegam ao nosso planeta. Porém, é necessário descrever que é mais interessante as proximidades dos polos. Norte e Sul.

Um estudo feito pelo Instituto de Venâncio Aires consta de 3.200 da superfície terrestre, e o outro, mais denso e maior, está a 45 milhas acima da superfície terrestre.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

A aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

# Sumário

Unidade

1

## Unidade 1 - Fontes de energia | 10

### TEMA 1 – Fontes de energia não renováveis | 12

Combustíveis fósseis | 13  
Minerais radioativos | 16

#### » Atividades | 17

### TEMA 2 – Fontes de energia renováveis | 19

Água | 20  
Sol | 21  
Vento | 22  
Biomassa | 22  
Temperatura interna da Terra | 23

#### » Atividades | 24

### TEMA 3 – Matrizes energéticas e elétricas | 25

Utilização das fontes de energia no mundo | 26  
Matriz energética | 27  
Matriz elétrica | 29  
Investimento em fontes energéticas alternativas | 31

#### » Atividades | 32

### TEMA 4 – Geração e distribuição de energia elétrica | 34

Produção e distribuição de energia elétrica | 35  
Usina hidrelétrica | 36  
Usina termelétrica | 37  
Usina termonuclear | 38  
Usina eólica | 39  
Usina solar | 39  
Usina geotérmica | 41  
Usina oceânica | 42

#### » Atividades | 43

#### » Atividades extras | 44

#### » Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas • A matriz energética e os transportes | 46

Unidade

2

## Eletricidade | 48

### TEMA 1 – Carga elétrica e eletrização | 50

Medida da quantidade de carga elétrica | 51

Condutores e isolantes elétricos | 51

Princípio da conservação da carga elétrica | 51

Processos de eletrização | 52

Eletrização por atrito | 52

Eletrização por contato | 52

Eletrização por indução | 53

Força elétrica | 54

#### » Oficina científica | 56

#### » Atividades | 56

### TEMA 2 – Campo elétrico | 58

Linhas de força do campo elétrico | 59  
Intensidade do campo elétrico de uma carga puntiforme | 60  
Tensão elétrica | 62  
Diferença de potencial elétrico (tensão) entre dois pontos de um campo elétrico uniforme | 63

#### » Atividades | 64

### TEMA 3 – Princípios de eletrodinâmica | 66

Corrente elétrica | 66

Efeitos da corrente elétrica | 67

Intensidade da corrente elétrica | 68

Resistência elétrica e lei de Ohm | 69

Potência elétrica | 70

#### » Atividades | 72

### TEMA 4 – Circuitos elétricos | 73

Circuito elétrico simples | 74

Associação de resistores em série | 75

Associação de resistores em paralelo | 76

Associação mista de resistores | 78

DDP nos terminais de geradores e receptores elétricos | 80

#### » Atividades | 81

### TEMA 5 – Utilização de equipamentos e consumo de energia elétrica | 82

Consumo de energia elétrica | 82

Escolha dos equipamentos elétricos | 84

Cuidados para evitar acidentes com eletricidade | 86

#### » Atividades | 87

#### » Atividades extras | 88

#### » Integrando com Matemática e suas Tecnologias • Energia elétrica e sustentabilidade | 90



## Unidade 3 Eletroquímica e bioeletricidade | 92

### TEMA 1 – Oxidação, redução e corrosão | 94

#### Corrosão | 94

Oxidação e redução | 94

Princípios para determinação de  $Nox$  | 95

Reações de oxirredução e os agentes oxidantes e redutores | 96

Passos para balanceamento de equação por oxirredução | 96

#### Formação da ferrugem | 97

Oxidação e redução em ambiente litorâneo | 98

O que a ferrugem tem de diferente dos materiais oxidados dos outros metais? | 98

#### Métodos mais comuns de proteção do ferro para evitar a formação de ferrugem | 99

Revestimento com uso de tinta zarcão | 99

Ferro revestido de estanho | 99

Galvanização: uso de metal de sacrifício | 100

#### » Atividades | 101

### TEMA 2 – Pilhas | 102

#### Pilha de Daniell | 103

O polo negativo e a oxidação | 103

O polo positivo e a redução | 104

A ponte salina | 104

As semirreações e a reação global | 104

#### Diferença de potencial das pilhas (ddp) | 105

#### Tipos de pilhas | 107

Pilha seca | 107

Baterias | 108

Um tipo de bateria muito comum: a automotiva | 109

Pilhas e baterias recarregáveis | 109

#### » Atividades | 109

### TEMA 3 – Eletrólise | 111

#### Diferenciando pilha de eletrólise | 112

#### Como acontece a eletrólise | 112

#### Tipos de eletrólise | 112

Eletrólise ígnea | 112

Eletrólise aquosa | 113

#### Galvanoplastia | 114

#### Análise quantitativa da eletrólise | 115

#### » Atividades | 116

Competências e habilidades da BNCC | 158

Referências bibliográficas comentadas | 160

## TEMA 4 – Eletricidade no corpo humano | 117

### Eletricidade no tecido nervoso | 118

Transmissão de impulsos nervosos | 119

### Eletricidade no coração | 121

#### » Atividades | 122

#### » Atividades extras | 124

#### » Falando de... Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos | 126

Unidade



## Unidade 4 Eletromagnetismo | 128

### TEMA 1 – Campo magnético | 130

#### Magnetismo | 130

Os ímãs | 131

Campo magnético terrestre | 132

#### O campo produzido por correntes | 133

Campo em torno de um fio reto | 134

Campo no centro de uma espira circular | 135

Campo no interior de um solenoide | 136

#### » Atividades | 136

### TEMA 2 – Força magnética | 138

#### Força magnética sobre cargas em movimento | 139

#### Movimento da partícula carregada em um campo magnético uniforme | 141

Movimento paralelo às linhas de força do campo magnético | 141

Movimento perpendicular às linhas de força do campo magnético | 141

Movimento oblíquo às linhas de força do campo magnético | 142

#### Força sobre condutor reto percorrido por corrente elétrica | 143

#### Força entre condutores paralelos percorridos por corrente elétrica | 144

#### » Oficina científica | 146

#### » Atividades | 146

### TEMA 3 – Indução eletromagnética | 148

#### Fluxo magnético | 148

Corrente elétrica induzida | 149

#### » Atividades | 153

#### » Atividades extras | 154

#### » Falando de... Magnetismo terrestre | 156



## CONHEÇA O VOLUME

### Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

Ao estudar este Volume, propomos que os seguintes objetivos sejam alcançados por você.

- Analisar diferentes formas e fontes de energias renováveis e não renováveis utilizadas pelo mundo;
- Diferenciar e identificar fontes de energia renováveis e não renováveis;
- Relacionar as matrizes energéticas e elétricas do mundo às características geográficas, às condições ambientais, à necessidade energética e aos recursos financeiros de cada país, com destaque para o Brasil;
- Identificar a importância de investimentos em fontes alternativas de energia;
- Analisar as demandas de geração, transporte e distribuição de energia elétrica;
- Identificar as características da eletricidade e investigar fenômenos de eletrização;
- Analisar circuitos elétricos e investigar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos;
- Prever o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, avaliando o consumo de energia elétrica e sua relação com o ambiente, e propor ações que visem à sustentabilidade;
- Reconhecer a relação entre as reações químicas e os fenômenos de produção elétrica em pilhas e baterias;
- Identificar fenômenos de oxirredução e eletrólise;
- Analisar a produção de energia no corpo humano;
- Identificar a presença do magnetismo na Terra e investigar as relações entre magnetismo e eletricidade.

### **Justificativa da pertinência dos objetivos**

Você já parou para pensar sobre a importância da energia elétrica em sua vida? Já conversou com alguém que viveu em uma época na qual a energia elétrica era de difícil acesso? Você sabia que a energia elétrica é fundamental para o funcionamento até mesmo do nosso corpo?

A energia elétrica é atualmente uma das principais formas de energia do mundo. Grande parte das fontes de energia presentes no mundo são utilizadas para gerar eletricidade, que faz funcionar a maioria dos equipamentos presentes em nossas casas e os aparelhos eletrônicos a que temos acesso em nosso cotidiano. São essas, e outras importâncias e relações, que estudaremos neste Volume.

# Fontes de energia

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

**Competências gerais**  
4, 5, 6, 7, 9 e 10

**Habilidades da Natureza e**

**Técnicas e Tecnologias**

**Competências específicas:** 1 e 3

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT106, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT309 e EM13CNT310

A busca por fontes alternativas de energia tem sido tema de debates e pesquisas entre cientistas, empresas e governos. As atuais fontes de energia mais utilizadas pela humanidade são, em parte, poluentes, e algumas possuem seus estoques próximos ao limite da exploração.

Cientistas brasileiros estão colaborando ativamente para esta demanda, como o químico Fernando Galembeck, coordenador de um grupo de pesquisa que estuda a possibilidade de se obter energia elétrica a partir da umidade do ar. Leia um trecho de uma entrevista concedida pelo professor a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

[...]

[...] O que é higroeletricidade?

Galembeck - É o aparecimento de eletricidade, o aparecimento de uma voltagem, num arranjo de materiais expostos à umidade elevada. Em síntese, é a eletricidade advinda da umidade. Sabemos que existe muita eletricidade na atmosfera, que se manifesta na forma de relâmpagos. O problema, até pouco tempo atrás, era descobrir como essa eletricidade é gerada e quem são seus portadores. Em um trabalho de 2010 e em outros trabalhos recentes, meus estudantes e eu demonstramos que essa eletricidade atmosférica está associada principalmente à umidade e pode ser transferida para objetos situados na superfície da terra.

[...]

ENTREVISTA: Eletricidade no ar. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. **Embrapa.** 22 jun. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/24070576/entrevista---eletricidade-no-ar>. Acesso em: 13 ago. 2020.

As atuais fontes de energia, suas vantagens, desvantagens e utilização, bem como fontes de energia alternativas, serão assuntos abordados nesta Unidade.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Quais são as principais fontes de energia utilizadas pela humanidade? Cite uma renovável e uma não renovável.
2. Qual a importância do estudo apresentado?

» Nuvens no céu. As nuvens são portadoras de umidade (Pantanal, MT, 2014).



# Fontes de energia não renováveis

A inclinação das placas é aleatória e não tem relação com o aumento ou a redução de determinada fonte de energia.

Analise a imagem ao lado.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 1 O que as placas da imagem indicam?
- 2 As placas podem ser divididas em duas categorias. Quais os critérios de divisão dessas categorias? Converse com seus colegas.
- 3 Em sua opinião, qual placa apresenta um componente que tem sido tema de preocupação no mundo, inclusive motivador de guerras?

Não escreva no livro

STUART MILES/SHUTTERSTOCK.COM



As fontes de energia são recursos dos quais podemos extrair a energia utilizada nas mais diversas atividades. A energia solar, por exemplo, é obtida a partir do Sol, uma vez que ele é a fonte energética.

De modo geral, com base em sua taxa de consumo e no seu tempo de reposição no ambiente, podemos classificar as fontes de energia em renováveis e não renováveis.

As **fontes de energia renováveis** são aquelas com capacidade natural de reposição no ambiente, ou seja, a taxa de consumo é inferior ao tempo de reposição. São exemplos o vento, a temperatura interna da Terra, o Sol, a água e a biomassa.

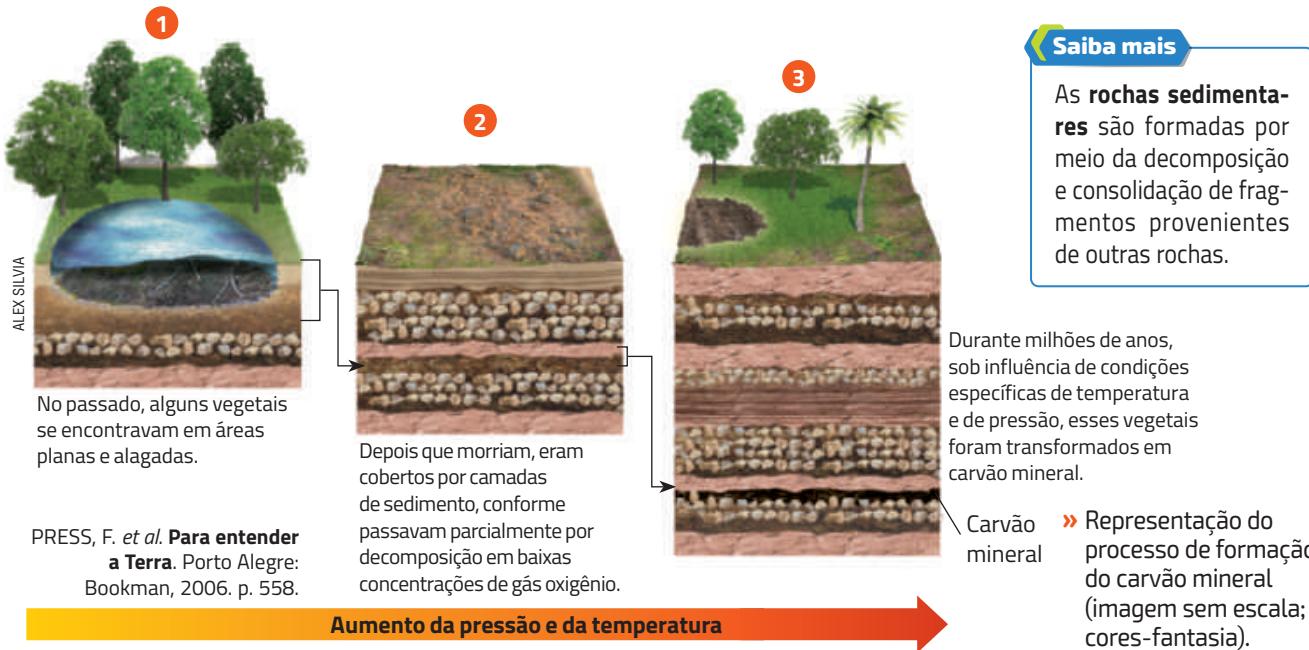
Já as **fontes de energia não renováveis**, por sua vez, são aquelas cuja taxa de consumo é superior à taxa reposição no ambiente que, normalmente, leva milhões de anos e ocorre sob condições específicas de temperatura e pressão. Por isso, elas são consideradas fontes finitas ou esgotáveis, pois quanto mais são utilizadas, menor é seu estoque no ambiente. São exemplos, o petróleo, o gás natural, o carvão mineral e os minerais radioativos.

Neste tema, iniciaremos nossos estudos a partir das fontes de energia não renováveis.

# Combustíveis fósseis

Os **combustíveis fósseis** são recursos naturais utilizados como fontes de energia por meio de sua combustão, isto é, de sua queima. Eles são oriundos da decomposição da matéria orgânica ao longo de milhares de anos. São exemplos o carvão mineral, o petróleo e o gás natural.

O **carvão mineral** é uma rocha sedimentar fossilizada, que passou por transformações sob condições específicas de temperatura e de pressão, originada há milhões de anos e encontrada no subsolo em depósitos de origem orgânica.



Atualmente, o principal uso do carvão mineral é na geração de energia elétrica, em usinas denominadas **termelétricas**. As usinas termelétricas são capazes de gerar energia elétrica a partir do calor liberado pela queima de diversos produtos, entre eles, o carvão mineral.

Para ser utilizado, o carvão mineral é extraído por meio da mineração de estoques presentes no solo, denominados jazidas. Após a sua extração, ele é fragmentado e armazenado em depósitos, para, posteriormente, ser destinado às usinas. Nelas, ele é transformado em pó, o que possibilita seu maior aproveitamento energético. O pó é, então, colocado para queima em fornalhas.

O carvão mineral também é utilizado na indústria para a geração de calor, por exemplo, na secagem de produtos e na fabricação de vidros. Alguns estudos estão analisando a possibilidade de reaproveitar o calor produzido nesses processos também para a geração de energia elétrica.

» Extração de carvão mineral. (Treviso, SC, 2016).

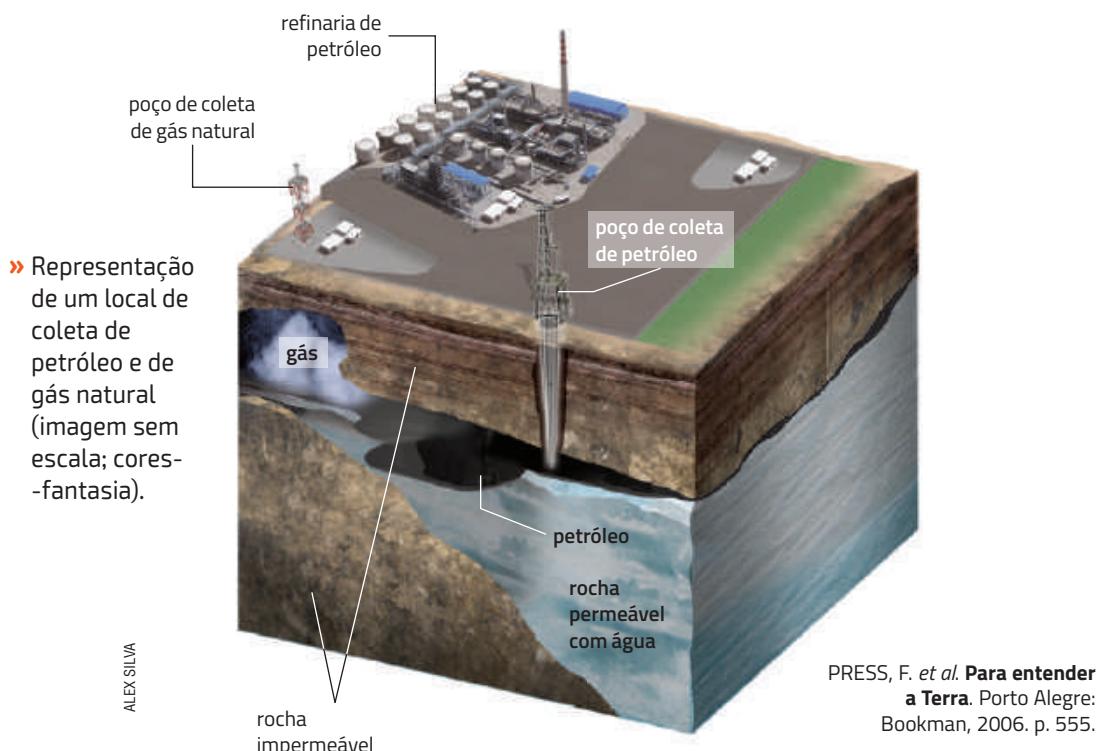


LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

Assim como o carvão mineral, o **petróleo** e o **gás natural** possuem origem fóssil e seu processo de formação também ocorreu ao longo de milhões de anos.

No passado, vegetais e animais mortos foram cobertos por camadas de sedimentos, conforme passavam parcialmente por decomposição pela ação de bactérias, em locais com baixas concentrações de oxigênio. Com o tempo, a matéria orgânica foi transformada em compostos de hidrogênio e de carbono (hidrocarbonetos) nas formas líquidas e gasosas, constituindo, respectivamente, o petróleo e o gás natural.

Ao longo desse processo, formaram-se diferentes arranjos geológicos que aprisionaram o petróleo e o gás natural. A imagem a seguir, por exemplo, representa o petróleo e o gás natural presos entre rochas impermeáveis, flutuando sob rochas permeáveis, naturalmente cheias de água.



» O gás utilizado na cozinha é obtido a partir dos derivados do petróleo.



Para serem utilizados, o petróleo e o gás natural são extraídos em poços de coleta. O petróleo, então, é direcionado para as refinarias, que realizam um processo de separação de seus componentes, entre eles a destilação fracionada, possibilitando a obtenção de uma série de produtos, como a gasolina e o óleo *diesel*

– combustíveis amplamente utilizados pelos veículos nos dias de hoje. Outros produtos obtidos são o querosene, utilizado como combustível em indústrias; o gás liquefeito de petróleo, utilizado na cozinha; e resíduos, utilizados para a fabricação de outros produtos, como asfalto e ceras. O gás natural, por sua vez, é envasado e processado.

Assim como o carvão mineral, os derivados do petróleo e o gás natural também são utilizados como fonte de energia para a geração de energia elétrica em usinas termelétricas.

Os combustíveis fósseis possuem alta **eficiência energética**, ou seja, liberam maior quantidade de energia por porção de matéria. Esse é um dos motivos pelos quais são amplamente utilizados como fonte de energia por diversos países ao redor do mundo. Contudo, seus estoques são limitados. Segundo estimativas baseadas no consumo atual da *Statistical Review of World Energy* (Revisão Estatística da Energia Mundial, em tradução livre) – publicado em 2020 – o planeta possui um estoque de petróleo que deve durar, aproximadamente, meio século somente.

O uso de combustíveis fósseis emite gases poluentes na atmosfera, como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>). O gás carbônico é um dos principais **gases do efeito estufa**. A emissão de gases poluentes, sobretudo de gases do efeito estufa, ocasiona mudanças climáticas, cujos impactos envolvem a alteração do regime de chuvas, o derretimento de geleiras e a morte de diversos seres vivos.

Atualmente, buscam-se alternativas à utilização do petróleo para o setor energético, considerando a necessidade e a capacidade de produção de cada país. A maioria das alternativas, apesar de menos poluentes, não são tão eficientes em termos energéticos, motivo pelo qual investimentos em pesquisas científicas que busquem ampliar a eficiência de fontes de energia são de fundamental importância para a sociedade e a conservação do meio ambiente.

#### Saiba mais

Os **gases do efeito estufa** estão presentes na atmosfera e são capazes de absorver calor. Parte do calor que é refletido pela superfície terrestre é absorvido e mantido no planeta, dando origem ao fenômeno natural conhecido como efeito estufa, responsável pela manutenção da temperatura média do planeta. Ocorre que, o aumento da emissão atmosférica de gases estufa tem ocasionado a intensificação desse fenômeno, provocando mudanças climáticas.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

» Usina termelétrica que utiliza combustíveis fósseis como fonte de energia em funcionamento (Itacoatiara, AM, 2019).



# Minerais radioativos

Os minerais radioativos podem ser utilizados como combustíveis nucleares por possuírem elementos radioativos em sua composição química, isto é, emitem energia na forma de radiação.



» Amostra de uraninita.

A uraninita é um mineral radioativo, constituído por urânio, amplamente utilizada como combustível nuclear em usinas de geração de energia elétrica chamadas termonucleares ou, simplesmente, nucleares.

Em uma usina nuclear, a formação da energia não depende de reações de combustão – diferentemente das termelétricas que utilizam carvão mineral, petróleo ou gás natural. Nela, a energia é obtida por meio de reações nucleares.

As vantagens de uma usina nuclear são a alta eficiência energética e a não emissão de gases poluentes na atmosfera, contudo seu uso produz rejeitos que podem oferecer riscos à saúde e contaminar o ambiente.

Em uma usina nuclear, as piscinas e os reatores são cercados por barreiras de aço, chumbo e concreto, de modo a conter a radiação. Os funcionários das usinas também utilizam equipamentos de proteção individual que evitam sua contaminação.



» Os trabalhadores de usinas nucleares usam roupas, máscaras e calçados específicos que os protegem da radiação.

MARCIN BALCERZAK SHUTTERSTOCK.COM

Os rejeitos radioativos produzidos nas usinas nucleares continuam emitindo radiação por anos após seu uso. Quando ocorrem episódios de contaminação do solo ou da água, por exemplo, a radiação pode permanecer no ambiente e contaminar, indiretamente, outros seres vivos. Pessoas expostas à radiação podem ter a saúde comprometida e até morrer,

dependendo do tempo e da quantidade de radiação recebida. Por isso, os produtos resultantes das reações químicas que ocorrem nos reatores nucleares passam por tratamento em usinas de reprocessamento, podendo ser comercializados nas diversas áreas de aplicação de radioisótopos. Os materiais que não podem ser reutilizados passam por tratamento químico especial, sendo vitrificados, guardados em sistemas de contenção e armazenados em depósitos de rejeitos radioativos.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

- 1.** A tabela a seguir apresenta as reservas de petróleo que se estima recuperar comercialmente, a partir de dados geológicos de reservatórios conhecidos, e o consumo deste recurso em diferentes regiões do mundo. Os dados referem-se ao ano de 2018.

### » Anuário estatístico brasileiro de petróleo

Regiões Geográficas	Reservas de petróleo (bilhões de barris)	Consumo de petróleo (mil barris/dia)
América do Norte	236,7	24 714
Américas Central e do Sul	325,1	6 795
Europa e Eurásia	159,0	19 375
Oriente Médio	836,1	9 136
África	125,3	3 959
Ásia-Pacífico	47,6	35 863

Fonte dos dados: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2019**. Rio de Janeiro: ANP, 2008. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/2019-anuario-versao-impressao.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Analise as informações para responder às questões que seguem.

- Qual região geográfica apresentava a maior reserva de petróleo em 2018? Indique a reserva dessa região.
- Qual região geográfica apresentou o maior consumo diário de petróleo em 2018? Indique o consumo dessa região.
- Em 2018, qual era a reserva mundial de petróleo? E qual era o consumo mundial diário desse recurso?
- Imagine que nenhuma outra reserva de petróleo seja descoberta e que o consumo mundial diário desse recurso permaneça o mesmo. A partir dos dados da tabela, determine o ano em que as reservas de petróleo mundiais poderão se esgotar (considere que todos os anos terão 365 dias).
- Com base em sua resposta para o item **d**, analise a dependência mundial em relação aos combustíveis fósseis, especialmente o petróleo. Sua análise deve incluir questões ambientais, políticas e econômicas. Se necessário, realize uma pesquisa a respeito do assunto.
- Com base em sua resposta para o item **e**, discuta com seus colegas a respeito da importância dos investimentos em fontes energéticas alternativas. Em seu caderno, registre os principais tópicos da discussão.

**2.** Leia o texto a seguir.

[...]

Durante anos, o carvão foi vital para a China: é sua principal fonte de energia, tanto que o país responde por cerca de metade do consumo mundial. Junto com o aço, emprega cerca de 12 milhões de pessoas. Mas também está na raiz de muitos de seus problemas: é a causa de 70% de sua poluição mais perigosa [...] e de 80% de suas emissões de dióxido de carbono.

Mas, pelo terceiro ano consecutivo, a China reduziu seu consumo desse mineral. A redução foi de 2,9% em 2014, 3,7% em 2015, e 4,7% em 2016, conforme anunciou na semana passada o Departamento Nacional de Estatísticas [...]

[...]

[...] a redução da capacidade e o fechamento de minas implicam na perda de dezenas de milhares de empregos [...]. Na quarta-feira, o ministro do Emprego, Yin Weimin, previu a perda de meio milhão de postos de trabalho nos setores de aço e carvão neste ano.

[...]

LIY, Macarena V. China reduz seu consumo de carvão pelo terceiro ano consecutivo. **El País**, Pequim, 8 mar. 2017. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2017/03/04/internacional/1488631238\\_086175.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2017/03/04/internacional/1488631238_086175.html). Acesso em: 17 ago. 2020.



JIE ZHAO/GETTY IMAGES

» Trabalhadoras em uma fábrica de carvão (Província de Anhui, China, 2015).

Considere as informações do texto e seus conhecimentos para responder às questões que seguem.

- Qual a principal fonte energética da China? Classifique-a em renovável e não renovável.
  - Explique o processo de formação e de obtenção dessa fonte de energia.
  - O texto cita uma vantagem ou uma desvantagem associada ao uso dessa fonte energética? Explique sua resposta.
  - Entre os anos de 2014 e 2016, o uso dessa fonte energética pela China aumentou ou reduziu? Indique os valores apontados no texto.
  - Analise as questões ambientais, sociais, políticas e econômicas associadas ao uso dessa fonte energética pelos países ao redor do mundo, considerando como exemplo as informações apresentadas a respeito da China. Se necessário, realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.
- 3.** O isolamento social recomendado como medida de contenção da disseminação do coronavírus durante a pandemia da covid-19, em 2020, resultou em mudanças no setor energético, sobretudo relacionadas ao consumo do gás natural. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), a previsão é que o consumo mundial de gás natural neste ano tenha queda histórica, devido ao fechamento temporário das empresas e do comércio, associado às temperaturas mais amenas do inverno (fazendo com que as pessoas utilizem menos seus aquecedores elétricos, por exemplo).
- Explique como ocorre a formação e a obtenção do gás natural.
  - A redução do consumo de gás natural durante a pandemia traz impactos positivos ao ambiente e impactos negativos à economia. Forme um grupo com seus colegas e avaliem essas questões. Se necessário, realizem uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.

# Fontes de energia renováveis

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Diga aos estudantes que, na refração, os raios sofrerem desvios ao passar do ar, atravessar o plástico transparente e entrar na água.

Em 2002, Alfredo Moser, um mecânico brasileiro, criou uma lâmpada que ficou conhecida por lâmpada de Moser, feita com uma garrafa PET preenchida por água e um pouco de cloro, para evitar a proliferação de microrganismos, que é encaixada no telhado e devidamente vedada. Ao incidir sobre a garrafa com água, os raios solares sofrem refração para o interior da garrafa e são refletidos de maneira intensa em todo o seu interior.

A ideia de Moser surgiu no período dos apagões enfrentados no Brasil, quando foi mantido apenas o abastecimento elétrico de fábricas e indústrias. Sua ideia inovadora se espalhou rapidamente pelos moradores do bairro em que vivia e por comércios locais.

As lâmpadas de Moser são eficientes durante o dia e equivalem a lâmpadas com potência de 60 W em dias nublados. Elas ganharam tanto reconhecimento que passaram a ser utilizadas em diversos países, como as Filipinas, Índia, Bangladesh, Argentina e Tanzânia, auxiliando comunidades que não possuem acesso à energia elétrica ou contribuindo para a economia do consumo elétrico.

A lâmpada de Moser é um exemplo de ideia simples que contribuiu para iluminar vários locais sem eletricidade, utilizando o Sol como fonte de energia.

As **fontes de energia renováveis** são aquelas que contam com recursos não esgotáveis. Além do Sol, são exemplos: a água, o vento, a biomassa e a temperatura interna da Terra. Neste tema, estudaremos cada uma delas.

**1** Qual a fonte de energia utilizada para o funcionamento da lâmpada de Moser? É possível dizer que ela é uma fonte de energia limpa, isto é, que não emite gases poluentes?

**2** Quais os benefícios sociais trazidos pela lâmpada de Moser? converse com seus colegas.

Não escreva no livro

» Lâmpada de Moser, em telhado residencial (Tianguá, CE, 2018).

# Água

O movimento da água é considerado uma fonte de energia, denominado **energia hídrica**. Comumente, o movimento da água é utilizado para a produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas. Nessas usinas, a água em movimento gira as turbinas, acionando os geradores que produzem a energia elétrica.

A utilização do movimento da água como fonte energética depende do nível dos rios estar alto, o que está diretamente relacionado ao regime de chuvas da região em que se encontra. Como o regime de chuvas pode ser variável ao longo do ano, o nível dos rios pode oscilar e o abastecimento de energia pode ficar prejudicado.



» No rio São Francisco, está instalada a usina hidrelétrica de Xingó (entre os municípios de Piranhas, AL, e Canindé de São Francisco, SE).

Na natureza, o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera, associado às mudanças de estado físico da água, é conhecido como ciclo hidrológico. Esse ciclo torna a água uma fonte energética inesgotável.

A energia hídrica não emite gases poluentes, contudo a construção e o funcionamento das usinas hidrelétricas podem provocar impactos sociais e ambientais de grandes proporções.

Isso porque, para a instalação das usinas, de modo geral, é necessário que sejam construídas barragens ao longo do curso dos rios,

para que a água seja represada em um grande reservatório, impedindo a comunicação íntegra dos dois lados do rio, o que pode prejudicar a reprodução de algumas espécies de peixes que precisam desovar rio acima. Como uma extensa área é alagada, a vegetação local fica submersa e os animais têm de deixar o seu habitat natural, além de obrigar as comunidades do entorno a abandonar suas residências.



» Vista aérea da usina hidrelétrica de Itaipu em dois momentos: à esquerda, durante sua construção, em 1982, e à direita, em 2009. Observe o fluxo natural do rio, à esquerda, e o grande reservatório formado pela barragem, à direita (Foz do Iguaçu, PR).

# Sol

A radiação solar é considerada uma fonte de energia, que pode ser aproveitada na forma de luz (energia luminosa) e de calor (energia térmica). Como o Sol é uma estrela com vida estimada em bilhões de anos, a energia solar pode ser considerada um recurso renovável.

A **energia luminosa** é importante para a fotossíntese, processo realizado por plantas, por algas e por algumas bactérias. Na fotossíntese, moléculas de gás carbônico e de água são convertidas em moléculas de gás oxigênio e de glicose, na presença de luz.

Além disso, a energia luminosa também pode ser utilizada na geração de energia elétrica, por meio de painéis fotovoltaicos. Estes podem ser instalados em usinas que irão distribuir a energia elétrica produzida a outros consumidores ou em pequenas áreas, como o telhado das residências, que podem utilizar a energia elétrica produzida, sem distribuí-la a outros locais.



A **energia térmica**, por sua vez, é responsável pelo aquecimento do planeta e, juntamente ao efeito estufa, mantém a Terra com temperatura adequada para a manutenção da vida. Esta forma de energia também pode ser aproveitada por aquecedores solares para o aquecimento da água.

O uso da energia solar como fonte energética depende das condições climáticas que variam diariamente. Em dias ensolarados, por exemplo, a intensidade luminosa é maior do que em dias nublados, por isso seu uso como única fonte de energia nem sempre é recomendado. Além disso, a implantação de um sistema de captação solar exige altos investimentos, o que pode inviabilizar a sua utilização.

» Painéis fotovoltaicos instalados no telhado de uma residência.

# Vento

Chamamos de **energia eólica** a energia contida nas massas de ar em movimento (vento). Ela é utilizada para a produção de energia elétrica em usinas eólicas ou em cataventos para trabalhos mecânicos, como bombeamento de água. Nas usinas eólicas, o vento provoca a rotação de hélices, que acionam geradores elétricos, produzindo energia elétrica.

FOTOGRAFIA POR ALANMEZZOMO/GETTY IMAGES



- » Os geradores elétricos que transformam energia eólica (cinética) em energia mecânica e, posteriormente, energia elétrica são denominados aerogeradores (Osório, RS).

O uso da energia eólica como fonte energética depende da ocorrência de ventos. Assim, os parques eólicos são construídos em regiões que tenham vento ao longo do ano. Os ventos se formam a partir da diferença de pressão e de temperatura existentes entre as correntes de ar e seu uso não compromete sua reposição no ambiente, por isso são considerados fonte de energia renovável.

A construção de parques eólicos tem que ser feita em locais específicos, longe dos centros urbanos, devido aos ruídos produzidos durante seu funcionamento. Apesar de não emitirem gases poluentes, os parques eólicos podem prejudicar a biodiversidade ao comprometer a migração de algumas espécies de aves.

**3**

Como o vento se forma? Quais regiões do Brasil possuem maior potencial eólico? Forme um grupo com seus colegas e faça uma pesquisa na internet para responder a estas questões, apresentando os resultados para a sala. Os *links* a seguir, da ANEEL e da Fiocruz, são boas referências para pesquisa.

[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia\\_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf).

<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/ventos.htm>. Acessos em: 9 jul. 2020.

Não escreva no livro

# Biomassa

A biomassa é constituída por matéria orgânica, de origem animal e vegetal, utilizada na produção de energia. São exemplos a lenha, a madeira picada, a casca do arroz e o bagaço de cana.

A biomassa pode ser utilizada como fonte de energia nos processos químicos para a geração de energia elétrica em usinas termelétricas. Nessas usinas, o calor (energia térmica) produzido pela queima da biomassa provoca a vaporização de água que passa por uma tubulação específica. O vapor, então, promove o movimento de turbinas (energia mecânica), que acionam os geradores elétricos, produzindo energia elétrica. Ela também é utilizada na produção de biocombustíveis, como o etanol.



LENA WURM/SHUTTERSTOCK.COM

### Espaços de aprendizagem

Para saber mais sobre biocombustíveis, acesse o infográfico disponível no *link* a seguir.

Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/infograficos#BIO>.  
Acesso em: 30 maio 2020.

- » Termelétrica que funciona a partir da queima de biomassa (Alemanha).

Entre as vantagens relacionadas ao uso da biomassa como fonte energética está o reaproveitamento de resíduos de atividades agrícolas, provenientes da colheita de cultivos ou do corte de árvores. Além disso, seu uso emite menos gases poluentes, em comparação aos gases emitidos pelos combustíveis fósseis. Outra vantagem está relacionada a não dependência das condições climáticas.

## Temperatura interna da Terra

O calor proveniente do interior da Terra é considerado uma fonte de energia denominada **energia geotérmica**. Ela pode ser encontrada em locais próximos a regiões vulcânicas. Como a temperatura interna da Terra é uma condição que não se esgota com seu uso como fonte energética ela é considerada uma fonte energia renovável.

- » Usina geotérmica (Nesjavellir, Islândia, 2017).



MARK GODDEN/SHUTTERSTOCK.COM

A energia geotérmica é utilizada para a geração de energia elétrica por usinas geotérmicas. Nessas usinas, o calor (energia térmica) proveniente do interior da Terra aquece a água que infiltra no solo, transformando-a em vapor de alta pressão. O movimento do vapor (energia cinética) é captado pelas usinas e transformado em energia elétrica.

Entre as vantagens do uso da energia geotérmica estão a não emissão de gases poluentes na atmosfera e a não dependência das condições climáticas. Contudo, ela necessita de investimentos altos para funcionar, além de operar em locais restritos da superfície terrestre, que devem ser distantes dos centros urbanos.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

**1.** Os aquecedores solares são aparelhos instalados nas residências que possibilitam o aquecimento da água utilizada, sobretudo, no chuveiro e na cozinha. Para tanto, eles são constituídos de placas coletoras do calor proveniente da radiação solar que é transferido para água armazenada em um reservatório. A água do reservatório é aquecida e distribuída pelos cômodos da residência.

**a)** Qual a fonte de energia utilizada para o aquecimento da água no sistema mencionado no enunciado?

**b)** Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao uso dessa fonte de energia?

**c)** Antes de realizar a instalação de aquecedores solares existem alguns aspectos que precisam ser analisados pelo consumidor, como a localização da residência. Para tanto, ele pode consultar um engenheiro elétrico, que poderá auxiliar nessa decisão.

Imagine que você seja o engenheiro consultado por uma pessoa que deseja instalar um aquecedor solar em sua residência. O que você levaria em consideração para avaliar a viabilidade de instalação do equipamento? Justifique sua resposta. Se necessário, realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis para responder a essa questão.

**2.** Em uma entrevista a um programa da rádio da Universidade de São Paulo (USP), o biólogo e professor Ângelo Antônio Agostinho fez a seguinte afirmação a respeito do uso da energia hídrica em usinas hidrelétricas:

[...]

“Apesar de ser uma fonte de energia renovável, a energia hidrelétrica não está livre de impactos ambientais e sociais, portanto não podemos considerar a produção de energia hidrelétrica como sendo uma fonte totalmente limpa” [...]

TALAMONE, R. O impacto das hidrelétricas no “Ambiente É o Meio”. *Jornal da USP*, 15 fev. 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/radioagencia-usp/o-impacto-das-hidreletricas-no-ambiente-e-o-meio/>. Acesso em: 8 jul. 2020.

**a)** Você concorda com a afirmação do professor? Justifique sua resposta.

**b)** Forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa a respeito de uma usina hidrelétrica brasileira e seus impactos sociais, ambientais e econômicos. Elaborem uma apresentação de *slides* a partir dos resultados de sua pesquisa e a apresentem à turma.

**3.** Uma pesquisa realizada por um grupo de pesquisadores brasileiros estuda a possibilidade de ampliar a produção de um biocombustível a partir do óleo vegetal produzido por algas encontradas em corpos de água doce. De acordo com o grupo, esse biocombustível é mais vantajoso que aqueles produzidos a partir de oleaginosas, como a soja e a canola. No caso, além das algas disponibilizarem uma quantidade de matéria-prima maior (o óleo vegetal), elas podem ser cultivadas em áreas desmatadas – diferentemente das oleaginosas, cuja produção, muitas vezes, necessita da desocupação de áreas de florestas.

Quais as vantagens dos biocombustíveis, de modo geral, em comparação aos combustíveis derivados do petróleo?

**4.** Analise a fotografia a seguir.



**a)** Qual a fonte de energia que está sendo aproveitada para a geração de energia elétrica na situação apresentada na imagem? Explique por que ela pode ser considerada uma fonte de energia renovável.

**b)** Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao uso dessa fonte energética?

# Matrizes energéticas e elétricas

A produção da energia elétrica em larga escala, para uso residencial e comercial, só foi possível na segunda metade do século XIX. Antes disso, a iluminação pública das cidades dependia de lampiões que utilizavam óleo vegetal e óleo animal como combustíveis. Uma das principais fontes de obtenção de óleo animal da época eram as baleias, por apresentarem grandes reservas de gordura, tendo sido esse um dos motivos pelos quais elas foram extensivamente caçadas no passado.

A energia elétrica trouxe grandes mudanças no cenário mundial, incluindo o modo de vida das pessoas, e para o setor energético. No primeiro caso, houve um aumento na eficiência da iluminação pública, permitindo que as pessoas ampliassem suas atividades noturnas, voltadas ao trabalho ou ao lazer. Além disso, novas profissões surgiram, enquanto outras foram extintas, como a dos acendedores de lampiões de ruas. No segundo caso, houve uma alteração das fontes energéticas utilizadas pelos países, isto é, houve uma mudança em suas matrizes energéticas.

Os países passaram a usar os combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica, devido à sua alta eficiência energética, prática que perdura até os dias de hoje, uma vez que essas fontes continuam sendo amplamente utilizadas. Contudo, nos últimos anos, a preocupação ambiental, somada à possibilidade de esgotamento desses recursos, tem incentivado diversos líderes políticos a investir em fontes menos poluentes.

A escolha das fontes de energia mais adequadas à realidade local está relacionada a uma série de fatores. Neste tema, estudaremos quais são eles, bem como as principais fontes energéticas utilizadas no Brasil e no mundo.

» Os acendedores de lampião eram responsáveis por acender os lampiões das ruas, ao fim das tardes.



PE3/SHUTTERSTOCK.COM

- 1 A energia elétrica trouxe diversas mudanças para modo de vida das pessoas. Quais foram elas?
- 2 Com o advento da energia elétrica, houve uma mudança nas matrizes energéticas dos países ao redor do mundo. O que são matrizes energéticas? converse com seus colegas a respeito do assunto.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

# Utilização das fontes de energia no mundo

A escolha das fontes energéticas é influenciada pelas características geográficas, as condições ambientais, a necessidade energética e os recursos financeiros de cada país.

Como exemplo, vamos considerar o uso da energia solar.

A energia solar pode ser bem aproveitada em locais com alta intensidade luminosa e pouca variação de incidência solar, como nas regiões localizadas entre os trópicos do planeta. Nesse sentido, o uso da energia solar pode ser influenciado pela latitude.

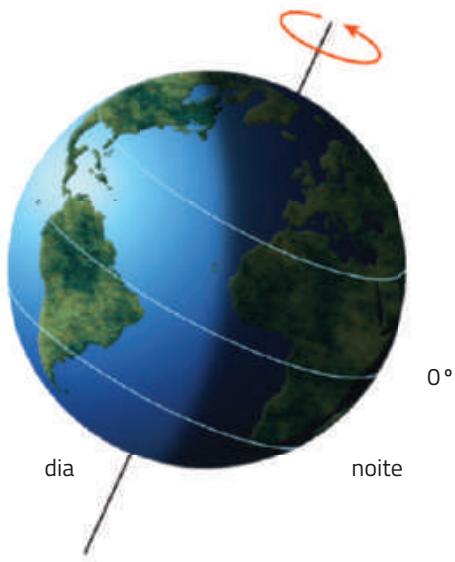
## Saiba mais

A **latitude** é uma coordenada geográfica que divide o planeta em linhas horizontais imaginárias. Essas linhas são medidas a partir da linha do equador ( $0^{\circ}$ ) e vão em direção aos polos (podendo atingir marcação máxima de  $90^{\circ}$ ).



» Em dias nublados, o aproveitamento da energia solar é baixo em decorrência da baixa intensidade luminosa.

SELMA CAPARROZ



Entretanto, apenas a localização geográfica do país não basta para o aproveitamento da energia solar. Seu uso também depende das condições climáticas, como o regime de chuvas anual.

Outro fator que influencia na escolha da fonte de energia é a necessidade energética de cada país. De modo geral, países mais populosos precisam produzir maior quantidade de energia. No exemplo considerado, é preciso estimar quantas usinas solares seriam necessárias para suprir a demanda energética do país.

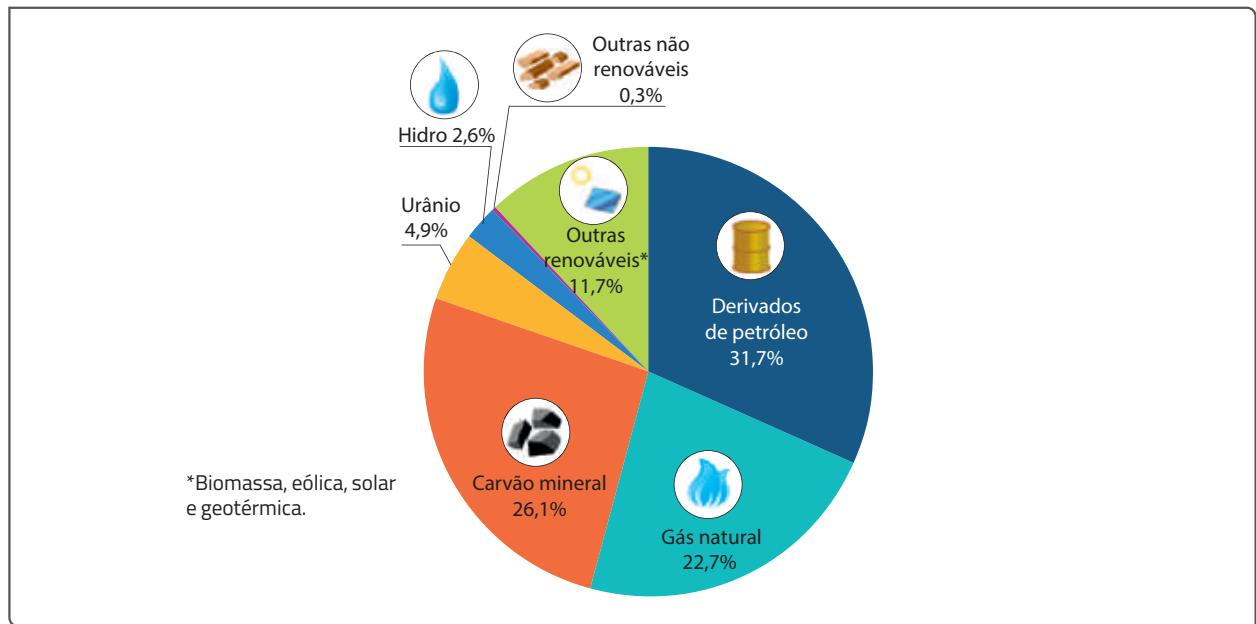
Por fim, os recursos financeiros dos quais o país dispõe também configuram papel importante na escolha das fontes de energia, uma vez que é preciso investir na construção e na manutenção das usinas. No caso das usinas solares, os investimentos seriam destinados, por exemplo, à compra e à manutenção dos painéis fotovoltaicos, ao pagamento dos funcionários, entre outros. Além disso, os recursos financeiros possibilitam a compra de fontes de energia comercializáveis, como o petróleo.

## Matriz energética

O conjunto de fontes disponíveis para serem utilizadas em uma região é denominado **matriz energética**. Isso significa que a matriz energética está relacionada às fontes de energia destinadas tanto à produção de energia elétrica quanto à realização de outras atividades, como o funcionamento de veículos, processos industriais, produção e preparo de alimentos etc.

O gráfico a seguir apresenta a **matriz energética mundial** no ano de 2018.

### » Matriz energética mundial em 2018



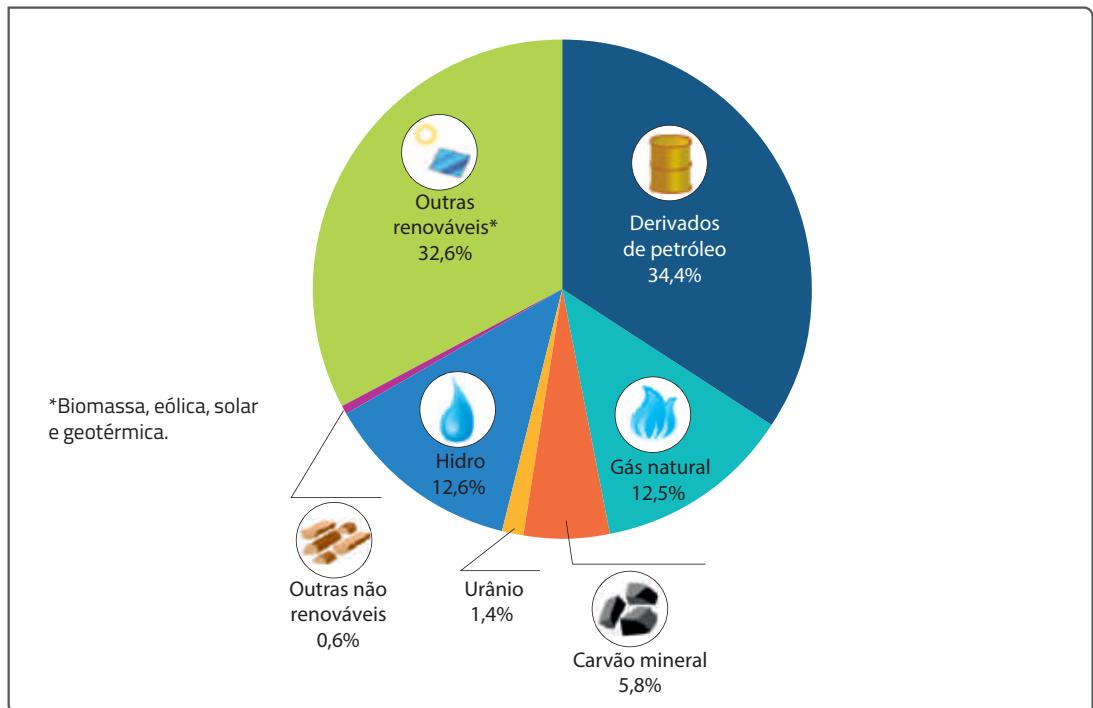
Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed2633-e412-d064-6ae1-eeefac950168b>. Acesso em: 30 maio 2020.

Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 85,7% das fontes de energia utilizadas no mundo são não renováveis. Isso nos mostra que o conjunto de fatores anteriormente apresentados, como as características geográficas, as condições ambientais, a necessidade energética e os recursos financeiros disponíveis nos diversos países do mundo, favorecem o uso prioritário de fontes de energia não renováveis.

Como a matriz energética mundial representa uma média entre as matrizes energéticas dos países, ao analisarmos a matriz específica de cada um, esses percentuais podem alterar muito. Por exemplo, a título de comparação, vamos considerar a matriz energética brasileira determinada no mesmo ano.

O gráfico a seguir apresenta a **matriz energética brasileira** determinada no ano de 2018.

### » Matriz energética brasileira em 2018



Fonte dos dados: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed2633-e412-d064-6ae1-eefac950168b>. Acesso em: 30 maio 2020.

Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 54,7% das fontes de energia utilizadas pelo Brasil são não renováveis: petróleo (34,4%), gás natural (12,5%), carvão mineral (5,8%), urânio (1,4%) e outras (0,6%). Dos 45,3% de fontes de energia renováveis, 12,6% correspondem à energia hídrica.

Apesar de as fontes não renováveis ainda serem utilizadas em maior proporção, a matriz energética do Brasil é bem diferente da matriz energética mundial. Pouco menos da metade das fontes energéticas utilizadas no Brasil provém de recursos renováveis, como a biomassa e a energia hídrica.

Em nosso país, existe um grande investimento no uso da biomassa, sobretudo para a geração de biocombustíveis, como o etanol, que é utilizado como combustível por grande parte dos veículos. Isso pode ser justificado pela grande disponibilidade de terras para plantio, além das condições climáticas favoráveis para essa atividade, como a temperatura e a ocorrência de chuvas. Entre as vantagens associadas ao uso da biomassa, estão: o baixo custo; a facilidade em armazená-la e transportá-la; a possibilidade de reaproveitamento de resíduos; e a emissão de menos gases poluentes, em comparação com os combustíveis de origem fóssil.

No Brasil, a energia hídrica também é bastante utilizada devido à existência de muitos rios com potencial para tal.

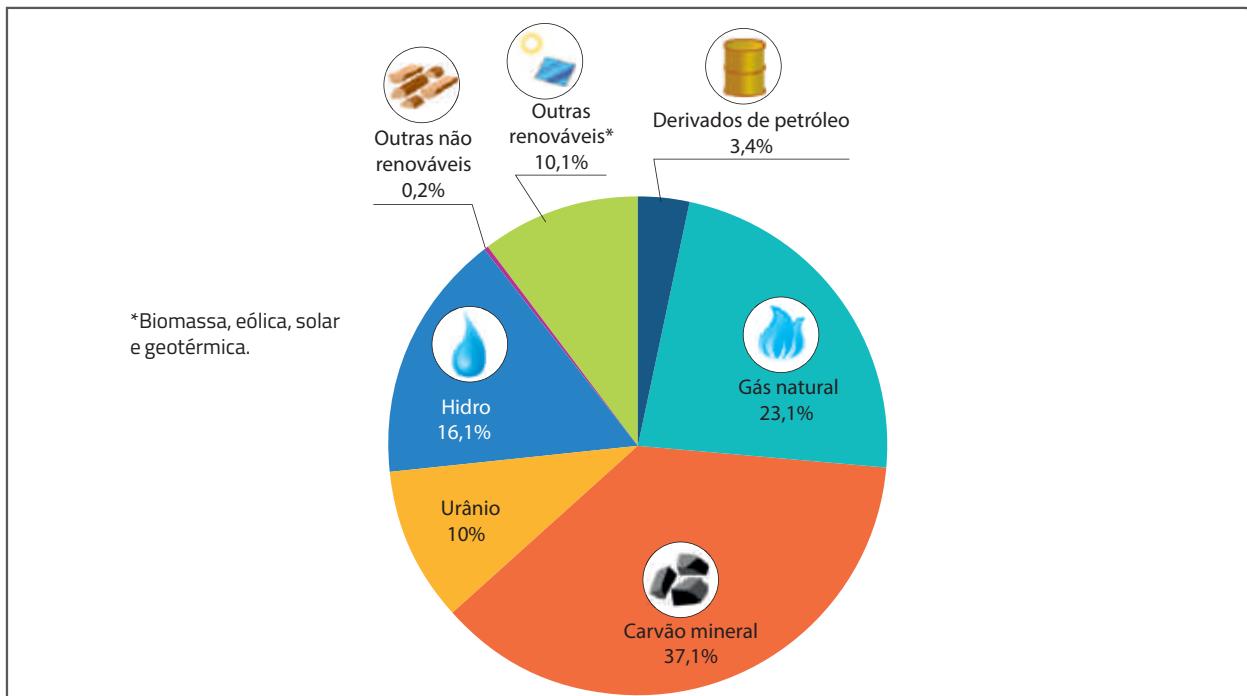
# Matriz elétrica

O conjunto de fontes de energia disponíveis para serem utilizadas apenas para a geração de energia elétrica em uma região, em um país ou no mundo, é denominada **matriz elétrica**. Isso significa que as fontes de energia destinadas a outras atividades, além do setor elétrico, não são consideradas.

A matriz elétrica dos países refletiu em importantes mudanças na matriz energética, visto que após a Revolução Industrial, a energia elétrica passou a ser amplamente utilizada nas atividades econômicas do mundo, além do nosso cotidiano.

O gráfico a seguir apresenta a **matriz elétrica mundial** determinada no ano de 2018.

## » Matriz elétrica mundial em 2018



Fonte dos dados: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed2633-e412-d064-6ae1-eefac950168b>. Acesso em: 30 maio 2020.

Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 73,8% das fontes de energia utilizadas no mundo para a geração de energia elétrica são não renováveis, representadas pelo carvão mineral (37,1%), pelo gás natural (23,1%), pelo urânio (10%), pelos derivados do petróleo (3,4%) e outras (0,2%). Apenas 26,2% das fontes de energia utilizadas mundialmente para a geração de energia elétrica são renováveis, compreendidas pela energia hídrica (16,1%) e por outras fontes renováveis (10,1%), como biomassa, energia eólica, energia solar e energia geotérmica.

Podemos concluir que, atualmente, o suprimento de energia elétrica mundial é muito dependente de usinas termelétricas, que utilizam como recursos o carvão mineral, o gás natural, os derivados de petróleo, combustíveis de origem fóssil, e a biomassa, um biocombustível. Isso pode ser explicado pelo fato de que, em muitos países, as características geográficas e as condições ambientais não favorecem o uso de outras fontes energéticas para a geração de energia elétrica.

## Saiba mais

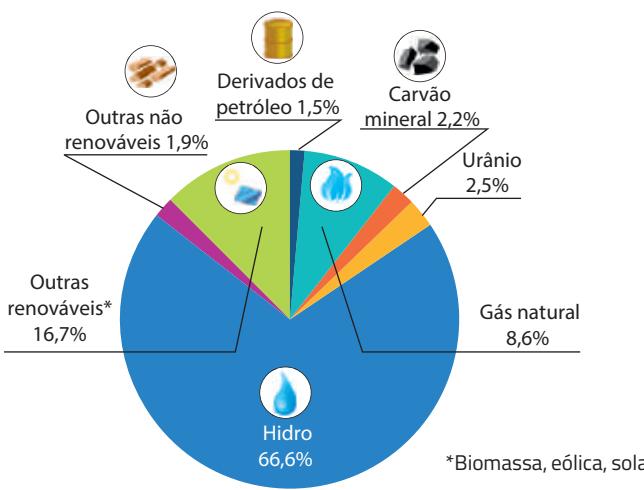
A **Revolução Industrial** significou grandes mudanças sociais, econômicas e ambientais na Europa. Ela pode ser dividida em períodos, cada qual com grandes inovações tecnológicas que foram amplamente difundidas no mundo. Foi na segunda Revolução Industrial, ocorrida por volta de 1850 a 1960, que a energia elétrica passou a ser utilizada no comércio e nos domicílios.

Em média, as usinas hidrelétricas e termonucleares também representam uma pequena parcela significativa do suprimento elétrico do mundo – claro que de forma não tão expressiva quanto as termelétricas.

Como a matriz elétrica mundial representa uma média entre as matrizes elétricas dos países, é possível que esses percentuais alterem, ao analisarmos a matriz específica de cada um. Assim como feito anteriormente, a título de comparação, vamos considerar a **matriz elétrica brasileira** determinada no mesmo ano, em 2018.

### » Matriz elétrica brasileira em 2018

Fonte dos dados: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira++edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed533-e412-d064-6ae1-eefac950168b>. Acesso em: 30 maio 2020.



\*Biomassa, eólica, solar e geotérmica.

SONIA VAZ

Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 83,3% das fontes de energia utilizadas no Brasil para a geração de energia elétrica são renováveis, representadas pela energia hídrica (66,6%) e por outras fontes renováveis (16,7%), como biomassa, energia eólica, energia solar e energia geotérmica. Apenas 16,7% das fontes de energia utilizadas no Brasil para a geração de energia elétrica são não renováveis, representadas pelo gás natural (8,6%), pelo urânio (2,5%), pelo carvão mineral (2,2%), por outras fontes não renováveis (1,9%) e pelos derivados do petróleo (1,5%).

A matriz elétrica brasileira, diferentemente da de muitos outros países, tem destaque no cenário mundial por ser majoritariamente constituída por fontes renováveis. No caso, a fonte mais significativa é a energia hídrica, da qual diversas hidrelétricas fazem uso para o suprimento elétrico do país. Entre as bacias hidrográficas exploradas para o uso da energia hídrica, estão a bacia hidrográfica do rio Amazonas e do rio Paraná. Na bacia do rio Paraná, por exemplo, está instalada a usina hidrelétrica de Itaipu, uma das maiores do mundo, em termos de capacidade energética.

As perspectivas futuras englobam investimentos no uso da energia eólica e da energia solar, que, segundo o previsto pelo Ministério de Minas e Energia, se tornarão mais significativas até o ano de 2029.

DRONE PHOTOS VIDEOS SHUTTERSTOCK.COM

» Usina de Itaipu, localizada na bacia do rio Paraná (Foz do Iguaçu, PR).

## Investimento em fontes energéticas alternativas

Como é possível perceber analisando as matrizes energética e elétrica, ainda existe uma grande dependência do mundo em relação às fontes de energia não renováveis, sobretudo daqueles de origem fóssil, como os derivados do petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Como vimos, o uso dessas fontes ocasiona impactos ambientais, visto que, ao serem queimadas, emitem gases poluentes na atmosfera, entre eles gases de efeito estufa.

Para minimizar os impactos ambientais ocasionados pelo uso dessas fontes, é importante que os países invistam em fontes energéticas alternativas, que sejam menos poluentes, como as energias solar, eólica e geotérmica. Além dessas que já estudamos, muitos países têm utilizado o biogás como fonte de energia alternativa, e outros têm estudado o potencial do hidrogênio e do movimento das ondas dos mares e oceanos para tal.

O **biogás** comprehende uma mistura gasosa, produzida pela decomposição de matéria orgânica. Muitos países têm utilizado o biogás para a geração de energia elétrica, devido à sua eficiência energética e aos seus benefícios ambientais associados ao reaproveitamento de resíduos orgânicos, como cascas de frutas e restos de alimentos, e resíduos do tratamento de esgoto, como o lodo de esgoto.

Nas usinas de biogás, esses resíduos são reunidos em tanques chamados biodigestores. Em seu interior, as bactérias presentes no lodo de esgoto atuam promovendo a decomposição da matéria orgânica, produzindo o biogás. O biogás, então, é armazenado para, posteriormente, ser destinado à geração de energia elétrica.

O uso do biogás como fonte energética ocorre há anos entre diversos países do mundo. No Brasil, as primeiras usinas de biogás foram instaladas no ano de 2019.

O **hidrogênio** tem sido estudado para ser utilizado como fonte energética alternativa. Contudo, como esse elemento químico não é encontrado na natureza de forma livre (normalmente está associado a outros elementos), ele precisa ser produzido por algum processo para ser obtido.

Atualmente, a produção de hidrogênio tem sido realizada a partir de diversos processos que envolvem outras fontes energéticas primárias, como a biomassa e as energias nuclear, eólica e solar. Esses processos envolvem diversas tecnologias capazes de produzir hidrogênio, que pode ser utilizado como fonte energética, sobretudo para a geração de energia elétrica.

Recentemente, tem-se estudado a possibilidade de utilizar o hidrogênio para a geração de energia elétrica em motores de veículos elétricos específicos. Entre as vantagens apresentadas por esses veículos, estão a alta eficiência dos motores movidos a hidrogênio e as emissões locais de gases poluentes praticamente nulas. Entre as desvantagens estão o alto custo dos veículos, o que dificultaria sua comercialização.

SHDROHNNFLY/SHUTTERSTOCK.COM

» Biodigestor.



O **movimento da água dos mares e dos oceanos**, como ondas, marés e correntes marítimas, é denominado **energia oceânica**. Nos últimos anos, a energia oceânica tem sido explorada como fonte energética alternativa. Existem alguns equipamentos específicos capazes de transformar a energia mecânica do movimento da água de mares e de oceanos em energia elétrica.



RENATA MELLO/PULSAR IMAGENS

Contudo, o aproveitamento dessa fonte de energia ainda está em fase de estudo. Há poucas usinas no mundo que utilizam a energia oceânica para a geração de energia elétrica. No Brasil, a primeira usina de ondas foi testada no Ceará. As operações do projeto foram iniciadas no ano de 2012, com o intuito de iniciar seu funcionamento em 2020. Contudo, as atividades da usina ainda estão sob estudos.

» Usina que utiliza a energia das marés para a geração de energia elétrica (São Gonçalo do Amarante, CE, 2012).

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. A Organização para a Cooperação do Desenvolvimento Econômico (OCDE) é uma organização internacional voltada para maximizar o desenvolvimento econômico dos cerca de 30 países membros, entre eles, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Nova Zelândia. Um de seus objetivos é o estabelecimento de padrões e de princípios para a condução responsável do setor econômico dos países.

Analise a tabela ao lado que apresenta os dados da matriz energética da OCDE entre os anos de 1973 e de 2018.

Matriz energética OCDE		
Fonte	1973 (%)	2018 (%)
Petróleo	52,6	35,4
Gás natural	18,9	27,6
Carvão mineral	22,6	16,6
Urânio	1,3	9,3
Hídrica	2,1	2,2
Outras não renováveis	0	0,4
Outras renováveis*	2,5	8,4

\*Biomassa, eólica, solar e geotérmica

- a) Em 1973, a matriz energética da OCDE era composta majoritariamente por fontes renováveis ou por fontes não renováveis? E em 2018?
- b) Qual fonte de energia da matriz energética da OCDE teve maior alteração entre os anos de 1973 e 2018?
- c) É possível dizer que, desde 1973, a OCDE tem investido em fontes renováveis de energia? Justifique sua resposta.
- d) É possível afirmar que a OCDE ainda tem uma grande dependência de fontes não renováveis de energia? Analise as questões socioambientais, políticas e econômicas associadas a esse cenário. Se necessário, realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.
- e) A Islândia é um dos países participantes da OCDE. Nos últimos anos, ela tem investido no uso do hidrogênio como fonte energética alternativa. Qual a importância de se investir em fontes energéticas alternativas, assim como tem sido feito pela Islândia?

- 2.** Considere que você participe de uma equipe de profissionais que irá investigar as melhores possibilidades energéticas para uma região. Veja as características da região estudada.
- Apresenta muitas reservas de carvão mineral;
  - Não apresenta reservas de petróleo e de gás natural;
  - Alta incidência solar ao longo do ano;
  - Verão chuvoso e inverno seco;
  - Baixa ocorrência de ventos;
  - Bacia hidrográfica com rios extensos e de grande volume de água;
  - Clima propício ao plantio de oleaginosas.
- a)** Elabore uma matriz energética para a região.
- b)** Avalie as possibilidades energéticas para a geração de energia elétrica na região, considerando suas características ambientais, a disponibilidade de recursos e sua eficiência energética, além dos impactos socioambientais associados ao uso deles. Registre sua avaliação no caderno.
- c)** A partir de sua resposta ao item **b**, elabore uma matriz elétrica para a região, tendo como objetivo reduzir os impactos socioambientais.
- d)** Considere que a região queira explorar o uso do biogás para a geração de energia elétrica. Essa seria uma possibilidade viável? Explique sua resposta.

**3.** Leia o trecho retirado de uma reportagem a seguir.

O Brasil, atualmente, tem 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis [...]. A participação é liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida de eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%).

[...] é fundamental utilizar todo o potencial de fontes renováveis disponíveis, não só pelo aspecto tecnológico e ambientalmente sustentável, mas principalmente pelas questões socioeconômicas, com a geração de emprego e renda para a nossa população.

[...]

O diretor-geral da Aneel, André Pepitone, [...]

[...] ressaltou a participação da energia solar, que está crescendo bastante e já aparece nos indicadores de geração do País, e da eólica. “O maior potencial de crescimento é eólico, sobretudo na região nordeste, e a solar, contribuindo com a geração de energia. [...]” explicou.

[...]

FONTES de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira. **Governo do Brasil**. Brasília, DF, 28 jan.

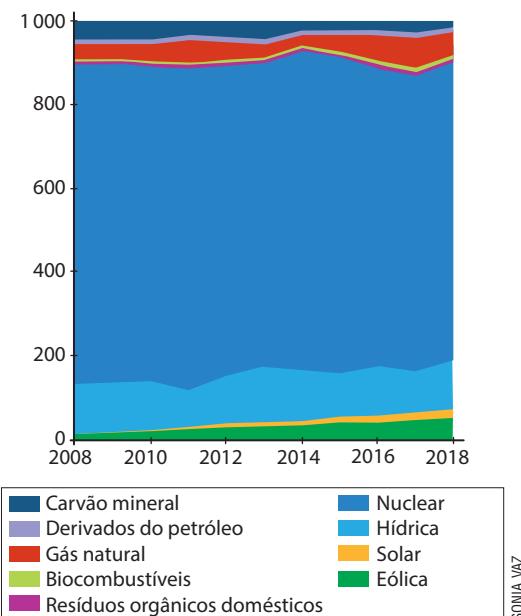
2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>.

Acesso em: 8 jul. 2020.

- a)** O que é informado na reportagem?
- b)** Quais as fontes de energia renovável exploradas pelo Brasil? Indique o percentual que representam a matriz elétrica brasileira, citado na reportagem.
- c)** Quais fontes energéticas têm recebido maior investimento do Brasil, recentemente?
- d)** É possível afirmar que o setor elétrico brasileiro é menos poluente do que o setor elétrico mundial, de modo geral? Justifique sua resposta.

**4.** O gráfico a seguir apresenta a matriz elétrica da França, entre os anos de 2008 e 2018.

» **Matriz elétrica da França (2008 a 2018)**



Fonte: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA  
(INTERNATIONAL ENERGY AGENCY).

Disponível em: <https://www.iea.org/countries/france>.

Acesso em: 8 jul. 2020.

- a)** Entre os anos de 2008 e 2018, a matriz elétrica da França foi constituída majoritariamente por fontes renováveis ou fontes não renováveis?
- b)** Entre os anos de 2008 e 2018, qual foi a fonte de energia mais utilizada para a geração de energia elétrica? Cite vantagens e desvantagens associadas ao uso dessa fonte.
- c)** Entre os anos de 2008 e 2018, quais fontes energéticas receberam investimentos por parte da França?

# Geracão e distribuição de energia elétrica

Leia o texto a seguir.

O desenvolvimento econômico é naturalmente acompanhado do aumento da necessidade de oferta de serviços básicos. A demanda pelo fornecimento de energia elétrica, por exemplo, cresce para que seja possível o desenvolvimento de indústrias e cidades. Na atualidade, no entanto, exigências de práticas sustentáveis que estejam alinhadas com políticas públicas internacionais de proteção ao meio ambiente estimulam o governo a investir na geração a partir de fontes limpas e renováveis. Com potencial solar de destaque mundialmente, o Brasil tem caminhado a passos largos na produção fotovoltaica, com usinas que empregam a força que vem do sol para produzir energia renovável.

[...]

USINA solar é solução para geração de energia elétrica. **G1**, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://G1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/top-sun/top-sun-energia-solar/noticia/2019/06/24/usina-solar-e-solucao-para-geracao-de-energia-eletrica.ghml>. Acesso em: 18 ago. 2020.



LUCIANO QUEIROZ/SHUTTERSTOCK.COM

Usina solar  
localizada em  
Almiracema do  
Tocantins, TO,  
2019.

- O que é dito no texto?
- Como ocorre o funcionamento de uma usina solar? converse com seus colegas a respeito do assunto.
- Por que o Sol pode ser considerado uma fonte de energia renovável?

Não escreva no livro

As usinas elétricas são responsáveis por gerar energia elétrica abastecendo as residências, o comércio e as indústrias. Conforme as cidades se desenvolvem, a demanda por energia elétrica aumenta, tornando necessária a ampliação da capacidade de produção das usinas.

Normalmente, isso é feito a partir da construção de novas usinas elétricas. Como a construção e o funcionamento geram impactos sociais e ambientais, nos últimos anos, tem-se priorizado o investimento em usinas que utilizam fontes de energia menos poluentes, como as usinas solares, mencionadas na reportagem.

Neste tema, estudaremos como ocorre o funcionamento de uma usina solar, além de outros tipos de usinas elétricas. Também veremos como é feita a distribuição da energia elétrica para as residências.

# Produção e distribuição de energia elétrica

As usinas elétricas utilizam fontes de energia, renováveis ou não, para a geração de energia elétrica. De modo geral, cada tipo de usina é capaz de utilizar uma única fonte de energia. Independentemente da fonte, a transformação final de energia é quase sempre a mesma, visto que a energia mecânica, associada ao movimento de turbinas, é transformada em energia elétrica, nos geradores elétricos. Uma exceção seriam as usinas solares constituídas por placas fotovoltaicas, nas quais a energia solar é transformada diretamente em energia elétrica.

A energia elétrica é, então, transmitida aos usuários por meio de uma **rede de transmissão**, constituída por fios condutores, subestações, torres de transmissão e transformadores. O esquema a seguir representa uma rede de transmissão abastecida por uma usina hidrelétrica, que utiliza a energia hídrica como fonte energética.



A energia elétrica produzida por uma usina é conduzida por **fios condutores** a uma **subestação elevadora**, onde a tensão elétrica estabelecida nos fios é elevada. Isso permite que a energia elétrica seja transmitida por trajetos extensos.

Os fios condutores que saem da subestação elevadora recebem o suporte de **torres de transmissão**. Elas conduzem os fios elétricos até uma **subestação distribuidora** localizada próxima às cidades. Nessa subestação, a tensão elétrica é reduzida, para que a energia elétrica possa ser distribuída aos usuários finais.

Os fios elétricos que saem da subestação distribuidora são conduzidos por postes até os transformadores que, mais uma vez, reduzem a tensão elétrica para, normalmente, 127 volts (V) ou 220 volts (V) – valores adequados ao uso nas residências e no comércio. Os fios que saem dos transformadores são conduzidos até as residências, os comércios e as indústrias.

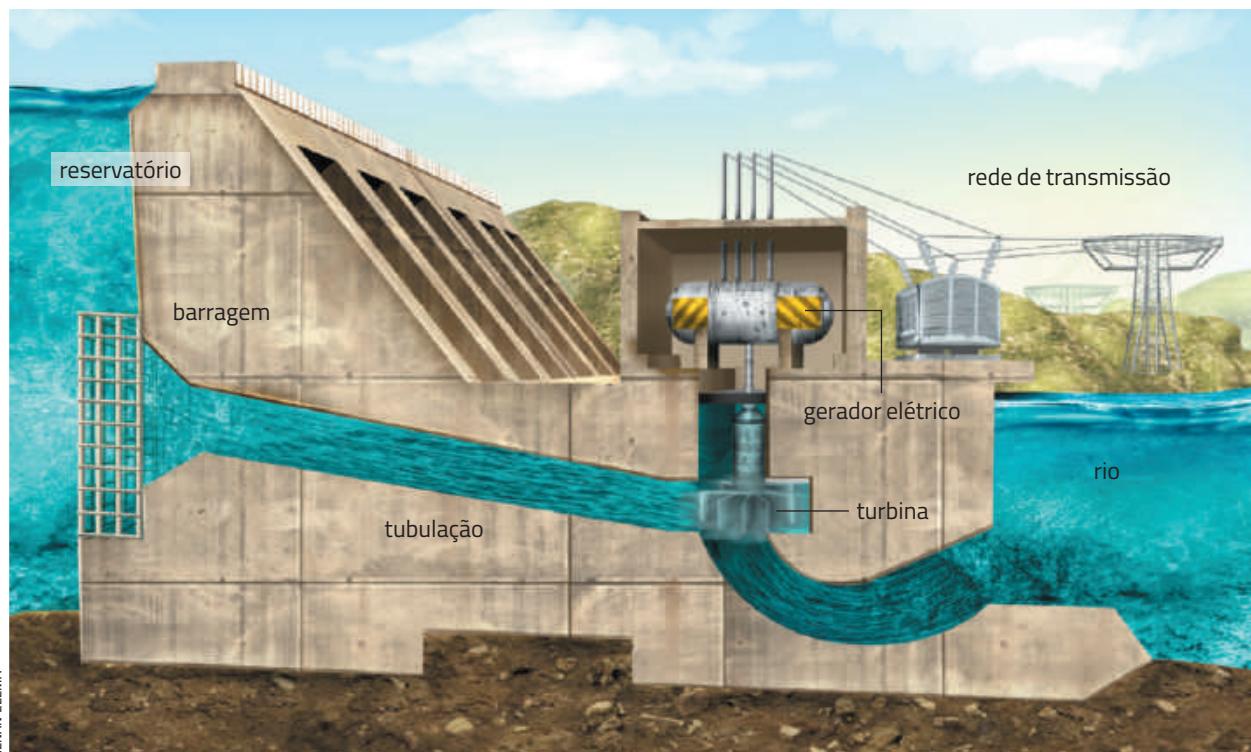
## Usina hidrelétrica

As usinas hidrelétricas utilizam a energia hídrica, relacionada ao movimento da água, para a geração de energia elétrica.

Para que uma usina hidrelétrica funcione é necessário que haja um grande **reservatório de água**. Para tanto, constrói-se uma **barragem** de concreto, que possibilita o represamento da água de um rio. A altura da coluna de água represada deve ser suficiente para que, ao escoar por tubulações, seja capaz de operar **turbinas**.

As hélices das turbinas giram com o movimento da água acionando **geradores elétricos**. Nos geradores, a energia mecânica é transformada em energia elétrica, que é distribuída aos usuários pela **rede de transmissão**. A água utilizada para o movimento das turbinas segue o fluxo do rio.

Veja o esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica.



» Representação da estrutura de uma usina hidrelétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

ITAIPU BINACIONAL. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/barragem>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

O Brasil é rico em rios de grande extensão, permitindo o aproveitamento da energia hídrica para a geração elétrica. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), há mais de 200 usinas hidrelétricas em operação no território brasileiro, sendo esta a principal fonte da matriz elétrica do país.

4

Quais as vantagens e desvantagens das usinas hidrelétricas? Se necessário, realize uma pesquisa.

*Não escreva no livro*

### Espaços de aprendizagem

Acesse o *link* a seguir para assistir uma animação a respeito do funcionamento de uma usina hidrelétrica. OBJETOS EDUCACIONAIS. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/5034/index.html>. Acesso em: 20 ago. 2020.

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

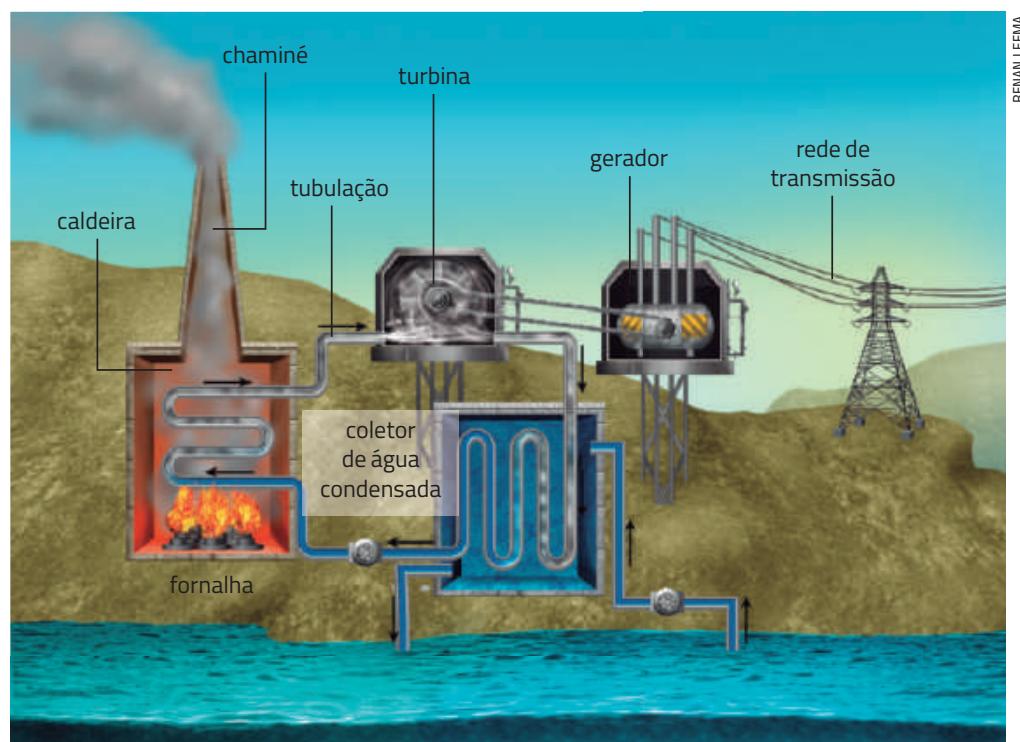
## Usina termelétrica

As usinas termelétricas utilizam a energia térmica, proveniente da queima da biomassa ou de combustíveis fósseis, para a geração de energia elétrica.

A queima do combustível, como o carvão mineral, o óleo *diesel*, o gás natural e a biomassa, ocorre em **fornalhas**. Os gases provenientes da combustão, além de algumas partículas que podem ser liberadas no processo, são eliminadas no ambiente por meio de **chaminés**.

O calor liberado pela combustão aquece a água que passa por tubulações específicas, no interior de uma **caldeira**, produzindo vapor, sob alta pressão. O vapor é conduzido às **turbinas** provocando o giro de suas hélices. O movimento das hélices da turbina aciona o **gerador elétrico**, que transforma a energia mecânica em energia elétrica. A energia elétrica produzida é distribuída aos usuários pela **rede de transmissão**. O vapor é resfriado em um condensador. A água, por fim, retorna à caldeira.

Veja a seguir o esquema de funcionamento de uma usina termelétrica.



» Representação da estrutura de uma usina termelétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

COMO funcionam Usinas Térmicas? **Centro Brasileiro de Infraestrutura**. 10 jan. 2020. Disponível em: <https://cbie.com.br/artigos/como-funcionam-usinas-termicas/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

No Brasil, existem cerca de 3 mil usinas termelétricas, segundo dados da ANEEL, que utilizam fontes renováveis e não renováveis para a geração elétrica. Contudo, o uso da biomassa emite menos gases poluentes na atmosfera em comparação aos combustíveis fósseis.

Outra fonte energética que vem sendo explorada é o biogás, que também emite menos gases poluentes, além de possibilitar o reaproveitamento de resíduos domésticos e provenientes do tratamento de esgoto.

5

Quais as vantagens e desvantagens das usinas termelétricas? Se necessário, realize uma pesquisa.

Não escreva no livro

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

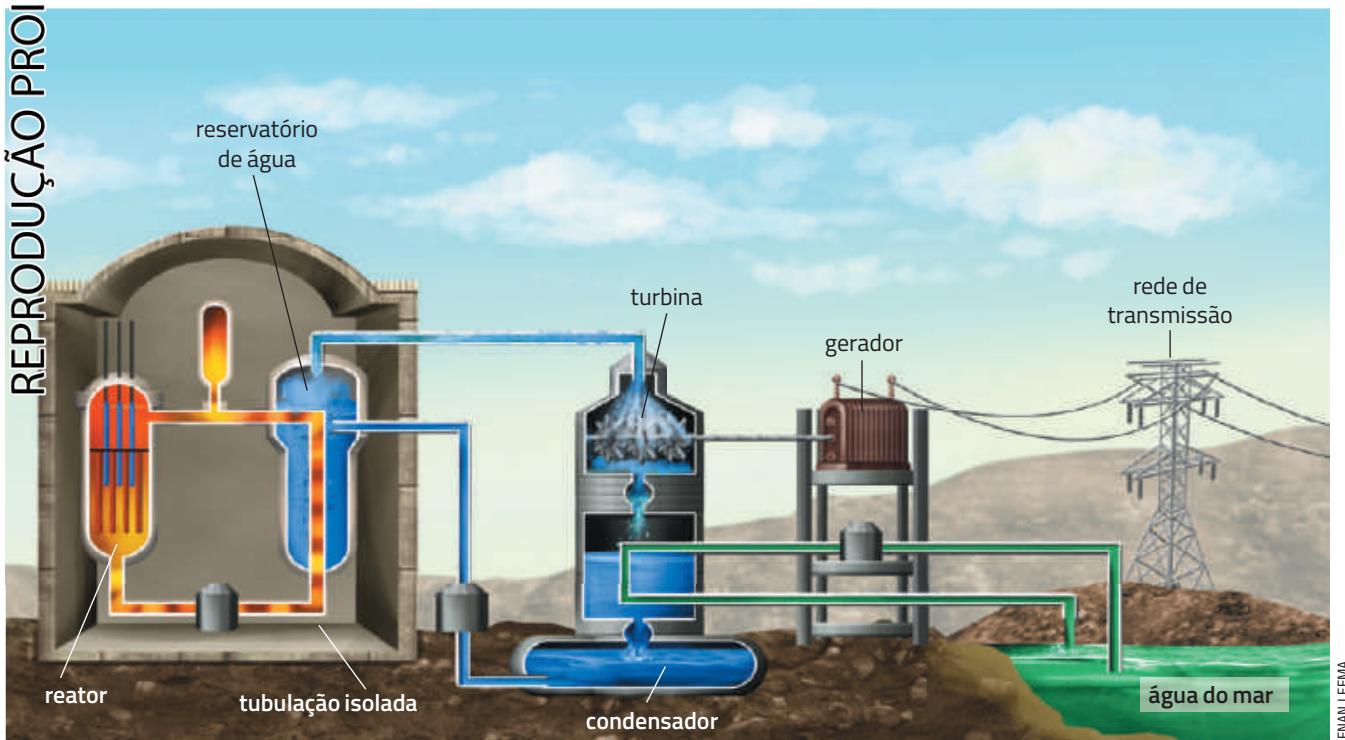
## Usina termonuclear

As usinas termonucleares funcionam a partir da fissão (separação) nuclear controlada de átomos de elementos químicos radioativos dentro dos reatores que utilizam a energia térmica liberada durante a fissão para a geração de energia elétrica.

O material radioativo, como o urânio, utilizado como combustível, encontra-se no interior dos **reatores nucleares** das usinas. Nos reatores, ocorrem reações nucleares que liberam calor. O calor aquece a água que passa por uma **tubulação isolada**. Parte da tubulação conduz a água a outro **reservatório**, similar a uma caldeira, onde é gerado vapor sob alta pressão.

O vapor é conduzido às **turbinas** provocando o giro de suas hélices. O movimento das hélices da turbina aciona o **gerador elétrico**, que transforma a energia mecânica em energia elétrica. A energia elétrica produzida é distribuída aos usuários pela **rede de transmissão**. O vapor é resfriado em um condensador. A água é conduzida ao reservatório e retorna à caldeira. O resfriamento do vapor comumente ocorre com a água do mar.

Veja, a seguir, o esquema de uma usina termonuclear.



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/outras\\_fontes/10\\_2.htm](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/outras_fontes/10_2.htm). Acesso em: 18 ago. 2020.

REMAN

6 Quais as vantagens e desvantagens das usinas termonucleares? Se necessário, realize uma pesquisa.

Não escreva no livro

No Brasil, existem duas usinas termonucleares em operação, Angra 1 e Angra 2, localizadas no Rio de Janeiro. A construção de uma terceira usina termonuclear, Angra 3, foi iniciada há cerca de 35 anos, mas as obras se encontram paradas.

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

## Usina eólica

As usinas eólicas utilizam a energia eólica, proveniente do movimento do ar, para a geração de energia elétrica. Nessas usinas, a energia eólica promove o movimento das **hélices** dos **aero geradores** responsáveis por transformá-la em energia elétrica.

Os aero geradores são instalados em um local denominado **parque eólico**, normalmente construído longe das cidades. A energia elétrica produzida nos parques eólicos é, então, conduzida aos consumidores pela **rede de transmissão**.

Veja o esquema a seguir de um parque eólico e da estrutura de um aero gerador.



» Representação de um parque eólico e da estrutura de um aero gerador (imagem sem escala; cores-fantasia).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia\\_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf). Acesso em: 18 ago. 2020.

No Brasil, existem cerca de 600 usinas eólicas em funcionamento, de acordo com dados da ANEEL. Nos últimos anos, o país tem investido no aumento da capacidade de geração de energia elétrica em usinas eólicas, sobretudo no litoral brasileiro, onde a ocorrência e a velocidade dos ventos são bastante significativas.

## Usina solar

As usinas solares utilizam a energia solar para a geração de energia elétrica. Elas podem funcionar a partir de painéis fotovoltaicos ou de espelhos.

As **usinas solares de painéis fotovoltaicos** são constituídas por painéis com componentes eletrônicos, denominados células fotovoltaicas. Nestas, existem elementos de alta tecnologia capazes de transformar a energia luminosa, presente na radiação solar, em energia elétrica.

RICARDO TELESPI/SAE/IMAGENS

» Painéis fotovoltaicos em um parque solar (Ribeira do Piauí, PI, 2019).



7

Quais as vantagens e desvantagens das usinas eólicas? Se necessário, realize uma pesquisa.

Não escreva no livro

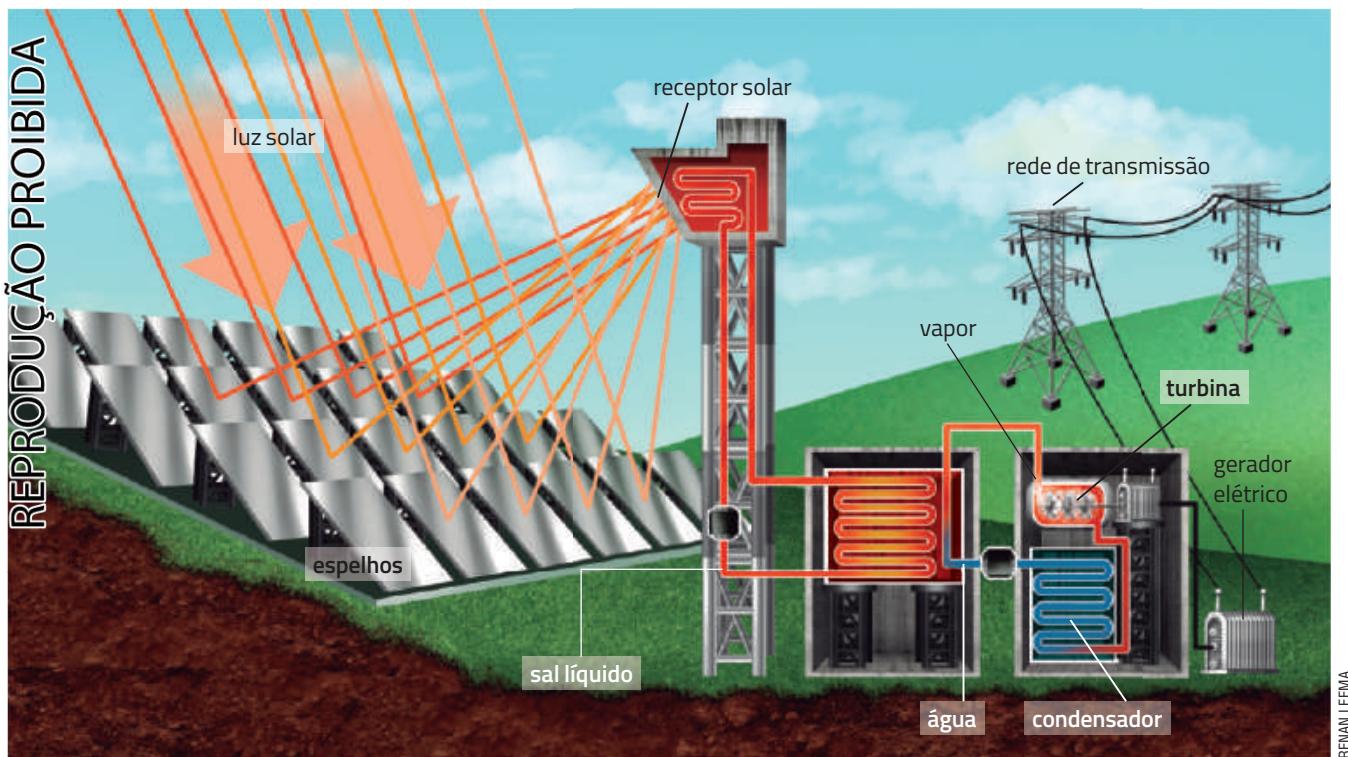
A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no *Manual do Professor*.

As **usinas solares de espelhos** são constituídas por milhares de espelhos que são posicionados de modo que a luz solar recebida seja refletida em um único ponto, onde está localizado um **receptor solar**. Assim, a energia térmica presente na radiação solar se acumula e aquece um fluido térmico, como um sal líquido. Este, por sua vez, aquece a água e o vapor produzido movimenta as hélices de uma **turbina**.

O movimento das hélices da turbina aciona o **gerador elétrico** que transforma a energia mecânica em energia elétrica. A energia elétrica produzida é distribuída aos usuários pela **rede de transmissão**. O vapor é resfriado em um condensador e a água retorna ao sistema.

Como o sal líquido é capaz de armazenar energia térmica por um tempo determinado, o sistema pode continuar funcionando, mesmo à noite.

Veja, a seguir, o esquema de funcionamento de uma usina solar de espelhos.



» Representação da estrutura de uma usina solar de espelhos (imagem sem escala; cores-fantasia).

SALTING away renewable energy for future use. **U.S. Embassy & Consulates in South Africa**. Disponível em: <https://za.usembassy.gov/salting-away-renewable-energy-future-use/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

No Brasil, existem mais de 2 mil usinas solares fotovoltaicas, segundo a ANEEL. Até o momento, não existem usinas solares de espelhos no território brasileiro.

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 8 Quais as vantagens e desvantagens das usinas solares? Se necessário, realize uma pesquisa.

*Não escreva no livro*

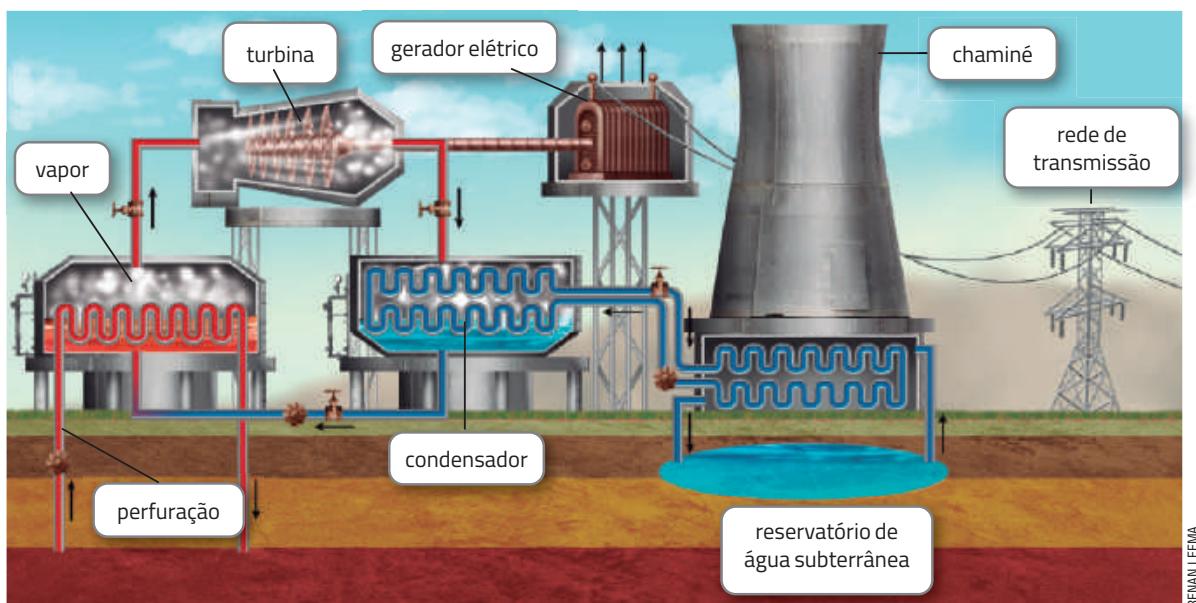
## Usina geotérmica

As usinas geotérmicas utilizam a energia térmica, proveniente do interior da Terra, para a geração de energia elétrica.

De modo geral, as usinas geotérmicas são construídas próximo a regiões de encontro entre placas tectônicas, visto que nesses locais existe maior probabilidade de o magma estar próximo à superfície e, assim, aquecer as rochas do local. Dessa forma, quando a água infiltra no solo, é aquecida pelas rochas, se transformando em vapor sob alta pressão. O vapor fica aprisionado em **reservatórios de água subterrânea**.

Nas usinas, são realizadas perfurações para coletar o vapor dos reservatórios. O vapor coletado é direcionado a uma **turbina**, promovendo o movimento de suas hélices. O movimento das hélices da turbina aciona o **gerador elétrico**, que transforma a energia mecânica em energia elétrica. A energia elétrica produzida é distribuída aos usuários pela rede de **transmissão**. O vapor restante é resfriado em um condensador e a água é enviada aos reservatórios, onde será transformada em vapor, novamente, realimentando o sistema.

Veja o esquema a seguir de funcionamento de uma usina geotérmica.

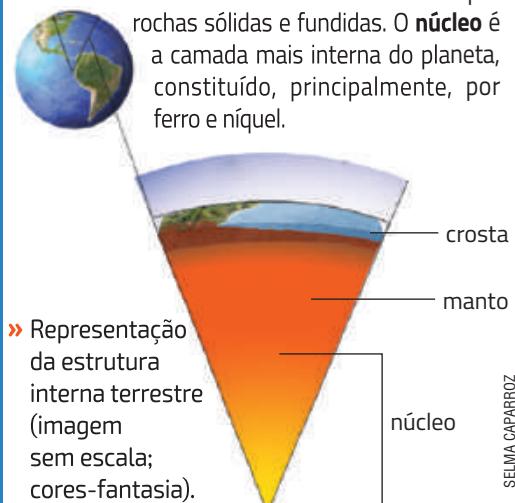


» Representação da estrutura de uma usina geotérmica (imagem sem escala; cores-fantasia).

No Brasil, não existem usinas geotérmicas. Ainda são necessários muitos estudos para compreender se existe potencial para o uso dessa fonte energética pelo país.

### Saiba mais

A estrutura interna da Terra pode ser basicamente dividida em três partes: crosta terrestre, manto e núcleo. A **crosta terrestre** é a camada superficial, formada por rochas e solo. O **manto** está localizado abaixo da crosta terrestre e é formado por rochas sólidas e fundidas. O **núcleo** é a camada mais interna do planeta, constituído, principalmente, por ferro e níquel.



» Representação da estrutura interna terrestre (imagem sem escala; cores-fantasia).

PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 32.

A crosta terrestre e parte do manto formam a litosfera, uma região sólida. A litosfera está dividida em blocos maciços, denominados **placas tectônicas**. As rochas fundidas do manto são denominadas por **magma**.

SELMA CAPARROZ

GEOTHERMAL Energy. EPA. 9 maio 2017. Disponível em: <https://archive.epa.gov/climatechange/kids/solutions/technologies/geothermal.html>. Acesso em: 14 jul. 2020.

9 Quais as vantagens e desvantagens das usinas geotérmicas? Se necessário, realize uma pesquisa.

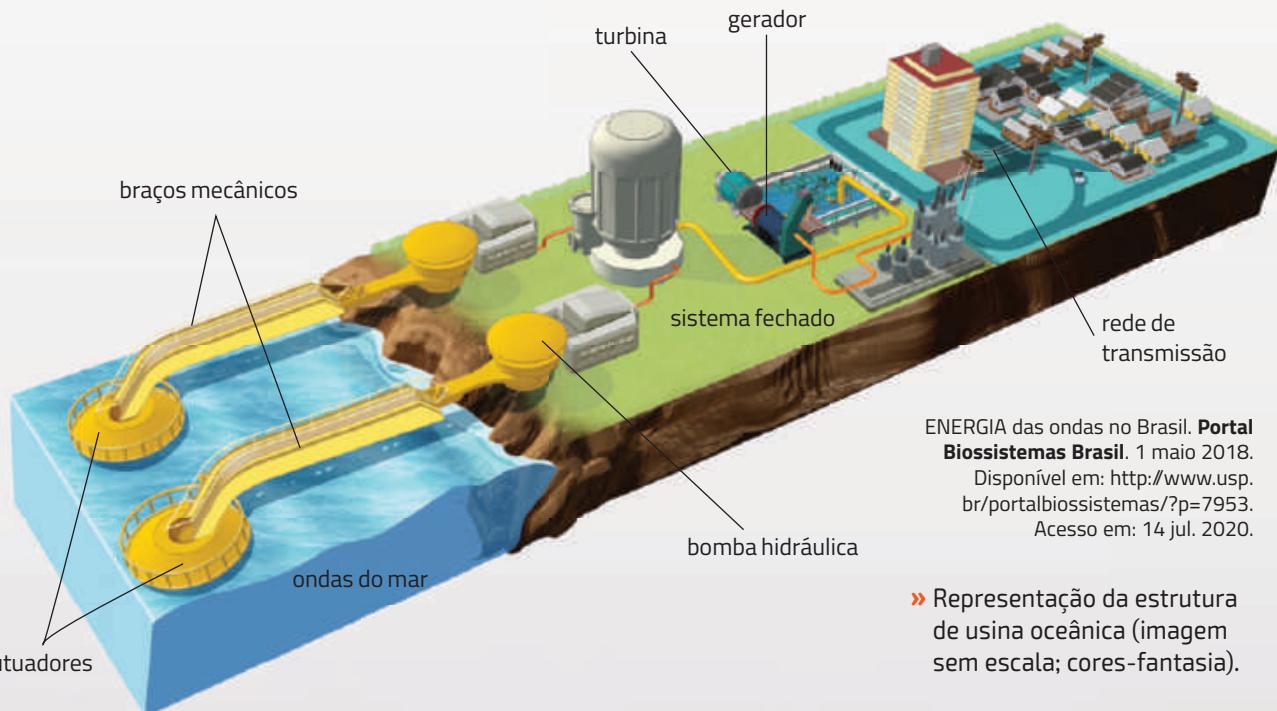
A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

## Usina oceânica

As usinas oceânicas utilizam a energia oceânica, presente no movimento das ondas do mar e do oceano, para a geração de energia elétrica.

Diferentes equipamentos conseguem aproveitar a energia mecânica e transformá-la em energia elétrica. O esquema a seguir apresenta um deles. No caso, **flutuadores** se movimentam conforme o movimento das ondas. O movimento dos flutuadores promove, por consequência, o movimento de **braços mecânicos**, os quais acionam uma **bomba hidráulica**.



ENERGIA das ondas no Brasil. **Portal Biossistemas Brasil**. 1 maio 2018. Disponível em: <http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p=7953>. Acesso em: 14 jul. 2020.

» Representação da estrutura de usina oceânica (imagem sem escala; cores-fantasia).

**REP 10** Quais as vantagens e desvantagens das usinas oceânicas? Se necessário, realize uma pesquisa.

Não escreva no livro

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no **Manual do Professor**.

» Usina oceânica de Pecém, no Ceará, em 2012.

A bomba hidráulica promove a injeção de água doce em um **sistema fechado**, de alta pressão, o qual libera um jato de água pressurizado, com força similar à da energia hídrica nas hidrelétricas. O jato de água faz com que as hélices de uma **turbina** girem, acionando o **gerador elétrico**, que transforma energia mecânica em energia elétrica. A energia elétrica produzida é distribuída aos usuários pela **rede de transmissão**. No Brasil, existe uma usina instalada no Ceará, na cidade de Pecém. Contudo, essa usina encontra-se em fase de teste.

RENTA MELLO/SHUTTERSTOCK.COM

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Existe um projeto de pesquisa em andamento na Usina Hidrelétrica de Itumbiara, localizada nos estados de Goiás e Minas Gerais, que prevê a geração de energia hidrelétrica e solar. Para tanto, foi instalado um sistema de geração de energia fotovoltaica ao redor do reservatório da usina. O projeto visa estudar a capacidade de armazenamento da energia solar, que só pode ser gerada na presença de Sol, em baterias de alta capacidade.

  - a) Quais as fontes de energia serão utilizadas para gerar energia elétrica, segundo o projeto mencionado?
  - b) Como ocorrerá a geração de energia elétrica no projeto mencionado?
  - c) Cite as vantagens e as desvantagens associadas ao processo de geração de energia elétrica do projeto mencionado.
2. A universalização do serviço de energia elétrica no território brasileiro é um objetivo a ser cumprido segundo a lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Buscando atender a esse objetivo, a Agência Nacional de Energia Elétrica tem direcionado esforços para ampliar o acesso à energia elétrica entre as cidades brasileiras que não são abastecidas por ela. A respeito do assunto, realize uma pesquisa e responda às questões que seguem.

  - a) Quais regiões brasileiras possuem maior déficit de acesso à energia elétrica?
  - b) O que poderia ser feito para possibilitar que essas regiões tenham acesso à energia elétrica? Proponha estratégias que poderiam possibilitar a universalização desse serviço no Brasil, considerando as características das regiões que não possuem acesso a ele.
  - c) Considerando sua resposta aos itens **a** e **b**, elabore uma apresentação utilizando mídias digitais e compartilhe no *site* da escola.
3. Quando o regime de chuvas no país é reduzido drasticamente, é possível que alguns setores sejam interrompidos, de modo a evitar a ocorrência de apagões – quando há a interrupção do suprimento de energia elétrica. A respeito do assunto, responda.

  - a) Por que podem ocorrer apagões quando há escassez de chuvas no Brasil? Explique sua resposta.
  - b) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há escassez de chuvas no Brasil?
  - c) Alguns acidentes também podem provocar apagões. Um exemplo é a ocorrência de falhas técnicas em subestações da rede elétrica. Nesse caso, por que o apagão ocorre? Explique sua resposta.
  - d) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há acidentes na rede elétrica?
4. Em 2018, houve um aumento no número de acidentes envolvendo a rede elétrica, no Brasil. O principal setor foi a construção civil. Um dos motivos está na realização de serviços da rede elétrica sem a adoção de medidas adequadas de segurança. Para responder às questões que seguem, forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa.

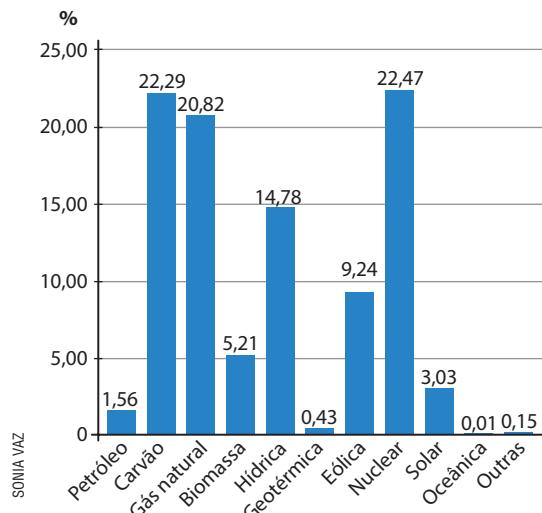
  - a) Quais os riscos enfrentados por trabalhadores que realizam a manutenção da rede elétrica?
  - b) Quais os equipamentos e os comportamentos de segurança que podem ser adotados pelos trabalhadores, de modo a minimizar a probabilidade de acidentes? Em sua resposta, justifique a importância da adoção de medidas de segurança nesse tipo de atividade.
5. Em seu caderno, realize um desenho da estrutura de um tipo de usina elétrica e, com suas palavras, explique seu funcionamento.

## Atividades extras

Não escreva no livro

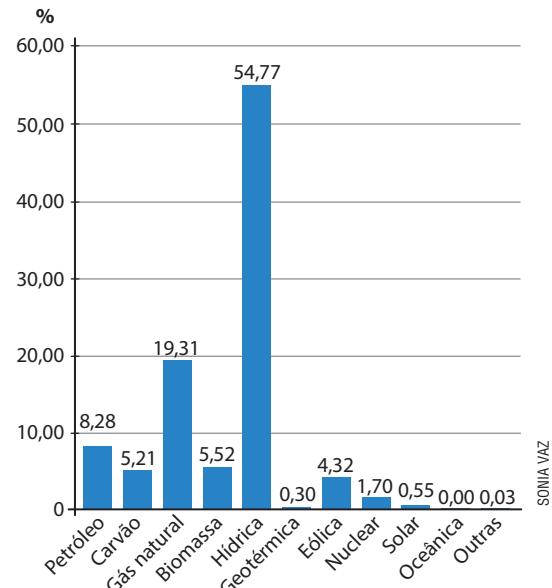
1. Os gráficos a seguir apresentam as matrizes elétricas da Europa e das Américas Central e do Sul, em 2017.

## » Matriz elétrica da Europa (2017)



AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA.  
Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WEOEUR&fuel=Energy%20supply&indicator=Electricity%20generation%20by%20source>.  
Acesso em: 20 ago. 2020.

## » Matriz elétrica da América Central e da América do Sul (2017)



AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WEOCSAM&fuel=Energy%20supply&indicator=Electricity%20generation%20by%20source>.  
Acesso em: 20 ago. 2020.

- a) Qual foi a principal fonte de energia utilizada para a geração de energia elétrica na Europa? Classifique-a em renovável ou não renovável.
- b) Qual foi a principal fonte de energia utilizada para a geração de energia elétrica nas Américas Central e do Sul? Classifique-a em renovável ou não renovável.
- c) Qual o percentual de fontes de energia renovável e não renovável utilizadas para a geração de energia elétrica na Europa em 2017?
- d) Qual o percentual de fontes de energia renovável e não renovável utilizadas para a geração de energia elétrica nas Américas Central e do Sul em 2017?
- e) Considerando sua resposta aos itens **c** e **d**, indique se o setor elétrico das regiões consideradas é dependente de fontes energéticas renováveis ou não renováveis. Analise as questões ambientais, sociais, econômicas e políticas associadas a esse cenário para ambas as regiões. Se necessário, realize uma pesquisa em sites de fontes confiáveis.
2. Em maio de 2018, os caminhoneiros declararam greve no Brasil, que perdurou por 10 dias. Um dos motivos da paralisação da categoria foram os altos valores cobrados pelo óleo *diesel*, principal combustível utilizado por esses veículos. Assim, uma de suas reivindicações era a redução de seu preço. No Brasil, o transporte de matérias-primas, de alimentos e de combustíveis é feito, principalmente, por meio das rodovias. Com os caminhões parados na greve, esses recursos começaram a faltar, o que deu visibilidade ao movimento. Por outro lado, o abastecimento de lojas, de mercados e de postos de combustíveis foi afetado, prejudicando o comércio e o deslocamento das pessoas para o trabalho, por exemplo, já que faltavam combustíveis para os veículos, de modo geral.
- a) A greve dos caminhoneiros reafirmou a importância da categoria para a sociedade. Além disso, tornou evidente a dependência da matriz energética brasileira por uma fonte energética, em específico. Que fonte é essa?
- b) O cenário vivenciado pelo país poderia ser outro, caso o setor de transporte funcionasse a partir da energia elétrica. Contudo, para atender à demanda, seria necessário ampliar a capacidade geradora de energia elétrica. Avalie de que maneira isso poderia ser feito, considerando as fontes de energia disponíveis no país.

**3.** Leia o texto a seguir.

O potencial de geração de energia eólica no Brasil é estimado [...] para atender o triplo da demanda atual de energia do Brasil. O número é mais de três vezes superior ao atual parque nacional gerador de energia elétrica, incluindo todas as fontes disponíveis, como hidrelétrica, biomassa, gás natural, óleo, carvão e nuclear. Em dezembro de 2018, [...] as usinas eólicas responderam [...] suficiente para abastecer 22 milhões de residências. A energia gerada com a força dos ventos ocupa o quarto lugar na matriz de energia elétrica nacional.

[...]

ZAPAROLLI, D. Ventos promissores a caminho. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, 275. ed. 11 jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ventos-promissores-a-caminho/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- a)** Identifique as fontes de energia citadas no texto e as classifique em renováveis e não renováveis.
- b)** De acordo com o texto, qual fonte energética vem ganhando destaque na matriz elétrica brasileira nos últimos anos?
- c)** Caso o Brasil precise aumentar sua capacidade de geração de energia elétrica para atender a demandas futuras, essa fonte energética seria uma boa opção? Justifique sua resposta considerando vantagens e desvantagens.
- 4.** O potencial do biogás na geração de energia elétrica tem sido aproveitado no Brasil há poucos anos. Ele tem se mostrado uma fonte alternativa para o setor elétrico.
- a)** Como o biogás é produzido?
- b)** Como o biogás é utilizado para a geração de energia elétrica?
- c)** Quais as vantagens do uso no biogás para a geração de energia elétrica?
- d)** Realize uma pesquisa a respeito do uso do biogás pelos diversos países do mundo. Registre os resultados de sua pesquisa em seu caderno.
- 5.** (Enem/MEC) Uma maior disponibilidade de combustível fóssil, como acontece com as crescentes possibilidades brasileiras, é fonte de importantes perspectivas econômicas para o país. Ao mesmo tempo, porém, numa época de pressão mundial por alimentos e biocombustíveis, as reservas nacionais de água doce, o clima favorável e o domínio de tecnologias de ponta no setor conferem à matriz energética brasileira um papel-chave na mudança do paradigma energético-produtivo.

SODRÉ, M. **Reinventando a educação**: diversidade, descolonização e redes. Petrópolis: Vozes, 2012.

No texto, é ressaltada a importância da matriz energética brasileira enquanto referência de caráter mais sustentável. Essa importância é derivada da

- a)** conquista da autossuficiência petrolífera pela descoberta de novas jazidas.
- b)** expansão da fronteira agrícola intensiva para produção de biocombustíveis.
- c)** superação do uso de energia não renovável no setor de transporte de cargas.
- d)** apropriação das condições naturais do território para diversificação das fontes. **Alternativa d.**
- e)** redução do impacto social advindo da substituição de termelétricas por hidrelétricas.

- 6.** (Enem/MEC) Empresa vai fornecer 230 turbinas para o segundo complexo de energia à base de ventos, no sudeste da Bahia. O Complexo Eólico Alto Sertão, em 2014, terá capacidade para gerar 375 MW (megawatts), total suficiente para abastecer uma cidade de 3 milhões de habitantes.

MATOS, C. GE busca bons ventos e fecha contrato de R\$ 820 mi na Bahia. **Folha de S.Paulo**, 2 dez. 2012.

A opção tecnológica retratada na notícia proporciona a seguinte consequência para o sistema energético brasileiro: **Alternativa c.**

- a)** Redução da utilização elétrica.
- b)** Ampliação do uso bioenergético.
- c)** Expansão das fontes renováveis.
- d)** Contenção da demanda urbano-industrial.
- e)** Intensificação da dependência geotérmica.

- 7.** (UEMG) Leia o fragmento a seguir:

“[Essa] é uma fonte de energia limpa, simples de ser obtida e que pode solucionar também parte do problema da quantidade de lixo que é descartado. Trata-se de uma mistura gasosa de metano e dióxido de carbono a partir da decomposição de restos orgânicos. Uma das formas de acelerar esse processo biológico é por meio de uso de biodigestores”.

BALDRAIS, A. **Ser protagonista** – Geografia. São Paulo. Edições SM. 2016. p. 66.

O trecho se refere a um tipo de energia alternativa denominada: **Alternativa a.**

- a)** Biogás. **c)** Solar.
- b)** Eólica. **d)** Nuclear.

- 8.** (UECE) Materiais como a lenha, o bagaço de cana e outros resíduos agrícolas, além de restos florestais e excrementos de animais podem ser utilizados como fontes de energia renovável. Outras fontes de energia que podem ser consideradas renováveis são

- a)** eólica e gás natural.
- b)** hidrelétrica e maremotriz. **Alternativa b.**
- c)** carvão mineral e solar.
- d)** nuclear e termoelétricas.

## A matriz energética e os transportes

Atualmente, a maioria dos veículos brasileiros é movida por combustíveis fósseis. Além dos problemas relacionados à poluição ambiental, mudanças climáticas e a saúde da população, outro efeito preocupante é a dependência do setor a esta fonte de energia. Com base nestes fatos, alguns questionamentos podem surgir:



- E quando o petróleo acabar, como serão os carros?
- Se a falta de um produto no mercado faz com que seu preço suba, como ficará o valor dos combustíveis de origem fóssil?
- Se forem encontradas reservas de petróleo para mais 150 anos (atualmente a previsão é para menos de um terço disso), o problema do transporte estará resolvido?

Evidentemente, perguntas semelhantes a estas podem ser direcionadas a qualquer setor que dependa da energia dos combustíveis fósseis. Além disso, não é possível respondê-las com certeza, pois se tratam de ações futuras, que podem ser alteradas conforme as ações atuais da sociedade. Entretanto, este exercício é válido principalmente para o setor de transportes, que pode fornecer uma boa discussão sobre a necessidade da troca da matriz energética ao responder à seguinte questão.



- E se todos os carros forem elétricos?

Atualmente o investimento em novas tecnologias automotivas apresenta uma diversidade de carros elétricos, e o número de unidades produzidas vem aumentando significativamente nos últimos anos. Essa iniciativa vem sendo incentivada por governos, na busca de soluções para evitar um futuro colapso do sistema de transportes. Mas aqui cabe outro questionamento.



- Sendo todos os carros elétricos, o problema de energia para o setor estaria resolvido?

## Principais categorias de carros elétricos

ESTÚDIO AMPLA ARENA



### Carros elétricos híbridos

Possuem um motor elétrico e um motor de combustão interna. A bateria que fornece energia elétrica ao motor elétrico é alimentada por um gerador que é acionado pelo motor de combustão interna; assim, ela não precisa ser recarregada na rede elétrica.

ESTÚDIO AMPLA ARENA



### Carros elétricos puros

Possuem um ou mais motores elétricos. Empregam apenas baterias como fonte de energia, as quais precisam ser recarregadas na rede elétrica.

ESTÚDIO AMPLA ARENA

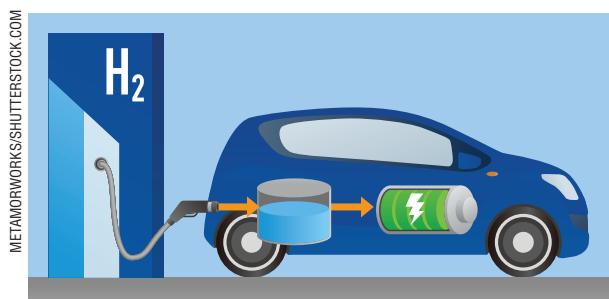


### Carros elétricos híbridos plug-in

Possuem um motor elétrico e um motor de combustão interna. A bateria pode ser alimentada tanto pela rede elétrica quanto pelo motor de combustão interna.

Embora a situação de ter toda a frota composta por carros elétricos seja possível, ela é altamente improvável, pois quando os carros elétricos forem a maioria da frota brasileira, espera-se que outras tecnologias já tenham sido implantadas. Atualmente, já existem alternativas como os carros elétricos movidos à hidrogênio, com motor elétrico que utiliza o gás hidrogênio para geração de energia elétrica, ou os carros movidos a energia solar.

A alternância de uma matriz energética, ou elétrica, demanda pesquisas e investimentos. Em 2019, a frota do Brasil era constituída por 0,4% de carros elétricos, o que resulta em um impacto pequeno na rede de abastecimento de energia elétrica, muito embora a estrutura para o carregamento destes veículos não esteja presente em todos os locais do país. Algumas previsões citam que, em 2030, aproximadamente 3,5% do mercado poderá ser de carros elétricos. Mas conforme este percentual aumenta, novas adaptações ao atual sistema de produção e distribuição de energia elétrica serão necessárias.



» Representação esquemática de carro elétrico movido a gás hidrogênio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



» Veículo movido a energia solar. Competição de veículos movidos a energia solar (Parque Christchurch, Nova Zelândia, 2015).

## Atividades

Não escreva no livro

- O texto traz questionamentos a respeito das fontes de energia utilizadas por veículos. Forme um grupo e converse com os colegas sobre cada um desses questionamentos, emitindo sua opinião e respeitando a de seus colegas.
- Forme um grupo com seus colegas, realize uma pesquisa na internet sobre o funcionamento de um carro movido a hidrogênio ou a energia solar. Em seguida, elabore e ilustre um modelo de carro que funcione com uma destas tecnologias, ou outra que seu grupo queira desenvolver ou criar. Faça uma apresentação digital do modelo idealizado.

## Eletricidade

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

### Habilidades gerais

3, 4, 5, 6, 8 e 10

### Habilidades da Natureza e das Tecnologias

Habilidades específicas: 1, 2 e 3

### Habilidades: EM13CNT107,

EM13CNT205, EM13CNT207,

EM13CNT301, EM13CNT302,

EM13CNT303, EM13CNT306,

EM13CNT307, EM13CNT308

Brasil registrou o maior raio do mundo com 709 km de extensão

O maior relâmpago em distância horizontal do mundo foi registrado no Brasil, segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), que anunciou novos recordes sobre o tema nesta sexta-feira (26). Conforme a entidade, o fenômeno ocorreu em 31 de outubro de 2018 no sul do país e alcançou 709 km.

Os cientistas pontuam que este marco é equivalente à distância entre São Paulo e Rio de Janeiro multiplicada por dois. O recorde anterior aconteceu em 2007, quando um raio de 321 km atingiu o estado de Oklahoma, nos Estados Unidos.

GAIATO, K. Brasil registrou o maior raio do mundo com 709 km de extensão.

**Tecmundo.** 27 jun. 2020. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/154609-brasil-registrou-maior-raio-mundo-709-km-extensao.htm>.

Acesso em: 28 ago. 2020.

Foi a partir da segunda metade do século XIX, por volta de 1850, que novas tecnologias da época possibilitaram a utilização da energia elétrica então, apenas observada em fenômenos naturais, como os raios. Com o controle e a manipulação dessa fonte de energia foi possível sua transmissão a longas distâncias e permitiu o desenvolvimento de máquinas menores e portáteis.

Nesta unidade, estudaremos algumas características da energia elétrica, os fenômenos a elas relacionados, como os raios, sua utilização para o funcionamento de equipamentos elétricos, bem como, seu consumo e cuidados em sua manipulação.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no [Manual do Professor](#).

Não escreva no livro

**1. Como os raios se formam?**

**2. Como seria sua vida sem acesso à energia elétrica?**

» Vista noturna de cidade do estado do Rio de Janeiro sob relâmpagos.



MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



# Carga elétrica e eletrização



Foto: Y. TRIPPHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK.COM

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Imagine que você está dentro de um carro que é atingido por uma descarga elétrica ou um fio descascado energizado o atinge e fica em contato com sua carroceria metálica. Para se manter seguro, você deve sair rapidamente do carro ou continuar dentro dele? O que deve fazer? Justifique.

Não escreva no livro

## Espaços de aprendizagem

O que é preciso fazer para se proteger dos raios? Acesse o *link* a seguir e veja algumas orientações.

[http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha\\_Protecao\\_Contra\\_Raios\\_Brasil\\_2020.pdf](http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Protecao_Contra_Raios_Brasil_2020.pdf). Acesso em: 22 set. 2020.

O Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT), pertencente ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), é uma referência mundial no estudo de raios. O trecho do texto a seguir é de autoria desse grupo.

[...]

Por que o Brasil é o país campeão mundial em incidência de raios?

No Brasil, caem 77,8 milhões de raios por ano e a explicação é geográfica: é o maior país da zona tropical do planeta - área central onde o clima é mais quente e, portanto, mais favorável à formação de tempestades e de raios.

[...]

GRUPO de eletricidade atmosférica. **INPE**. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.php>. Acesso em: 17 set. 2020.

Os fenômenos elétricos estão presentes no cotidiano das pessoas, seja nos raios e relâmpagos de um dia chuvoso, ou no simples ato de carregar um celular. Seja em situações mais simples ou complexas, eles estão relacionados ao comportamento das chamadas cargas elétricas.

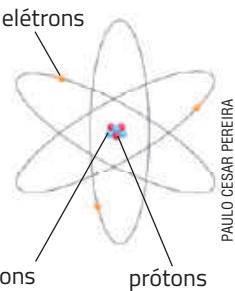
**Carga elétrica** é uma propriedade física fundamental da matéria, responsável pelas interações entre portadores de carga, como os elétrons e os prótons, que possibilitam o funcionamento dos aparelhos elétricos, e a incidência de raios na Terra, por exemplo.

De forma simplificada, pode se dizer que os átomos são constituídos por prótons, elétrons e nêutrons. Os prótons e os elétrons possuem cargas elétricas iguais em módulo, enquanto nêutrons são eletricamente neutros. Convenciona-se dizer que os prótons possuem uma carga elétrica elementar positiva, representada por  $+e$ , enquanto a carga convencional dos elétrons é negativa, expressa por  $-e$ .

O modelo atômico proposto pelo físico e químico neozelandês naturalizado britânico, Ernest Rutherford (1871-1937) e aprimorado pelo físico inglês James Chadwick (1891-1974) é formado por um núcleo massivo, composto por prótons e nêutrons, com os elétrons movendo-se em órbitas.

Há outros modelos atômicos com outras características e propriedades. No entanto, para o estudo que será feito em eletricidade, esse modelo é adequado.

» Representação do modelo atômico de Rutherford, apóis estudos de Chadwick.



PAULO CESAR PEREIRA

# Medida da quantidade de carga elétrica

A unidade de medida de carga elétrica no Sistema Internacional (SI) é o coulomb (C), em homenagem ao físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), devido aos seus trabalhos sobre a força elétrica.

A carga elementar ( $e$ ) é a menor quantidade de carga que pode ser encontrada na natureza. Seu valor numérico, conhecido atualmente, foi estimado experimentalmente pelo físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953), em 1909, e corresponde a  $1,6 \times 10^{-19}$  C. Isso significa que a carga elétrica de um corpo será um múltiplo positivo ou negativo desse valor, dependendo de ele estar carregado positiva ou negativamente.

Assim, a carga  $Q$  de um corpo será dada por: 
$$Q = \pm n \cdot e$$

onde  $n$  é a diferença entre o número de prótons e de elétrons.

Analizando o valor da carga elementar ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C), é possível perceber que uma carga de 1 C é bastante alta. Dessa forma, é muito comum a utilização de submúltiplos desse valor os mais utilizados são: 1mC (1mili coulomb) =  $1 \cdot 10^{-3}$  C; 1μC (1micro coulomb) =  $1 \cdot 10^{-6}$  C; 1nC (1nano coulomb) =  $1 \cdot 10^{-9}$  C.

## Condutores e isolantes elétricos

Os diversos materiais são categorizados em condutores ou isolantes em função de seu comportamento para facilitar ou não a movimentação dos portadores de carga elétrica. Nos sólidos, os portadores de carga elétrica são os elétrons enquanto nas soluções iônicas, os íons (cátions e ânions) são as partículas que têm liberdade para se movimentar.

Nos materiais condutores, há relativa facilidade de movimentação dos portadores de carga, devido à pouca oposição aos seus deslocamentos, ocorrendo o oposto nos materiais isolantes.

Como exemplos de materiais condutores, podem ser citados: o ouro, o cobre, o ferro etc. Já entre os isolantes, alguns exemplos são: o plástico, a borracha, o ar, o vidro e a madeira, entre outros.

É importante lembrar que não há nem isolante e nem condutor elétrico perfeito. Assim, os diversos materiais podem ser classificados em bons condutores e bons isolantes, de maneira que: ser um bom condutor significa ser um mau isolante, por exemplo.



FOTOGRAFIAS: THEHIGHESTQUALITYIMAGES/SHUTTERSTOCK.COM; KELVIN WONG/SHUTTERSTOCK.COM; PRILL/SHUTTERSTOCK.COM; ALEKSANDERHUNTA/SHUTTERSTOCK.COM

» Alguns exemplos de materiais condutores, como cobre e ferro, e isolantes elétricos, como borracha e vidro.

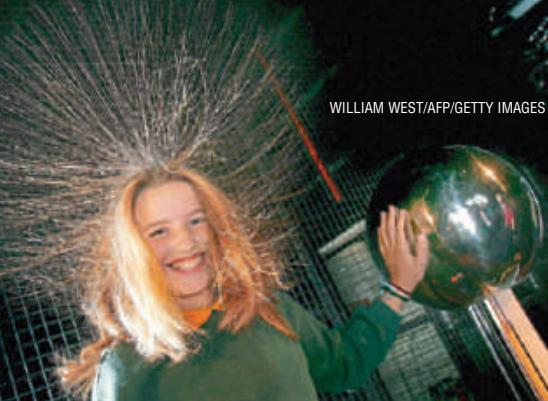
## Princípio da conservação da carga elétrica

Cargas elétricas não podem ser criadas e nem destruídas. Assim, em qualquer sistema isolado, o total de cargas elétricas se mantém constante.

Isso significa que as cargas elétricas retiradas de um corpo são transferidas para outro. Dessa forma, em um sistema isolado, se um corpo “perde” mil elétrons, eles serão transferidos para os outros corpos que fazem parte desse sistema.

Considere um sistema formado por dois corpos com cargas  $Q_A$  e  $Q_B$ . Se, após as interações elétricas entre eles, suas cargas passarem a ser  $Q'_A$  e  $Q'_B$ , pelo princípio da conservação da carga elétrica, é possível afirmar que:

$$Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}} \longrightarrow Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$$



» O gerador de Van de Graaff é uma máquina eletrostática que gera tensões muito altas.

#### MATERIAIS

Pele humana seca  
Couro  
Pele de coelho  
Vidro  
Cabelo humano  
Fibra sintética  
Lã  
Chumbo  
Pele de gato  
Seda  
Alumínio  
Papel  
Algodão  
Aço  
Madeira  
Âmbar  
Borracha dura  
Níquel  
Cobre  
Latão  
Prata  
Ouro  
Platina  
Poliéster  
Filme PVC  
Poliuretano  
Polietileno ("fita adesiva")  
Polipropileno  
Vinil  
Silicone

» Série triboelétrica.



# Processos de eletrização

As maneiras por meio das quais um corpo transfere carga elétrica para outro são chamadas de **processos de eletrização**.

2

Por que o cabelo da jovem fica dessa maneira?

3

Faça uma pesquisa e descubra como funciona o gerador de Van de Graaff. As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

Não escreva no livro

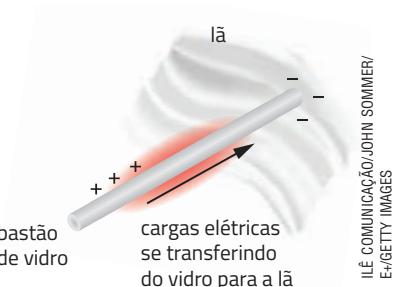
## Eletrização por atrito

Considere dois corpos isolantes – vidro e lã, por exemplo –, inicialmente neutros. Quando são atritados, a lã retira elétrons do vidro, passando a ficar com excesso de elétrons enquanto o vidro fica com falta de elétrons. Dessa forma, a lã adquire carga total negativa e o vidro, positiva, em quantidades de mesmo módulo. Essa é a principal característica da eletrização por atrito: os corpos, inicialmente neutros, adquirem, após o processo, cargas de sinais opostos e mesmo módulo.

Na eletrização por atrito, como saber qual material fica carregado positivamente e qual fica negativamente?

Essa pergunta pode ser respondida com o auxílio da Série **Triboelétrica**, que é uma lista de materiais colocados em determinada ordem indicando aqueles que, ao serem atritados, têm maior possibilidade de perder elétrons. Ela é construída de forma empírica e os materiais são acrescentados à medida que experimentos são realizados.

Na série acima, se atritarmos dois materiais, aquele que estiver situado mais acima transfere elétrons para o que está mais abaixo. Por exemplo, quando atritados, o vidro fica positivo e a lã negativa, porque os elétrons do vidro são transferidos para a lã.



ILÉ COMUNICAÇÃO/JOHN SOMMER/GETTY IMAGES

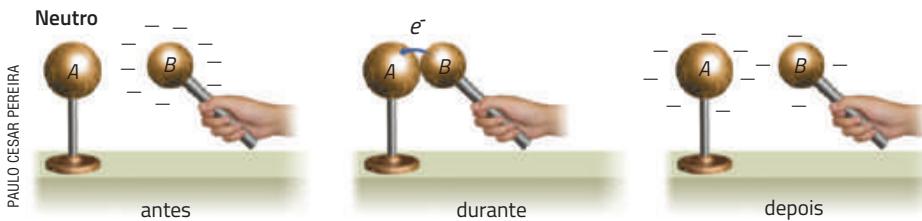
» Representação do processo de eletrização por atrito entre lã e bastão de vidro.

## Eletrização por contato

Na eletrização por contato, os corpos devem ser condutores para que os elétrons tenham possibilidade de movimentação, passando de um corpo para o outro. Além disso, um deles, pelo menos, deve estar carregado eletricamente no início do processo.

Quando dois corpos são colocados em contato, as cargas elétricas tendem a se distribuir entre eles, portanto, é possível eletrizar um corpo colocando-o em contato a outro já eletrizado.

Vale a pena ressaltar que são os elétrons que se movimentam pelos corpos e, caso os corpos sejam idênticos, as cargas se distribuem equitativamente entre eles.



» Representação do processo de eletrização por contato entre duas esferas metálicas *A* e *B*, com tamanhos diferentes.

As principais características da eletrização por contato são: os corpos envolvidos são feitos de materiais condutores; carga elétrica final terá o mesmo sinal nos corpos eletrizados. Caso os corpos eletrizados por contato sejam idênticos, as cargas finais se distribuem igualmente entre ambos, ou seja, suas cargas finais terão o mesmo valor.

## Eletrização por indução

Na eletrização por indução, a transferência de cargas elétricas ocorre com o auxílio de um terceiro elemento e não existe contato entre o corpo eletricamente carregado (indutor) e o corpo que será eletrizado (induzido).

Por exemplo, considere um bastão eletrizado negativamente (indutor) e uma esfera neutra (induzido). A esfera, portanto, apresenta prótons e elétrons em quantidades iguais. O processo de eletrização da esfera por indução ocorre de acordo com as etapas a seguir.

ADILSON SECCO

Etapa 1: a esfera (induzido) neutra e o bastão eletrizado negativamente, em suas situações iniciais, afastados um do outro.

Etapa 2: o bastão carregado é aproximado da esfera.

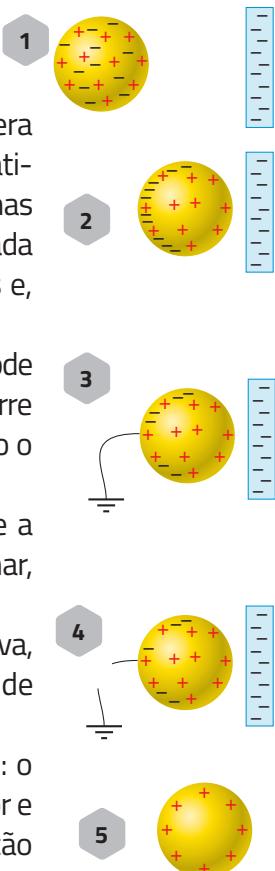
Nesse momento, ocorre um deslocamento dos elétrons no interior da esfera no sentido de se afastarem, por repulsão, do bastão que está carregado negativamente. Essa etapa é chamada de polarização, a esfera continua neutra, mas suas cargas negativas estão acumuladas em uma região na esfera, mais afastada do bastão, deixando a outra, mais próxima do indutor, com falta de elétrons e, consequentemente, com carga positiva.

Etapa 3: efetua a ligação terra entre a esfera e outro corpo muito maior (que pode ser a Terra, fonte e receptora permanente de cargas elétricas). Nessa etapa ocorre o “aterrramento” e os elétrons, por repulsão, saem da esfera pelo fio terra. Caso o indutor fosse positivo, o movimento dos elétrons ocorreria no sentido inverso.

Etapa 4: ainda com o indutor nas proximidades do induzido, desfaz-se a ligação terra. Com isso, os elétrons que saíram da esfera não têm como retornar, deixando a esfera com “falta de elétrons”.

Etapa 5: afasta-se o indutor. Com isso, a esfera fica eletricamente positiva, com distribuição uniforme dessas cargas, em função da ocorrência da fuga de elétrons, ocorrida na etapa 3.

As principais características do processo de eletrização por indução são: o induzido que será eletrizado, deve ser constituído de material condutor; indutor e induzido não podem se tocar; deve haver um terceiro elemento, no caso a ligação terra; a carga final do induzido terá sinal oposto a do indutor. Portanto, indutor positivo provoca uma eletrização negativa no induzido e vice-versa.





YURI KORCHMAR/SHUTTERSTOCK.COM

# Força elétrica

No século XVIII, o físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), utilizando uma balança de torção realizou o histórico experimento para determinar a intensidade da força exercida entre duas cargas elétricas ao serem colocadas a uma determinada distância entre si.

Nesse experimento, verificou que a intensidade da força elétrica entre os dois corpos de pequenas dimensões, carregados eletricamente, apresentava intensidade diretamente proporcional ao valor das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Essas proporcionalidades podem ser expressas matematicamente, por:

» Balança de torção utilizada por Coulomb.

$$F_e = \frac{k \cdot |Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2}$$

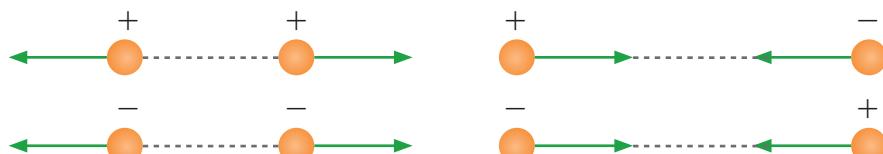
Essa expressão é conhecida por **Lei de Coulomb**, onde:

- $|Q_A|$  e  $|Q_B|$  são os módulos das cargas elétricas dos corpos  $A$  e  $B$ ;
- $d$  é distância entre os centros dos corpos carregados;
- $k$  é chamada de constante eletrostática e depende do meio material em que os corpos carregados eletricamente estão imersos.

Para o vácuo, assume-se o valor  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

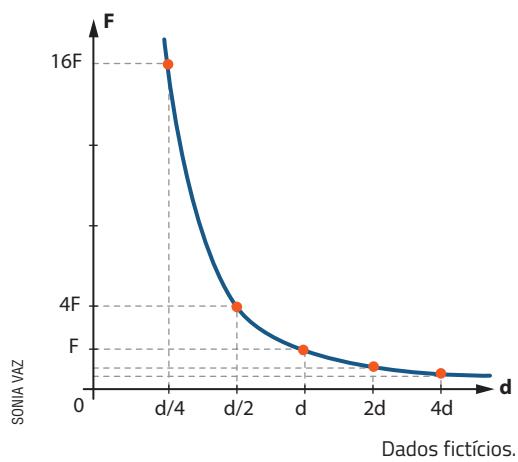
A força elétrica é uma grandeza vetorial cuja direção é dada pela reta que passa pelos centros dos corpos eletrizados e o sentido é definido pelos sinais das cargas: cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais opostos se atraem.

» Forças elétricas atuantes nas configurações de cargas.



EDITORIA DE ARTE

A intensidade da força elétrica em função da distância pode ser representada graficamente:



Dizer que a intensidade da força elétrica é inversamente proporcional ao quadrado da distância, significa dizer que, ao dobrar a distância entre os corpos eletrizados, a intensidade da força elétrica entre eles passa a ser  $\frac{1}{4}$  do que era anteriormente.

» Representação gráfica da intensidade da força elétrica em função da distância entre cargas elétricas.

**Atividades resolvidas**

1. Dois corpos, de dimensões desprezíveis e cargas  $1\ \mu\text{C}$  e  $3\ \mu\text{C}$ , estão separados por uma distância de 3 cm no vácuo ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ).

Qual é a intensidade da força elétrica entre eles?

**Resolução**

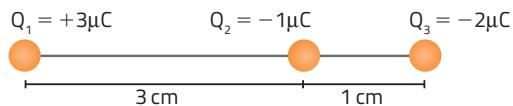
A força é de repulsão, pois os corpos têm mesmo sinal positivo.



Assim, aplicando a Lei de Coulomb, tem-se:

$$F_e = \frac{k \cdot |Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2} \Rightarrow F_e = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow F_e = \frac{27 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_e = 3 \cdot 10 \Rightarrow F_e = 30 \text{ N}$$

2. Três corpos de dimensões desprezíveis estão carregados eletricamente com cargas  $Q_1 = +3\ \mu\text{C}$ ,  $Q_2 = -1\ \mu\text{C}$  e  $Q_3 = -2\ \mu\text{C}$ , em que (1) e (3) estão fixos e o meio é vácuo. Determine a intensidade, a direção e o sentido da força elétrica resultante que atua sobre o corpo (2).


**Resolução**

Marcando as forças que atuam sobre o corpo (2), vem:

$$Q_1 = +3\ \mu\text{C} \quad Q_2 = -1\ \mu\text{C} \quad Q_3 = -2\ \mu\text{C}$$

- Força entre os corpos (1) e (2):

$$F_{1,2} = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \Rightarrow F_{1,2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{1,2} = \frac{27 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{1,2} = 3 \cdot 10^1 \Rightarrow F_{1,2} = 30 \text{ N},$$

direção horizontal, com sentido para a esquerda.

- Força entre os corpos (2) e (3):

$$F_{3,2} = \frac{k \cdot |Q_3| \cdot |Q_2|}{d^2} \Rightarrow F_{3,2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(1 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{3,2} = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{3,2} = 18 \cdot 10^1 \Rightarrow F_{3,2} = 180 \text{ N},$$

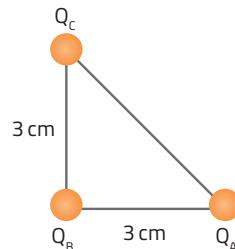
direção horizontal, com sentido para a esquerda.

Como as forças estão na mesma direção e no mesmo sentido, a intensidade da força elétrica resultante vetorial é dada pela soma de  $F_{1,2}$  e  $F_{3,2}$ .

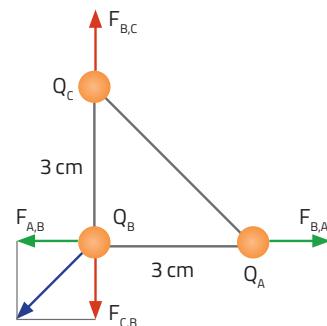
$$\text{Assim, } F_R = F_{1,2} + F_{3,2} \Rightarrow F_R = 30 + 180$$

$F_R = 210 \text{ N}$ , direção horizontal e sentido para a esquerda.

3. As partículas eletrizadas  $Q_A = 4\ \mu\text{C}$ ,  $Q_B = 0,1\ \mu\text{C}$  e  $Q_C = 3\ \mu\text{C}$  estão dispostas nos vértices de um triângulo retângulo, no vácuo, como mostra a figura. Sabendo-se que as partículas A e C estão fixas, determine a intensidade da força elétrica resultante sobre a partícula B.


**Resolução**

Representando na figura as forças que atuam em B, tem-se:



A força entre A e B é dada por:

$$F_{A,B} = \frac{k \cdot |Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2} \Rightarrow F_{A,B} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{A,B} = \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{A,B} = 4 \text{ N}$$

A força entre B e C é dada por:

$$F_{B,C} = \frac{k \cdot |Q_B| \cdot |Q_C|}{d^2} \Rightarrow F_{B,C} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{B,C} = \frac{2,7 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{B,C} = 3 \text{ N}$$

Aplicando o teorema de Pitágoras, vem:

$$F_R^2 = F_{C,B}^2 + F_{A,B}^2 \Rightarrow F_R^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow F_R^2 = 9 + 16 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = 5 \text{ N}$$

## Oficina científica

### Eletroscópio de folhas

O eletroscópio de folhas é um instrumento utilizado para verificar se um corpo está eletrizado ou não. Ele pode ser construído a partir de materiais simples.

#### » Materiais

- Uma folha de papel alumínio;
- Um fio grosso de cobre, ou outro material condutor que possa servir como haste;
- Garrafa plástica transparente;
- Material isolante (massa de modelar, rolha, tampa plástica);
- Uma tira de papel alumínio de 6 cm x 1 cm;
- Fita isolante;
- Pente (de cabelo) de plástico.

! Qualquer procedimento utilizado para furar a tampa ou a rolha deve ser realizado pelo professor ou outro adulto responsável.

#### » Procedimento

Considerando a imagem, monte um eletroscópio com os materiais citados anteriormente.

A tira de papel alumínio deve ser dobrada ao meio, ficando, cada aba, com 3 cm de comprimento.



Após a montagem, atrite o pente diversas vezes em seu cabelo, aproxime-o da esfera metálica, sem a tocar. Em seguida, afaste o pente da esfera metálica. Observe o resultado.

Dê duas voltas de fita isolante no cabo do pente. Segure-o pela fita, sem encostar na parte plástica, e atrite o pente novamente em seu cabelo. Toque o pente na esfera metálica e afaste-o. Observe o resultado.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. O que você observou ao realizar os procedimentos? Relate suas observações em seu caderno.
2. Crie uma hipótese para explicar esse fenômeno, utilizando os conceitos de eletrização e carga elétrica.
3. Essa situação observada no eletroscópio pode ser comparada àquela mostrada na foto onde a moça toca o gerador de Van de Graaff? Explique.

### Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. A estudante Michelle teve curiosidade sobre a eletrização por atrito e decidiu realizar uma atividade prática. Separou alguns materiais e montou a série triboelétrica vista no quadro. Em seguida, foi atritando alguns materiais de acordo com o quadro “TESTE DE ATRITO”, onde determinava qual material ficaria positivo e qual ficaria negativo.

- a) Analisando os dados do quadro de MATERIAIS, anote em seu quadro “TESTE DE ATRITO” os signais de positivo (+) e negativo (-) de acordo com os materiais atritados e com as informações dadas.

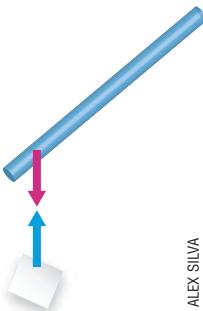
MATERIAIS	
Pele humana seca	
Couro	X
Vidro	LÃ
Cabelo humano	
Fibra sintética	
Lã	
Chumbo	
Seda	
Alumínio	
Papel	
Algodão	
Borracha dura	
Poliéster	

TESTE DE ATRITO		
COURO	X	LÃ
SEDA	X	LÃ
ALGODÃO	X	COURO
CABELO	X	ALUMÍNIO
POLIÉSTER	X	PELE HUMANA
SEDA	X	ALGODÃO
BORRACHA	X	FIBRA SINTÉTICA

- b)** Após atritar a ponta de um bastão de vidro em seu cabelo, Michelle o aproximou de um pequeno pedaço de papel, que foi atraído pelo bastão. O mesmo processo pode ser feito com uma caneta no lugar do bastão de vidro. **Faça um teste com seus amigos e observe o que acontece!!**

No caso de Michelle, cite os dois fenômenos envolvidos no processo e descreva a distribuição de cargas em cada um dos objetos envolvidos (cabelo, bastão e papel).

- c)** Na figura mostrada aparecem duas setas. Elabore uma hipótese de qual grandeza física elas representam. Justifique descrevendo-a de maneira qualitativa e quantitativa.



ALEX SILVA

- 2.** Observe o infográfico a seguir.

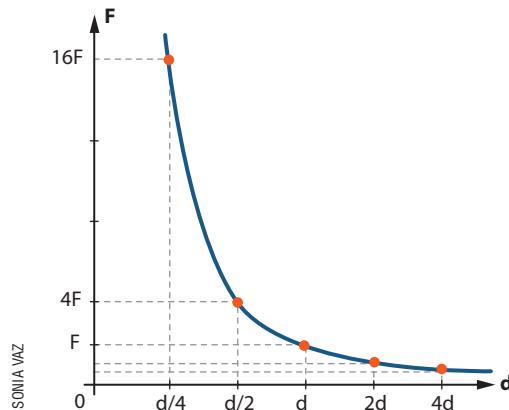


Fonte: INPE. [http://www.inpe.br/webelat/imagesNovoLayout/arte/Infografico\\_Mortes\\_Raios\\_2000-2019\\_alta.jpg](http://www.inpe.br/webelat/imagesNovoLayout/arte/Infografico_Mortes_Raios_2000-2019_alta.jpg). Acesso em: 22 set. 2020

- a)** Descreva a diferença entre raios e relâmpagos. Para melhor esclarecimento pesquise no site do ELAT do INPE (<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>). Acesso em: 22 set. 2020.
- b)** Supondo que um raio despeje no solo uma carga de  $48 \text{ C}$  e adotando o valor da carga elementar  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , faça uma estimativa da quantidade de elétrons envolvida nessa descarga.

- c)** Sabendo-se que, no verão, ocorrem 43% das mortes causadas por raios, estime, por meio da análise do infográfico, a quantidade de pessoas mortas durante o verão no estado onde este número é maior.

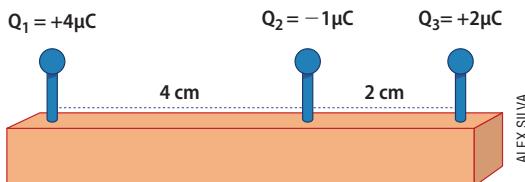
- 3.** A seguir temos o gráfico que demonstra como a força elétrica se comporta em função da distância que separa corpos eletrizados.



Dados fictícios.

- a)** Analise o gráfico e descreva o comportamento da força elétrica em função da distância.
- b)** Duas cargas elétricas separadas entre si por uma distância  $d$  exercem entre si uma força de atração  $F$ . Se dobrarmos a distância entre elas, o que acontecerá com a intensidade da força elétrica?

- 4.** Em um laboratório de eletrostática, três esferas eletrizadas são colocadas sobre um suporte como mostra a figura.



ALEX SILVA

- a)** Reproduza essa figura em seu caderno e desenhe as forças entre as esferas (1) e (2) e entre as esferas (2) e (3).
- b)** Deduza, sem precisar calcular, os valores das forças sobre  $Q_2$  e indique a direção da força resultante sobre essa carga.
- c)** Determine o valor da força resultante sobre  $Q_2$ .

# Campo elétrico



SCIENCE SOURCE/FOTOFARNEA

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Caravela com o fogo de Santelmo nas pontas dos mastros.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Com base no texto, elabore uma hipótese sobre quais os motivos do fogo de santelmo acontecer somente nas pontas dos mastros. converse com seus colegas sobre sua hipótese.

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

» Campo elétrico criado por cargas ( $Q>0$  e  $Q<0$ ) e força elétrica que atua sobre carga de prova ( $q>0$  e  $q<0$ ) em configurações de cargas elétricas (imagem fora de escala; cores-fantasia).

Em barcos a vela, um pouco antes de tempestades fortes, de vez em quando é possível observar na ponta dos mastros dos navios um clarão de luz azulada. Há muito tempo este fenômeno era denominado fogo de santelmo pelos marinheiros, e era para eles, um sinal de proteção. Este fenômeno é conhecido em Física como “poder das pontas” ou “efeito de ponta” e está relacionado a cargas elétricas. Ele também pode se apresentar em qualquer objeto agudo, como para-raios, ponta das asas de avião e até chifre de bois.

O termo campo é utilizado na Física para indicar as perturbações provocadas em determinada região do espaço em função de algum fenômeno ou processo físico. Assim, **campo elétrico** vai designar a região do espaço que está sob influência de fenômenos elétricos, da mesma forma como ocorre quando se fala em campo gravitacional ou campo magnético por exemplo. Seu estudo visa descrever as perturbações provocadas em determinada região do espaço, devido à presença de uma carga elétrica e, a partir de suas características e propriedades, prever o comportamento de corpos colocados em sua presença.

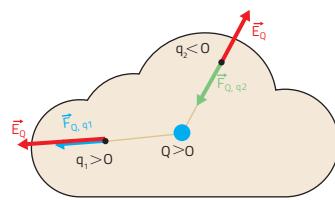
Um corpo carregado eletricamente cria o campo elétrico. No entanto, só é possível identificar sua presença e caracterizá-lo a partir da observação e análise do que ocorre com outros corpos em sua presença. Por exemplo, uma carga  $Q$  produz um campo elétrico no seu entorno.

O vetor campo elétrico é dado por  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ , onde  $q$  é a carga elétrica do corpo que sofre a ação do campo.

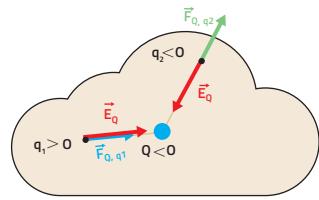
Pode-se concluir que, para  $q > 0$ , o vetor campo elétrico terá mesmo sentido que o vetor força elétrica e sentido oposto no caso em que  $q < 0$ .

Coloca-se aí carga de prova  $q$  e observa-se o que ocorre. Considerando as cargas  $q_1 > 0$  e  $q_2 < 0$ , colocadas nas proximidades de uma carga. Os vetores força elétrica  $\vec{F}_{Q,q_1}$  e  $\vec{F}_{Q,q_2}$  e campo elétrico  $\vec{E}_Q$  serão representados:

Campo elétrico e força elétrica criado pela carga  $Q > 0$ .



Campo elétrico e força elétrica criado pela carga  $Q < 0$ .



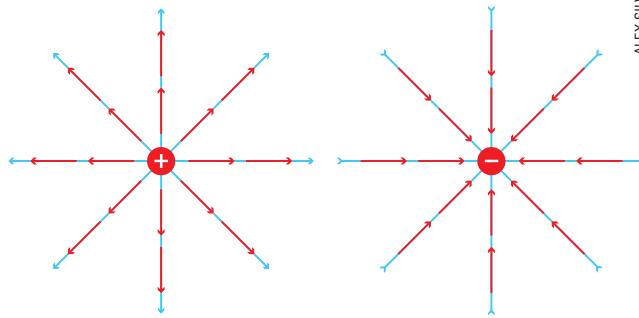
ALEX SILVA

# Linhas de força do campo elétrico

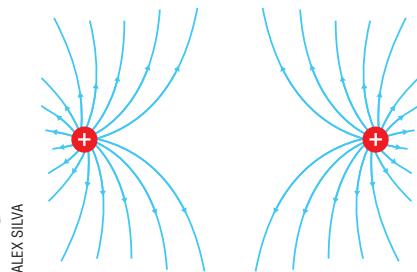
As linhas de força do campo elétrico são linhas imaginárias nas quais o vetor campo elétrico é tangente em cada ponto. Por meio delas, é possível generalizar a representação do campo elétrico produzido por cargas puntiformes (tamanho desprezível), a partir do sinal da carga geradora. Para cargas geradoras positivas, as linhas do campo elétrico “saem” da carga (são “para fora”) e, para cargas geradoras negativas, as linhas do campo elétrico “chegam” na carga (são “para dentro”).

O vetor campo elétrico em um determinado local é tangente às linhas de força do campo naquele lugar. Como ele é único em cada ponto, conclui-se que as linhas de força não se cruzam.

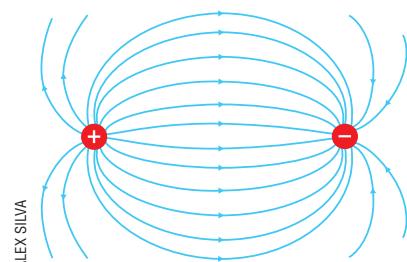
Assim, no caso de duas cargas elétricas de dimensões desprezíveis, colocadas uma próximo à outra, as configurações possíveis são:



» Linhas de força do campo elétrico para duas cargas puntiformes isoladas.  
(imagem fora de escala; cores-fantasia).

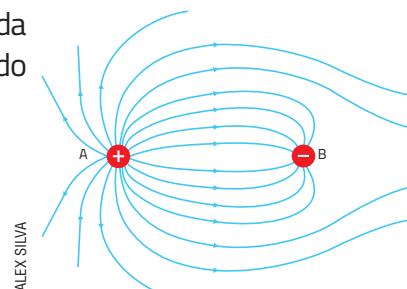


» Linhas de força de duas cargas de mesmo sinal colocadas próximas.



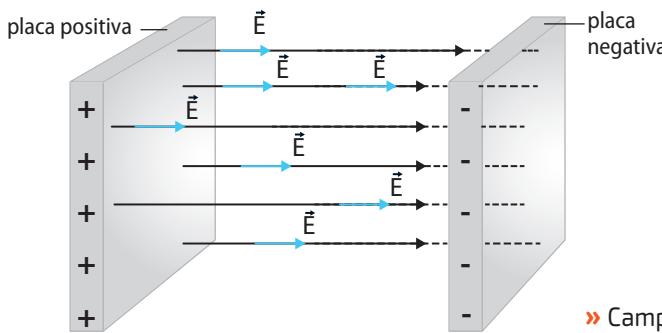
» Linhas de força de duas cargas de sinal oposto colocadas próximas  
(imagens fora de escala; cores-fantasia).

A densidade de linhas de força em determinada região é diretamente relacionada à intensidade do campo elétrico naquele local.

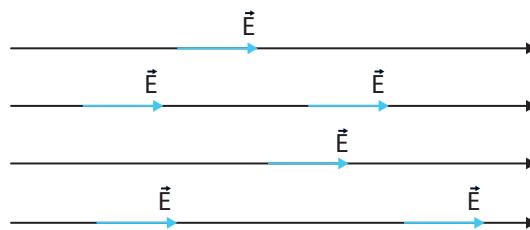


» Linhas de força do campo elétrico para cargas de sinal e módulos diferentes colocadas lado a lado (imagem fora de escala; cores-fantasia).

Um caso importante é o campo elétrico uniforme. Ele é produzido por duas placas retas, paralelas entre si e carregadas com cargas elétricas de mesmo módulo e sinais contrários. Nesse caso, as linhas de força são paralelas, igualmente espaçadas com sentido da placa positiva para a negativa.



» Campo elétrico uniforme (imagem fora de escala; cores-fantasia).



# Intensidade do campo elétrico de uma carga puntiforme

A intensidade do campo elétrico é dada por

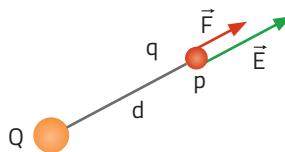
$$E = \frac{F}{|q|}$$

onde  $q$  é a carga de prova utilizada para verificação do campo,  $F$  é a intensidade da força que atua sobre ela e a unidade de medida da intensidade, no SI, é N/C. Essa definição permite determinar o campo quando se conhece a força que atua em uma determinada carga de prova.

Essa mesma definição é utilizada para determinar a intensidade do campo elétrico quando se conhece a carga geradora e a distância até o ponto P.

Considere duas cargas positivas  $Q$  e  $q$ , situadas a uma distância  $d$  uma da outra.

(Imagem fora de escala; cores-fantasia).

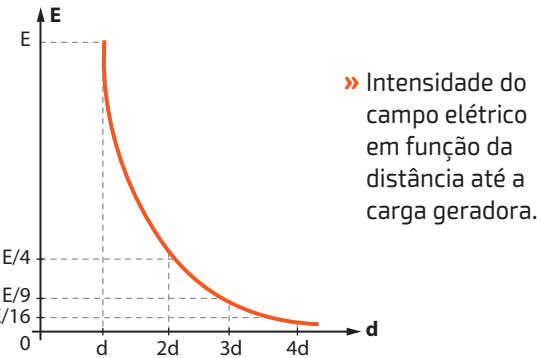


Aplicando a Lei de Coulomb na equação acima:

$$E = \frac{F}{|q|} \Rightarrow E = \frac{k \cdot |Q| \cdot |q|}{d^2} \Rightarrow E = \frac{k \cdot |Q|}{d^2}$$

EDITÓRIA DE ARTE

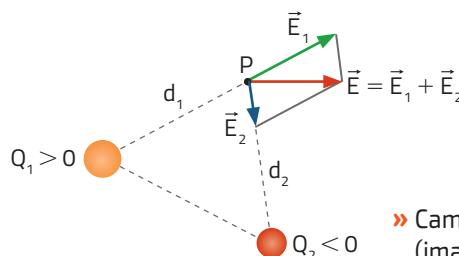
Representando graficamente, vem:



» Intensidade do campo elétrico em função da distância até a carga geradora.

No caso do campo elétrico em determinado ponto do espaço ser produzido por mais do que uma carga, o campo elétrico resultante é determinado pela soma vetorial dos campos produzidos por cada carga individualmente.

EDITÓRIA DE ARTE



» Campo elétrico resultante no ponto P (imagem fora de escala; cores-fantasia).

## Atividades resolvidas

1. Um corpo, de dimensões desprezíveis, e carga elétrica  $Q = 4 \mu\text{C}$  está fixo no ponto A, no vácuo. Dado:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

Determine:

- a) As características do vetor campo elétrico (produzido por Q) no ponto P.

### Resolução

$Q = 4 \mu\text{C}$   
A  $d = 20 \text{ cm}$  P direção horizontal

Intensidade:

$$E = \frac{k \cdot |Q|}{d^2} \Rightarrow E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-1})^2} \Rightarrow$$

EDITÓRIA DE ARTE

$$\Rightarrow E = \frac{36 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow E = 9 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

Direção: horizontal

Sentido: para a direita

- b)** A intensidade da força que atua em um corpo carregado eletricamente com  $q = -1 \mu\text{C}$ , colocado em P.

#### ► Resolução

O módulo do campo elétrico é determinado por:

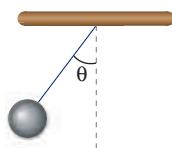
$$E = \frac{F}{|q|}$$

Assim,

$$9 \cdot 10^5 = \frac{F}{1 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow F = 9 \cdot 10^{-1} \text{ N} \Rightarrow F = 0,9 \text{ N}$$

- 2.** Uma esfera metálica com massa 40 g está carregada eletricamente com carga  $q = 2 \mu\text{C}$  e está em equilíbrio na posição indicada, em uma região em que há um campo elétrico horizontal. Quais as características do campo elétrico atuante?

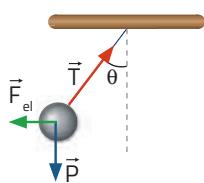
Considere  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $\operatorname{tg} \theta = 0,8$ .



EDITÓRIA DE ARTE

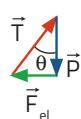
#### ► Resolução

Marcando as forças que atuam na esfera, vem:



EDITÓRIA DE ARTE

Reorganizando os vetores, para colocá-los em sequência para resolver pelo método da poligonal, tem-se:



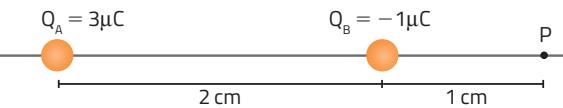
EDITÓRIA DE ARTE

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_{\text{el}}}{P} \Rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}$$

$$0,8 = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot E}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 10} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-6} \cdot E = 32 \cdot 10^{-2}$$

$$E = \frac{32 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow E = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

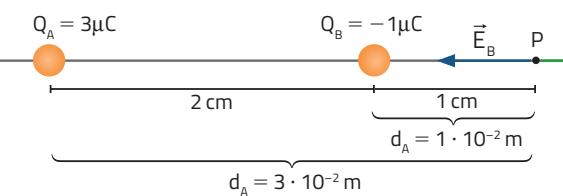
- 3.** Dois corpos eletrizados com cargas  $Q_A = 3 \mu\text{C}$  e  $Q_B = -1 \mu\text{C}$  estão fixos, no vácuo, como mostra a figura abaixo. Determine as características do campo elétrico resultante no ponto P. (Dado:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ).



EDITÓRIA DE ARTE

#### ► Resolução

O campo elétrico originado pelo corpo A (positivo) no ponto P é de afastamento em relação a ele enquanto o campo produzido por B (negativo) é de aproximação em relação a ele. Representando os campos na figura, tem-se:



EDITÓRIA DE ARTE

$$E_A = \frac{k \cdot |Q_A|}{d_A^2} \Rightarrow E_A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_A = \frac{27 \cdot 10^3}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow E_A = 3 \cdot 10^7 \text{ N/C},$$

horizontal, sentido para a direita.

$$E_B = \frac{k \cdot |Q_B|}{d_B^2} \Rightarrow E_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(1 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_B = \frac{9 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow E_B = 9 \cdot 10^7 \text{ N/C},$$

horizontal, sentido para a esquerda.

Assim, o vetor resultante é dado pela diferença entre  $\vec{E}_B$  e  $\vec{E}_A$ :

$$\vec{E}_R = \vec{E}_B - \vec{E}_A \Rightarrow \vec{E}_R = 9 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^7$$

Portanto, o campo resultante tem intensidade  $E_R = 6 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ , e sentido para a esquerda.



GIOTTO/SHUTTERSTOCK.COM

» Pilha de Volta. É chamada de pilha por ser um empilhamento de dezenas de discos de prata, zinco e de papelão embebido em uma solução de água e sal, repetindo essa sequência até formar uma coluna alta. Por fim, as extremidades da pilha são ligadas com um fio condutor externo.



» Bateria de 1,5 V.

LIGHTBOXX/SHUTTERSTOCK.COM

1.5 VOLTS

## Tensão elétrica

Um corpo eletricamente carregado produz um campo elétrico no seu entorno que origina uma força elétrica em qualquer corpo eletrizado (carga de prova) colocado nessa região. Se a carga de prova sofrer um deslocamento, haverá a realização de trabalho da força elétrica ( $\tau$ ), que mede a variação da energia associada às posições das cargas entre si. Essa energia é a energia potencial elétrica dessa configuração de cargas.

Ao duplicar a carga elétrica a intensidade da força será  $2F$  e, como o trabalho é proporcional à força, seu valor também será duplicado. Ou seja, dobrando a carga, dobra o trabalho. Em outras palavras, a razão entre o trabalho e a quantidade de carga elétrica deslocada é constante. Essa constante, que depende do campo elétrico e das posições inicial e final da carga de prova que sofreu o deslocamento, é denominada **tensão elétrica** ou **diferença de potencial elétrico (DDP)** entre esses dois pontos e será representada por  $U$ .

Assim,

$$U = \frac{\tau}{q}$$

A tensão elétrica é medida em volt (V), que corresponde à unidade de energia dividida pela unidade de carga elétrica. No S.I.,

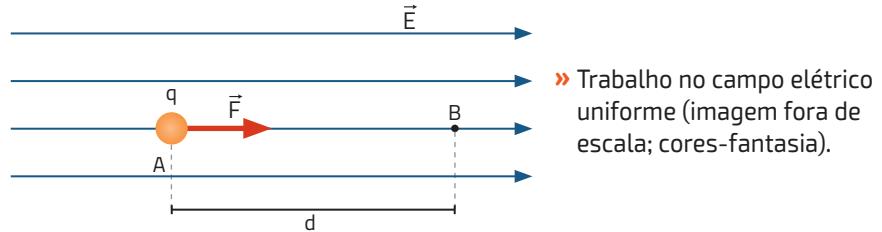
$$1\text{ V} = \frac{1\text{ J}}{1\text{ C}}$$

Essa unidade é uma homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745–1827), inventor da pilha de Volta, primeira pilha (bateria), que permitia alimentar continuamente, por determinado intervalo de tempo, um circuito elétrico.

A tensão (ou diferença de potencial elétrico – ddp) entre os polos positivo e negativo de uma pilha (bateria) é uma informação importante no momento de sua utilização, pois ela informa a quantidade de energia por unidade de carga transportada de um polo ao outro, quando ligada a um circuito. Dizer que uma bateria tem ddp de 1,5 V (ou 1,5 volts) significa que, ao efetuar a ligação entre seus extremos (polos), as forças elétricas realizarão um trabalho de 1,5 J quando deslocarem 1 C de carga de um polo para o outro.

# Diferença de potencial elétrico (tensão) entre dois pontos de um campo elétrico uniforme

Considere uma carga de prova  $q$  que se movimenta em um campo elétrico uniforme, deslocando-se do ponto A para o ponto B:



O trabalho realizado pela força elétrica nesse deslocamento é dado por  $\tau = F_{el} \cdot d$ .

Sabe-se, também, que a relação entre as intensidades da força e do campo é  $F_{el} = q \cdot E$ .

Assim, o trabalho pode ser determinado por:

$$\tau = q \cdot E \cdot d \quad (\text{equação 1})$$

No entanto,

$$U = \frac{\tau}{q} \Rightarrow \tau = q \cdot U \quad (\text{equação 2}).$$

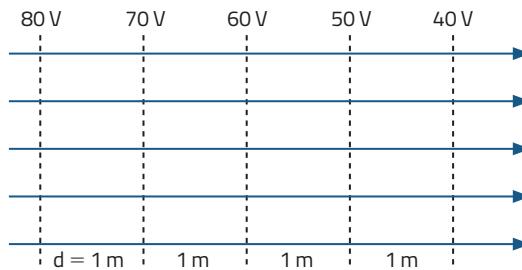
Igualando (1) e (2), vem:

$$q \cdot U = q \cdot E \cdot d$$

$$U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

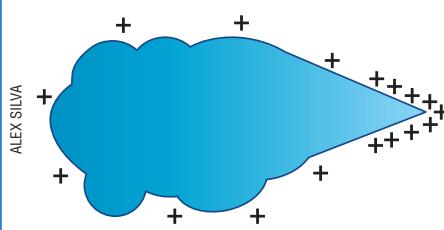
Essa última expressão indica que a unidade de campo elétrico também pode ser escrita, no S.I., em **volt por metro** (V/m). Isso significa que, um campo elétrico uniforme de 10 V/m indica que, há uma diferença de potencial de 10 V a cada 1 m de distância deslocada ao longo das linhas do campo.

As superfícies tracejadas apresentam o mesmo potencial elétrico, sendo chamadas de superfícies equipotenciais. Um deslocamento de carga efetuado ao longo da mesma superfície equipotencial é realizado sem variação de energia elétrica, ou seja, sem realização de trabalho.

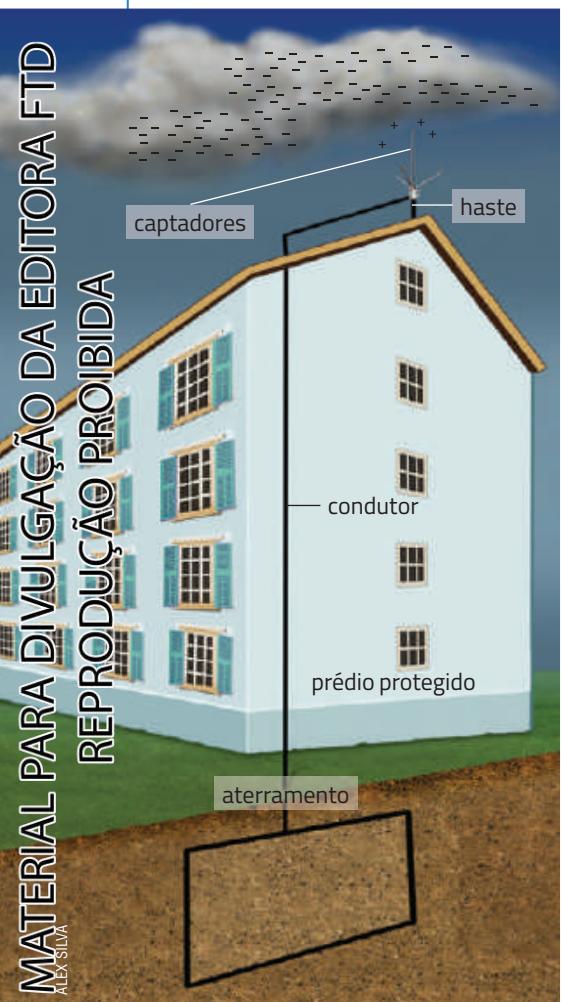


» Exemplo de representação de superfícies equipotenciais.

**Saiba mais**



» Poder das pontas (imagem fora de escala; cores-fantasia).



**O poder das pontas e o para-raios**

Um conceito importante para entender o poder das pontas e, consequentemente, o funcionamento do para-raios é a densidade superficial de cargas que, de forma simplificada, pode ser descrita como uma medida da quantidade de cargas elétricas por unidade de área. Em outras palavras, uma grande densidade superficial de cargas em um corpo indica que há um acúmulo de cargas elétricas nesse corpo.

Uma característica importante é que as cargas elétricas tendem a se concentrar nas superfícies mais pontiagudas, fazendo com que a densidade superficial de cargas seja muito alta e, consequentemente, o campo elétrico seja mais intenso nessa região. A esse fenômeno é dado o nome de **poder das pontas**.

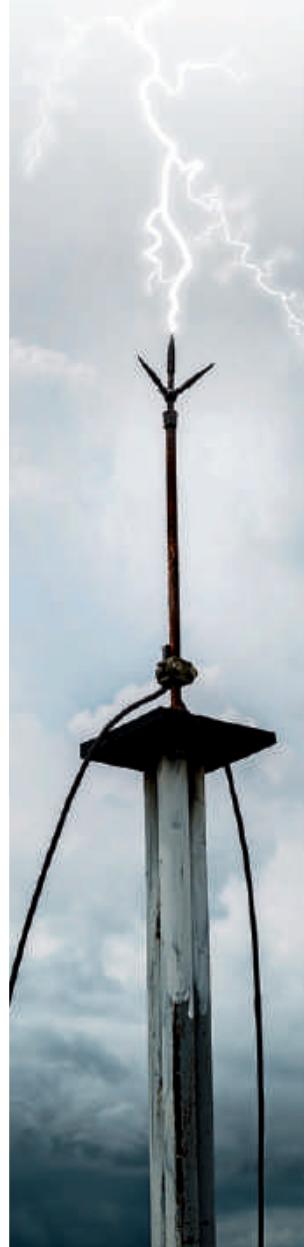
A partir dessa explicação, fica mais fácil entender o princípio de funcionamento do para-raios, pois as nuvens carregadas induzem uma carga na superfície da terra que podem chegar ao ponto de uma descarga elétrica, como foi visto no tema 1 desta unidade. No entanto, o para-raios, devido ao poder das pontas cria um campo elétrico mais intenso do que outros objetos ao seu redor, fazendo com que a descarga elétrica (raio) seja direcionada para o para-raios. Ao atingir o para-raios, a energia da descarga elétrica é dissipada pelo aterramento.

Apesar do nome sugerir que ele pare os raios, o que acontece de fato é que ele induz o direcionamento dos raios, com o objetivo de fazer com que a energia proveniente da descarga elétrica seja conduzida em segurança para o aterramento.

O fogo de santelmo, visto no início deste tema, é uma consequência visível do poder das pontas.

» Caminho da descarga elétrica até o aterramento (imagem fora de escala; cores-fantasia).

» Para-raios em funcionamento.



SOCRATES47/SHUTTERSTOCK.COM

**Atividades**

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. O globo de plasma é um artefato relacionado à emissão de descargas elétricas, de chamativo efeito visual. A partir dos conceitos estudados neste tema, elabore uma explicação para o motivo dos raios do globo de plasma serem direcionados para o dedo da pessoa que encosta em sua superfície.



DMITRI MA/SHUTTERSTOCK.COM

**2.** Leia o texto abaixo:

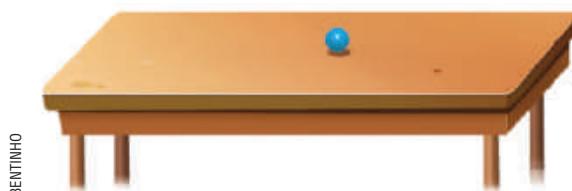
**Raios estão matando gado no Brasil; saiba como evitar**

[...] O especialista afirmou que árvores isoladas em uma pastagem são um ponto preferencial para a queda dos raios por conta da altura elevada na área geralmente descampada. “Toda vez que você tem um ponto alto, é preferencial para a queda de um raio. Aquela história que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar é mentira, ele cai em um ponto mais alto”, revelou.

“Se você tem um pasto do qual você tirou toda a vegetação elevada e ficou com uma árvore, ela vai ser um ponto preferencial pra queda de raio. O interessante é que muitas vezes, durante uma chuva, os animais se dirigem exatamente para esta árvore. Então, se cai um raio, todos os animais em volta dela serão eletrocutados porque a descarga atmosférica cai na árvore, mas a corrente se espalha pelo chão e toda a região do entorno desta árvore fica perigosa, por isso vários animais morrem”, completou. [...]

RAIOS estão matando gado no Brasil; saiba como evitar. **Canal Rural.** 18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.giroboi.com.br/destaques/raios-estao-matando-gado-no-brasil-saiba-como-evitar/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

- a)** Por que a árvore “vai ser um ponto preferencial pra queda do raio”, como disse o especialista citado na reportagem? Explique utilizando os conceitos que aprendeu nesse tema.
- b)** O que poderia ser feito para proteger o gado dessas descargas? Elabore uma proposta de intervenção para solucionar esse problema, justificando-a fisicamente.
- 3.** Uma bolinha de borracha dura, carregada negativamente ( $-Q$ ) está fixa no centro de uma mesa horizontal, conforme a figura.

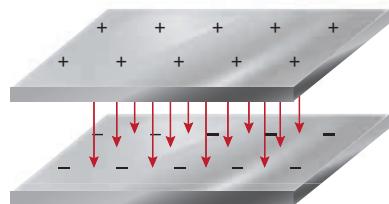


BENTINHO

Em conversa com seus amigos, elaborem um procedimento para provar que existe campo elétrico devido à carga ( $-Q$ ) da bolinha. Para isso, vocês podem utilizar outros materiais que tiverem à disposição, tais como outra bolinha de borracha dura, lã, seda, poliéster, plástico etc.

Que procedimentos vocês devem desenvolver para identificar a presença de campo elétrico nessa situação?

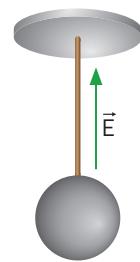
- 4.** Duas placas planas, paralelas entre si e carregadas com cargas elétricas de mesmo módulo e sinais contrários estão dispostas como na figura abaixo e distanciadas de 10 cm entre si. Uma carga positiva  $q = 3 \mu\text{C}$  é solta próxima à placa positiva.



ILÉ COMUNICAÇÃO

- a)** Determine o trabalho realizado pela força elétrica ao se deslocar da placa positiva até a placa negativa quando o valor do campo for de  $6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ .
- b)** Determine a diferença de potencial entre as placas do conjunto.
- c)** Pesquise na internet aplicações do campo elétrico (uniforme ou não) na ciência e tecnologia. Escolha um dos temas encontrado e apresente para a sua turma.

- 5.** Uma esfera carregada positivamente com carga de módulo  $5 \mu\text{C}$  (podendo ser positiva ou negativa) foi pendurada por um fio isolante em uma região onde atua um campo elétrico constante de intensidade  $1,5 \cdot 10^2 \text{ N/C}$  com orientação mostrada na figura. Se a massa da esfera for igual a  $3 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$  determine a relação  $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$  entre as trações no fio nas situações: 1 – quando a carga é positiva e 2 – quando a carga é negativa.



ILÉ COMUNICAÇÃO

# Princípios de eletrodinâmica



» Exemplo de uso de desfibrilador externo automático (dea) em simulação.

MURATSEYIT/GETTY IMAGES

Forme um grupo com os amigos para discutir sobre o funcionamento do desfibrilador para responder as seguintes questões:

- 1 Qual a função do desfibrilador?
- 2 Qual o princípio de funcionamento do desfibrilador?
- 3 Por que o coração pode voltar a funcionar após o uso do desfibrilador?
- 4 O uso do desfibrilador exige treinamento e, caso seja utilizado de forma inadequada pode, em vez de ajudar, provocar danos no organismo da pessoa. Identifique e explique algum desses danos.

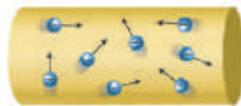
Não escreva no livro

## Corrente elétrica

Em um material condutor, os elétrons livres que possuem em sua estrutura estão em constante movimento desordenado, em todas as direções.

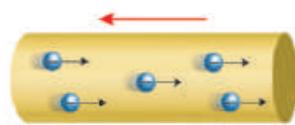
Lembrando que as cargas elétricas negativas (elétrons livres) sofrem a ação de uma força elétrica em sentido contrário ao do campo elétrico que, por sua vez, está associado a uma diferença de potencial ( $U$ ), torna-se possível organizar o movimento dessas cargas criando, entre os ponto  $A$  e  $B$ , uma diferença de potencial ( $U_{AB}$ ).

Esse movimento organizado de cargas elétricas recebe o nome de corrente elétrica ( $i$ ) e seu sentido convencional é igual ao do campo elétrico que a originou. Outra forma de dizer a mesma coisa é indicar que o sentido convencional da corrente elétrica é oposto ao sentido de movimento dos elétrons.



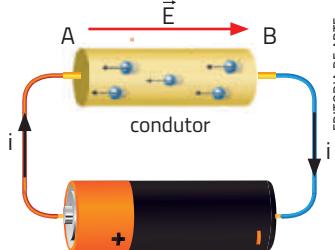
WALTER CALDEIRA

» Movimento desordenado de cargas elétricas em um condutor (imagem fora de escala; cores-fantasia).



WALTER CALDEIRA

» Movimento organizado (ordenado) de cargas elétricas em um condutor (imagem fora de escala; cores-fantasia).



EDITORIA DE ARTE

» Sentido da corrente elétrica no circuito (imagem fora de escala; cores-fantasia).

A ddp entre os pontos *A* e *B* é fornecida por uma fonte de tensão que pode ser uma pilha, uma bateria ou uma tomada ligada à rede elétrica de sua casa.

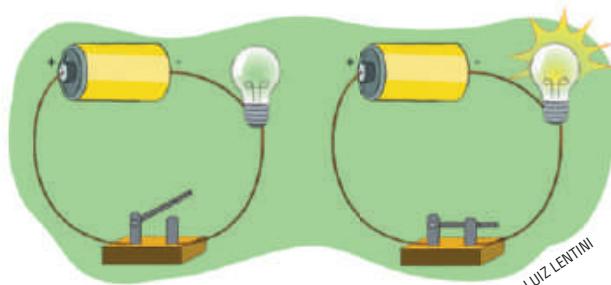
» Fontes de tensão elétrica.



FOTOGRAFIA: JR IMAGES / SHUTTERSTOCK.COM; JAMES HONSTINE / SHUTTERSTOCK.COM; STUDIOARZ / SHUTTERSTOCK.COM; GOFFKEIN / PROSHUTTERSTOCK.COM

Portanto, para que uma corrente elétrica possa fluir por um material, é necessário que:

1. o material seja condutor;
2. exista uma fonte de tensão que produzira a diferença de potencial necessária para a movimentação organizada das cargas elétricas;
3. o circuito seja fechado, ou seja, exista ligação entre os polos da fonte de tensão.



» Circuitos elétricos aberto e fechado.

## Efeitos da corrente elétrica

Quando uma corrente elétrica percorre um condutor elétrico, ela provoca alguns efeitos, tanto no caminho percorrido por ela (condutor) quanto no espaço no seu entorno. Entre esses efeitos, são destacados:

1. **Efeito magnético:** em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777 – 1851) notou que a agulha da bússola sofria desvio quando aproximada de um condutor em que passava uma corrente elétrica. Quando a corrente era interrompida, a agulha voltava à posição original. Assim, Oersted concluiu que cargas elétricas em movimento produzem efeito magnético. Um exemplo prático desse efeito é o eletroímã.
2. **Efeito térmico (efeito Joule):** quando uma corrente elétrica percorre um condutor, os elétrons, em seu movimento, interagem com as partículas constituintes desse material. Com isso, os átomos aumentam seu grau de agitação, fazendo com que a temperatura aumente. Esse efeito é utilizado no chuveiro, ferro elétrico e aquecedores elétricos.
3. **Efeito químico:** quando a corrente elétrica atravessa soluções eletrolíticas, provoca transformações químicas. É utilizado industrialmente em processos de revestimento de superfícies com algum metal, como: a cromagem de peças metálicas em carros e motos.
4. **Efeito fisiológico:** quando uma corrente elétrica atravessa um organismo vivo, além dos efeitos térmico e químico, ocorrem também efeitos sobre nervos e músculos, tais como contrações e distensões. Esse efeito é a base dos tratamentos com eletroterapia.
5. **Efeito luminoso:** baseia-se no fato de gases ionizados emitirem luz quando atravessados por corrente elétrica, como ocorre nas lâmpadas fluorescentes e de neon.



» Eletroímã – efeito magnético da corrente elétrica.



» Aplicações do efeito térmico (Joule).



» Efeito químico na cromagem de peças.



» Efeito fisiológico muito utilizado na eletroterapia.



» Efeito luminoso em um letreiro de luz neon.

## Intensidade da corrente elétrica

Você já observou uma tomada queimada dessa maneira?

5

Em grupo, com seus amigos, conversem sobre os motivos para que esse fato tenha acontecido e possíveis ações e cuidados para evitá-lo, garantindo maior segurança a todos.

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.



HERJUA/SHUTTERSTOCK.COM

A intensidade de corrente elétrica fornece uma medida da rapidez com que as cargas elétricas se movimentam quando a corrente elétrica atravessa um condutor. Assim, é definida como a quantidade de carga elétrica por unidade de tempo que atravessa uma determinada seção transversal do condutor.

Assim, a intensidade média ( $i_m$ ) da corrente elétrica é dada por:

$$i_m = \frac{|Q|}{\Delta t}$$

onde  $|Q|$  é o módulo da quantidade de carga e  $\Delta t$  o intervalo de tempo decorrido.

No SI, a unidade de medida de corrente elétrica é expressa em **coulomb por segundo ( $\frac{C}{s}$ )**, que recebe o nome **ampère (A)**, em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère (1775-1836), que fez importantes contribuições para o estudo do eletromagnetismo. Então:

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

Uma corrente elétrica de 1 A é uma corrente de intensidade considerada alta. No corpo humano, uma corrente de 10 a 15 milésimos de ampère podem causar câimbra muscular enquanto corrente de 50 milésimos de ampère pode paralisar a musculatura do aparelho respiratório. Em função disso, é comum a utilização de submúltiplos mili (m), micro ( $\mu$ ) e nano (n). As relações são:

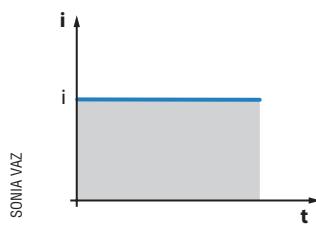
$$1 \text{ miliampere (1 mA)} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \text{ microampere (1 } \mu\text{A)} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ A}$$

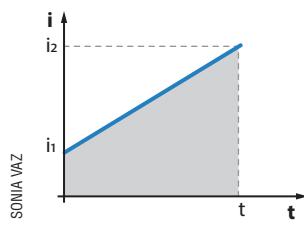
$$1 \text{ nanoampere (1 nA)} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ A}$$

A intensidade da corrente elétrica em função do tempo pode ser representada graficamente:

a) corrente constante



b) corrente variável



» Exemplos de gráficos para intensidade de corrente constante (a) e variável (b).

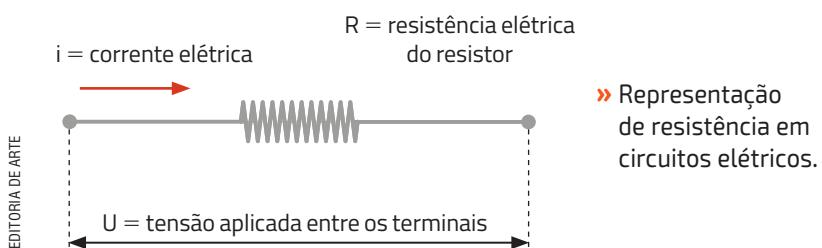
Em ambos os casos, o módulo da quantidade de carga elétrica ( $|Q|$ ) pode ser determinada pela área sob o gráfico.

Importante lembrar que a carga elétrica também pode ser determinada conhecendo a quantidade ( $n$ ) de portadores de carga que se deslocou nesse intervalo de tempo, uma vez que, é proporcional à carga elementar ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ).

$$|Q| = n \cdot e \Rightarrow |Q| = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

## Resistência elétrica e lei de Ohm

Ao estabelecer uma tensão elétrica ( $U$ ) entre os terminais de um condutor metálico, os elétrons livres adquirem movimento ordenado – corrente elétrica ( $i$ ). No entanto, os átomos do condutor tendem a dificultar o movimento dos elétrons livres, atraindo-os. Essa dificuldade imposta pelo material à movimentação dos elétrons recebe o nome de **resistência elétrica**, sendo, portanto, uma característica de cada material, muitas vezes representada pela figura:



Matematicamente, a resistência elétrica ( $R$ ) é definida como a razão entre a tensão aplicada ( $U$ ) e a corrente elétrica ( $i$ ) que se estabelece no circuito:

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

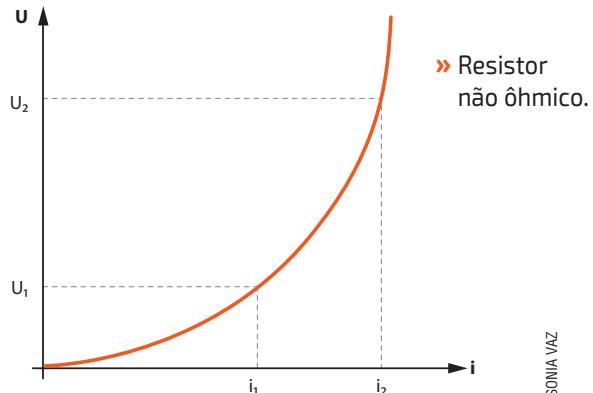
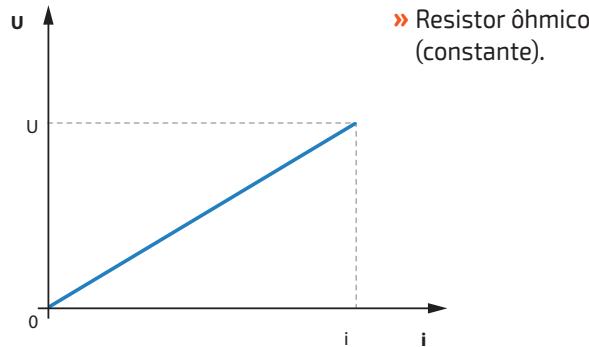
No SI, a tensão elétrica ( $U$ ) é medida em volt (V) e a corrente elétrica ( $i$ ) é medida em ampère (A). Assim, a resistência elétrica será medida em volt/ampère (V/A), denominada **ohm** (simbolicamente representado por  $\Omega$ ), em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1787–1854), que estabeleceu a relação entre  $U$  e  $i$ , que passou a ser chamada Lei de Ohm.

Lei de Ohm:

$$U = R \cdot i$$

Quando a razão  $\frac{U}{i}$  assume valores constantes, a resistência elétrica é constante, o resistor é chamado de ôhmico e o gráfico representativo da relação é uma reta que passa pela origem do sistema de eixos. Esse gráfico é denominado **curva característica do resistor**.

Já o caso em que a razão  $\frac{U}{i}$  assume valores diferentes para cada tensão, a resistência elétrica é variável e o gráfico representativo é uma curva.



Nesse caso, o valor da resistência para cada tensão pode ser determinado por meio da lei de Ohm.

$$R_1 = \frac{U_1}{i_1} \text{ e } R_2 = \frac{U_2}{i_2}. \text{ No entanto, } R_1 \neq R_2$$

## Potência elétrica

Considere, respectivamente, as lâmpadas (A) e (B) de uma mesma empresa e ambas para uma rede elétrica de 127 V.



6 Em grupo, converse com seus amigos para identificar as características de cada lâmpada e de seu funcionamento. O que podem dizer sobre as informações dadas nas embalagens das lâmpadas (A) e (B)?

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

### Saiba mais

Potência é uma grandeza física usada para calcular a quantidade de energia concedida ou consumida por unidade de tempo. Em outras palavras, é uma medida da taxa de variação da energia em função do tempo e é importante para medir a rapidez com a qual uma forma de energia é transformada por meio da realização de um trabalho.

Assim, a definição matemática de potência é dada pelo trabalho realizado em função da variação de tempo:

$$P = \frac{|\tau|}{\Delta t}$$

Onde,

P – potência, medida em watt (W);

τ – trabalho, medido em joules (J);

Δt – intervalo de tempo, medido em segundos (s).

Como foi visto, tensão (U) entre as posições final e inicial é definida por meio da razão entre a variação de energia (trabalho) e a quantidade de carga elétrica.

$$U = \frac{\tau}{q}$$

Portanto,  $\tau = q \cdot U$ .

$$\text{Substituindo na equação da potência, vem: } P = \frac{|\tau|}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{q \cdot U}{\Delta t}$$

Como  $i = \frac{q}{\Delta t}$ , pode-se escrever:

$$P = i \cdot U$$

Essa expressão permite que se determine a corrente elétrica que percorre qualquer aparelho, conhecendo sua ddp e potência, propriedades normalmente expressas nos rótulos ou embalagens dos produtos.

Assim, voltando ao problema das lâmpadas (A) e (B), acima, pode-se verificar que:

Lâmpada A:

$$\begin{aligned} U &= 127 \text{ V} \\ P_A &= 120 \text{ W} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= i \cdot U \Rightarrow 120 = i_A \cdot 127 \\ i_A &= 0,95 \text{ A} \end{aligned} \right.$$

Lâmpada B:

$$\begin{aligned} U &= 127 \text{ V} \\ P_A &= 70 \text{ W} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= i \cdot U \Rightarrow 70 = i_A \cdot 127 \\ i_A &= 0,55 \text{ A} \end{aligned} \right.$$

Duas conclusões podem ser tiradas na comparação das duas lâmpadas:

1. Como a potência da lâmpada A (120 W) é maior do que a potência da lâmpada B (70 W), a lâmpada A consome mais energia elétrica durante seu funcionamento.
2. A corrente elétrica que percorre a lâmpada A ( $i_A = 0,95 \text{ A}$ ) é maior do que a corrente que percorre a lâmpada B ( $i_B = 0,55 \text{ A}$ ).

Com o conceito de potência elétrica, é possível estimar a quantidade de energia elétrica consumida por cada aparelho elétrico em nosso dia a dia, que é a quantidade de energia elétrica transformada em outro tipo de energia durante o funcionamento do aparelho. Por exemplo, um ventilador transforma a energia elétrica recebida da rede elétrica em movimento de suas pás que movimentam o ar. Além disso, uma parte da energia é transformada em som (barulho feito pelo ventilador) e em aquecimento de seu motor e do circuito interno.

Assim, a quantidade de energia elétrica consumida por um aparelho elétrico cuja potência é conhecida é estimada por

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow \tau = P \cdot \Delta t, \text{ ou simplesmente } E = P \cdot \Delta t.$$

Ou seja, sabendo a potência e o tempo de funcionamento, a energia elétrica consumida é dada pelo produto potência vezes tempo.

Utilizando as unidades do SI, watt para potência e segundo para o tempo, a energia será dada em joules. Porém, na "conta de luz", o consumo de energia é dado em kWh.

O kWh é a unidade de energia encontrada quando a potência é medida em kW (1 000 W) e o tempo em horas. Vamos exemplificar com uma situação prática.

Qual o consumo mensal, em kWh, de um chuveiro elétrico de potência 5 000 W, que funciona durante uma hora por dia, durante os trinta dias do mês?

Potência: 5 000 W  $\rightarrow$  5kW

Tempo: 30 dias  $\times$  1 hora/dia  $\rightarrow$  30 horas

Assim,  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 5 \text{ kW} \cdot 30 \text{ h} \Rightarrow E = 150 \text{ kWh}$

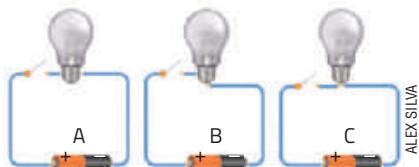
## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. No laboratório de física da escola um estudante tem de montar um circuito elétrico com uma pilha de 1,5 V e uma lâmpada de 1,5 V e 0,3 W de potência. Após algumas tentativas ele conseguiu fazer que a lâmpada acendesse.

a) Com os conhecimentos de física, adquiridos em sala de aula analise os esquemas abaixo. Em qual dos circuitos abaixo haverá sucesso ao fechar o circuito? Justifique a sua resposta.



b) Analisando os dados do texto, estime o valor da corrente que passa pelo circuito.

c) O fabricante da pilha indica que a carga da mesma é de 1800 mAh. Estime o tempo de funcionamento desta pilha se for usada ininterruptamente.

2. Leia a reportagem a seguir.

### EDP alerta: no inverno o chuveiro elétrico pode se tornar o vilão da conta de luz

Com a chegada do inverno e dias mais frios, o chuveiro elétrico pode representar um aumento significativo na conta de luz no final do mês. [...] o uso de um chuveiro com 5.500 W de potência por 30 minutos todos os dias, na posição 'inverno' pode representar mais de R\$ 50 na conta de luz no fim do mês.

[...]

"Geralmente, os produtos de menor potência esquentam menos a água e consomem menos energia. Mas outro fator fundamental para a economia é a mudança de hábito. Por exemplo, ao reduzir o jato do chuveiro, o equipamento de menor potência consegue aquecer o suficiente, diminuindo o gasto de energia e de água, contribuindo também para o meio ambiente", ressalta Roberto Miranda, gestor de relacionamento da EDP. [...]

EDP ALERTA: no inverno o chuveiro elétrico pode se tornar o vilão da conta de luz. **Vale News**, 22 jun. 2020. Disponível em: <http://valenews.com.br/2020/06/22/edp-alerta-no-inverno-o-chuveiro-elettrico-pode-se-tornar-o-vilao-da-conta-de-luz/>. Acesso em: 12 ago 2020.

a) Interpretando os dados do texto, estime o valor do kWh usado como referência para os valores citados.

b) Supondo-se que, numa residência existam os aparelhos com a potência e tempo de uso diário dados a seguir, estime o valor, em reais,

da conta de luz mensal dessa residência utilizando o valor do kWh da questão anterior. Justifique sua resposta com os cálculos.

Aparelho	Potência (W)	Tempo de uso diário
Chuveiro	5 500	30 min
Ferro elétrico	2 000	45 min
Televisor	200	6 h
10 lâmpadas	25 cada	6 h
Rádio	35	4 h

Dados hipotéticos

3. Abaixo vemos um resistor de um chuveiro de 3 posições: fria, verão e inverno, que dependem do modo como estão conectados os polos A, B e C. O selo indicativo na traseira do chuveiro mostra os valores 6 600 W – 220 V e sua amperagem.



FERNANDO FAVORRETO/  
CRIAR IMAGEM

a) De acordo com o texto, identifique quais as conexões entre os polos para cada uma das posições do botão do chuveiro, justificando sua resposta.

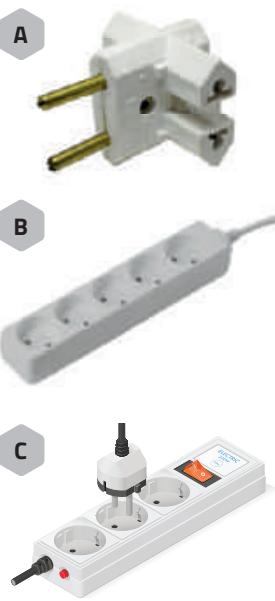
b) Interpretando o texto acima e aplicando seus conhecimentos de eletricidade, determine a corrente máxima do chuveiro em questão. Qual a resistência elétrica quando a chave está nessa posição?

4. Um morador, que em sua casa tem um chuveiro semelhante ao descrito na atividade anterior, está insatisfeito com o desempenho do aparelho no inverno e decide modificar a resistência do chuveiro.

a) Analisando o texto, descreva qual o melhor modo de modificar o chuveiro para que a intenção do morador seja satisfeita sem que ele tenha de comprar um novo resistor ou trocar de chuveiro.

b) Sabendo que o valor da resistência elétrica é proporcional ao comprimento do resistor e que a proporção entre as distâncias entre os polos AB e BC é de 2:1. Estime os valores das resistências das posições "verão" e "inverno".

# Circuitos elétricos



» Multiplicadores de tomada:  
(A) Benjamin (T) e (B e C)  
réguas multiplicadoras.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 1 Em sua casa, você utiliza algum ou alguns desses elementos elétricos? Qual(is)?
- 2 Sem levar em conta o preço, quais as diferenças entre os multiplicadores de tomada mostrados?
- 3 Você identifica riscos na utilização desses multiplicadores? Explique.

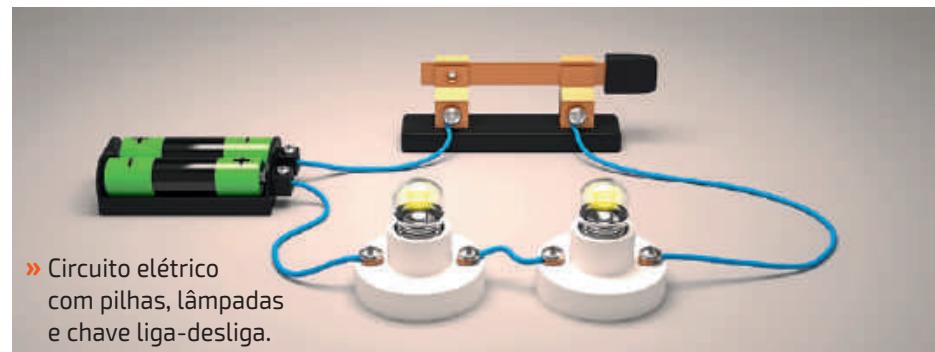
Não escreva no livro

As imagens ao lado mostram equipamentos comuns em casas e escritórios. Entre os multiplicadores de tomadas, os mais comuns são popularmente chamados de "benjamin (T)" e "réguas".

Apesar de não recomendados, a utilização dos equipamentos acima está associada aos circuitos elétricos, foco deste tema. Posteriormente, será possível analisar os perigos recorrentes da utilização destes equipamentos.

O **círculo elétrico** é a montagem composta pela associação de dispositivos elétricos, tais como resistores, lâmpadas, aparelhos elétricos, fios de ligação e pilhas (geradores elétricos), no qual cada um cumpre determinada função para o funcionamento adequado do conjunto.

Os **resistores** têm como função o controle e a limitação da corrente elétrica que percorre o circuito elétrico, consumindo energia elétrica e convertendo-a em calor. Os **fios de ligação** realizam, como o próprio nome diz, a ligação entre os diferentes elementos do circuito e a **fonte de tensão** (que pode ser pilha, gerador ou tomada elétrica), fornece a tensão (ou diferença de potencial - ddp) responsável pela corrente elétrica que percorre o circuito e que fará as lâmpadas ou aparelhos elétricos funcionarem.



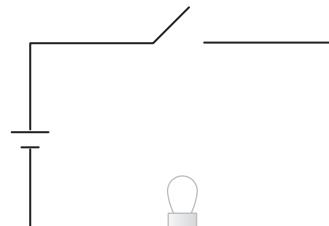
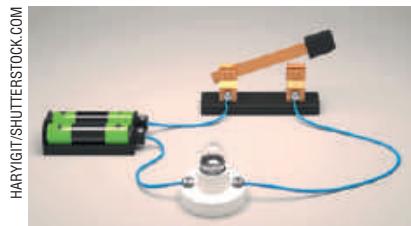
HARYGIT/SHUTTERSTOCK.COM

Alguns elementos adicionais podem ser inseridos no circuito, tais como o fusível – dispositivo de segurança para evitar que uma sobrecarga de corrente danifique os aparelhos elétricos – e os instrumentos de medição de corrente (amperímetro) e de tensão elétrica (voltímetro).

Ao analisar os elementos de um circuito elétrico e efetuar medidas de corrente e tensão elétrica, o reconhecimento das características de cada tipo de ligação ou associação dos elementos do circuito facilita a compreensão de seu funcionamento, sua montagem e a avaliação de possíveis riscos.

# Círculo elétrico simples

Círculo elétrico é o caminho por onde a corrente elétrica flui, sendo composto por uma fonte de energia elétrica (pilha, bateria ou tomada elétrica), um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho.



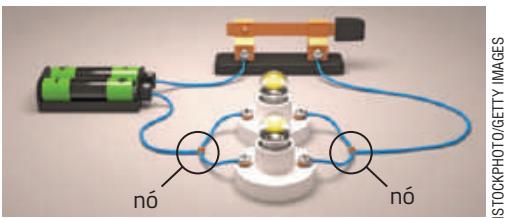
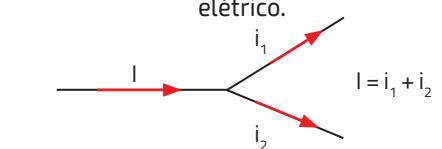
» Círculo elétrico.

Quando ocorre alguma ramificação no caminho a ser percorrido pela corrente elétrica, há a formação de um **nó**, que indica o local no qual a corrente elétrica pode se subdividir, passando por caminhos diferentes. Nesse caso, aplica-se a chamada **Lei dos Nós**, que indica que a soma das correntes que chegam em um nó é igual a soma das correntes que saem dele.

Esta lei é consequência da conservação da carga elétrica, cuja soma algébrica das cargas existentes em um sistema fechado permanece constante.

Em geral, os circuitos elétricos são representados de forma esquemática, em que lâmpadas, chaves interruptoras, resistores e fontes de tensão são indicados por meio de símbolos e desenhos.

Observe as representações esquemáticas para os circuitos a seguir.

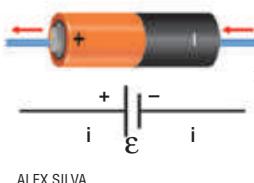


» Círculo elétrico simples com a indicação dos “nós” onde ocorre a divisão de corrente.

	Círculo elétrico com lâmpadas	Bateria elétrica	Resistor elétrico	Círculo elétrico com resistor	
Representação esquemática					ALEX SILVA
Representação simbólica					ALEX SILVA

» Representação esquemática de circuitos elétricos.

Nessa representação, merece destaque a forma de indicar a fonte de tensão (bateria). Uma característica importante do gerador é a **força eletromotriz ( $\varepsilon$ )** que é a medida (em volts) indicativa da quantidade de energia transformada por unidade de carga deslocada na produção de corrente elétrica.



» Representação da bateria elétrica.

## Saiba mais

## Quem produz a ddp no circuito

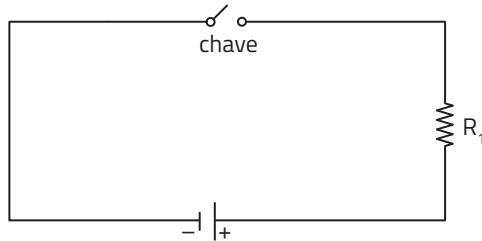
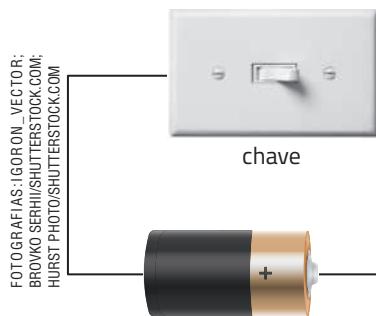
O gerador elétrico é o responsável pelo fornecimento da tensão elétrica, responsável pela movimentação das cargas elétricas, ou seja, da corrente elétrica. Para isso, ele transforma algum tipo de energia em energia elétrica.

As pilhas e baterias são chamadas de geradores eletroquímicos por transformarem energia química em energia elétrica com processos eletrolíticos.

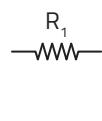
Já nas usinas geradoras de eletricidade, ocorre a transformação de energia mecânica, térmica ou nuclear, por exemplo, em elétrica, dependendo do tipo de usina.

Outra representação importante é a utilizada para indicar a posição de um resistor colocado no circuito.

Assim, um circuito elétrico simples pode ser representado por:



CRAIG WALTON/SHUTTERSTOCK.COM



» Representação de um resistor elétrico.

» Representação de um circuito elétrico, com os símbolos de cada componente: bateria, chave liga-desliga e resistor.

## Associação de resistores em série



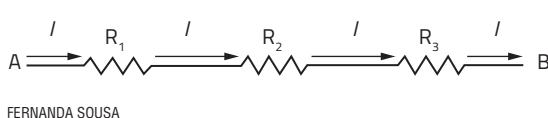
CRAIG WALTON/SHUTTERSTOCK.COM

» Associação de resistores em série.

A ligação em que dois ou mais resistores (ou lâmpadas) são conectados em sequência é chamada de **associação em série**.

Como o caminho é único, não havendo ramificação, a corrente elétrica ( $i$ ) que “entra” em A é a mesma que “sai” em B, ou seja, em uma associação em série, a corrente que percorre todos os resistores é a mesma.

Esquematicamente:

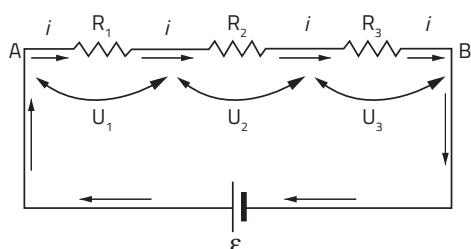


» Representação simbólica da associação de resistores em série.

Mas, como é possível determinar a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito?

Para isso, é necessário verificar as especificações da fonte de tensão. No caso de um gerador, se ele for ideal, já indicará diretamente a tensão fornecida ao circuito. Se não for, deve-se analisar a tensão consumida por sua resistência interna (um exemplo será visto posteriormente).

Além disso, cada resistor, consome uma parcela ( $U_1$ ,  $U_2$  e  $U_3$ ) dessa tensão total, como representado na figura.



» Representação simbólica de um circuito com associação de resistores em série.

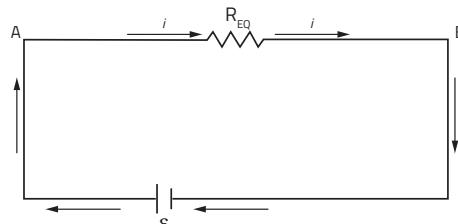
A tensão (ddp) em cada resistor é dada por:

$U_1 = R_1 \cdot i$ ,  $U_2 = R_2 \cdot i$  e  $U_3 = R_3 \cdot i$ . E a tensão total ( $U_T$ ) é dada por:

$U_T = U_1 + U_2 + U_3 \Rightarrow U_T = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i \Rightarrow U_T = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot i$ , onde

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

$R_{eq}$  é chamado de **resistor equivalente** do circuito e indica o valor da resistência elétrica de um resistor que, colocado na presença dessa fonte, produz a mesma corrente elétrica total  $i$ . Portanto, o circuito equivalente encontra-se representado a seguir.



» Representação simbólica do circuito com resistor equivalente.

FERNANDA SOUSA

No circuito equivalente,  $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$  e a ddp entre os pontos A e B é dada pela ddp fornecida pelo gerador. Se o gerador for ideal, ou seja, se sua resistência interna puder ser desprezada, a ddp entre os pontos A e B será dada pela força eletromotriz ( $\epsilon$ ) do gerador.

No caso do gerador não ser ideal, apresentando uma resistência interna  $r \neq 0$ , basta acrescentá-la no cálculo da resistência total do circuito. Dessa forma, pode-se escrever que a resistência total do circuito é  $R_{eq} + r$ .

Assim, de forma geral, aplicando a lei de Ohm para a determinação da corrente no circuito, tem-se:

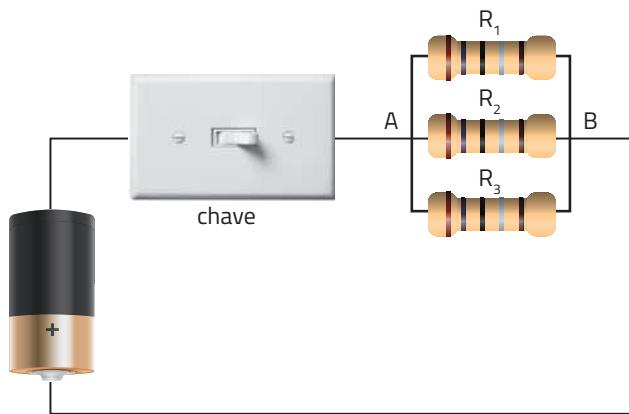
$$U = R \cdot i \Rightarrow i = \frac{U}{R} \Rightarrow i = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}}$$

Essa expressão é conhecida como lei de Ohm – Pouillet, em homenagem ao cientista alemão George Simon Ohm (1789–1854) e ao físico francês Claude Pouillet (1790–1868), que contribuíram com os estudos sobre a corrente em circuitos elétricos.

## Associação de resistores em paralelo

Observe que, no circuito a seguir, os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  estão ligados nos mesmos pontos A e B. Isso significa que eles estão submetidos à mesma ddp. Essa associação de resistores é denominada **associação em paralelo**.

» Associação de resistores em paralelo.



FOTOGRAFIAS: IGORON\_VECTOR; BROVKO SERHII/  
SHUTTERSTOCK.COM; HURST PHOTO/SHUTTERSTOCK.COM

Nessa associação, os resistores e a corrente em cada um podem ser representados esquematicamente.

» Representação simbólica de circuito com associação de resistores em paralelo.

Em A, a corrente elétrica total  $i$  se divide em  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ , que atravessam os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , respectivamente.

Assim,  $i = i_1 + i_2 + i_3$  (equação I)

Como a ddp em cada resistor é  $U_{AB}$ , vem:

$$i_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}, i_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} \text{ e } i_3 = \frac{U_{AB}}{R_3}$$

Se os resistores entre os pontos A e B forem substituídos pelo equivalente a eles ( $R_{eq}$ ), nesse trecho, vem:

Aplicando a lei de Ohm entre A e B:

$$U_{AB} = R_{eq} \cdot i \Rightarrow i = \frac{U_{AB}}{R_{eq}} \text{ (equação II)}$$

Dessa forma,

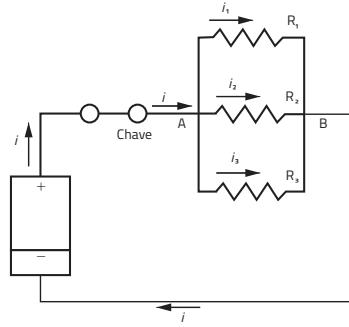
$$i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow \frac{U_{AB}}{R_{eq}} = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2} + \frac{U_{AB}}{R_3}$$

Portanto, para resistores associados em paralelo, duas propriedades são importantes:

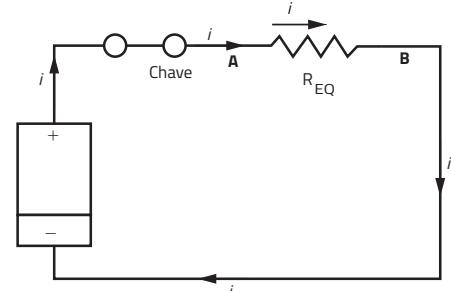
a) a ddp (tensão) em cada um deles é a mesma;

b) a corrente elétrica total do circuito se divide pelas ramificações e  $i = i_1 + i_2 + \dots + i_n$ .

Uma observação importante a ser destacada em relação à ligação em paralelo é o fato de, ao acrescentar elementos (resistores) em paralelo, cada um continuar funcionando normalmente enquanto a corrente total no circuito aumenta. Por isso, não é recomendável a utilização de multiplicadores de tomadas como o benjamin (ou T), régua ou filtro de linha. Isso porque o acréscimo de aparelhos ligados a eles faz que a corrente elétrica na fiação sofra sobrecarga, provocando aquecimento acima do previsto, podendo ocasionar problemas de natureza elétrica ou mesmo incêndios.



EDITORIA DE ARTE



EDITORIA DE ARTE

De onde sai:

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

Um caso particular é aquele em que dois resistores são ligados em paralelo. Nessa situação:

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

# Associação mista de resistores

- 4 Considere ter à disposição três resistores cujas resistências elétricas são  $4\ \Omega$ ,  $6\ \Omega$  e  $12\ \Omega$ . De quantas maneiras podemos associá-los, sem que fiquem totalmente em série e nem todos em paralelo?

5 Para cada uma dessas possibilidades, calcule a resistência equivalente.

**Não escreva no livro**

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

## Atividade resolvida

1. Considere o circuito ao lado e determine a corrente elétrica em cada ramo do circuito.

Primeiro, identificar os nós e nomeá-los, por exemplo, com A e B, iniciando nos extremos do gerador. A partir daí, continuar essa identificação, conforme o esquema a seguir.

O próximo passo é esticar o circuito, colocando como extremos os pontos A e B (extremos do gerador).

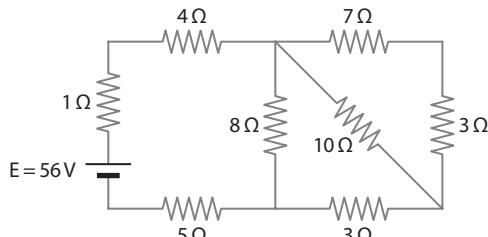
Observe que há dois caminhos diferentes entre os nós C e D. Isso significa uma ligação em paralelo entre os resistores desses caminhos.

Os resistores marcados estão em série, portanto, podemos juntá-los e substitui-los por uma resistência equivalente de  $10\ \Omega$ , conforme esquema 4.

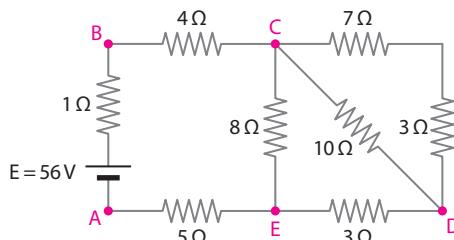
Resolver problemas de associação de resistores significa saber ddp e corrente em cada elemento do circuito. Assim, qualquer que seja o circuito proposto, o processo de resolução envolve a determinação dessas variáveis e a partir daí, analisar o que se pede.

Uma técnica bastante eficiente para isso, é começar determinando os nós existentes no circuito, lembrando que: nó é a representação dos pontos de ramificação do circuito, em que há intersecção de dois ou mais fios. Nesse sentido, a forma de nomear os nós está relacionada a haver ou não diferença de potencial entre dois pontos. Assim, qualquer trecho de fio que não tenha resistência elétrica constituirá um mesmo ponto, pois a diferença de potencial é nula entre eles.

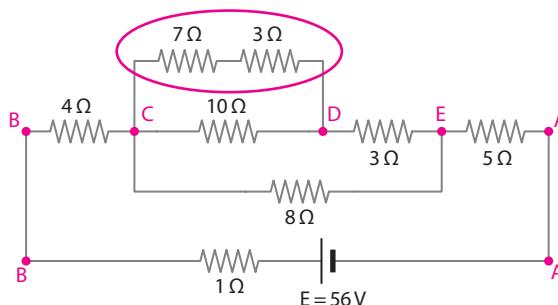
Esse método será explicado a partir de um exemplo.



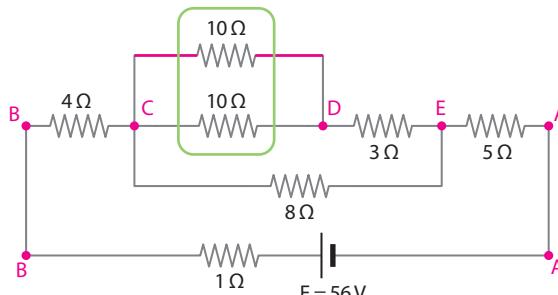
## » Esquema 1.



## » Esquema 2



### » Esquema 3.

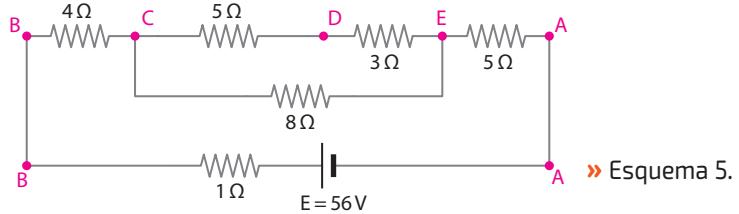


## » Esquema 4.

Agora, os resistores de  $10\Omega$  estão em paralelo. Calculando o equivalente desse trecho entre C e

$$\text{D vem: } R_{CD} = \frac{10 \cdot 10}{10+10} \Rightarrow R_{CD} = \frac{100}{20} \Rightarrow R_{CD} = 5\Omega$$

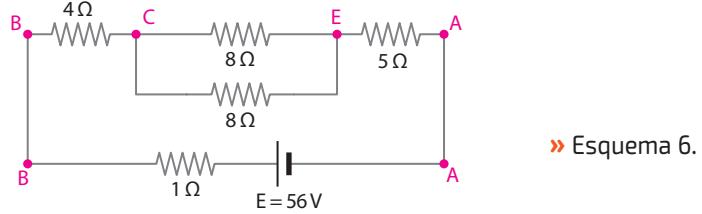
Redesenhando o circuito, tem-se o esquema 5 ao lado.



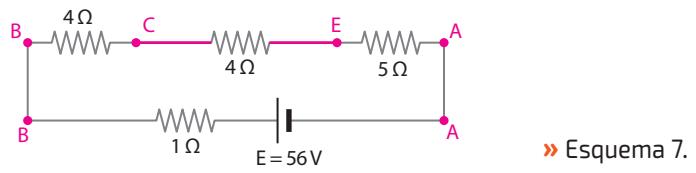
» Esquema 5.

Com isso, o ponto D não é mais um nó, pois não há ramificação e os resistores de  $5\Omega$  e de  $3\Omega$  estão em série. O próximo passo é juntá-los e redesenhar o circuito.

Observe que a cada passagem, o circuito vai ficando mais curto e mais simples. Agora, é possível observar que, entre os nós C e E, os resistores de  $8\Omega$  estão em paralelo. Portanto, deve-se calcular seu equivalente e redesenhar o circuito.



» Esquema 6.



» Esquema 7.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

$$\text{O resistor equivalente entre os pontos C e E é } R_{CE} = \frac{8 \cdot 8}{8+8} \Rightarrow R_{CE} = \frac{64}{16} \Rightarrow R_{CE} = 4\Omega$$

Com isso, os pontos C e E não são mais nós e o trecho BA tem os resistores  $4\Omega$ ,  $4\Omega$  e  $5\Omega$  em série. Portanto,

$$R_{eq} = 4 + 4 + 5 \Rightarrow R_{eq} = 13\Omega$$

E a corrente no circuito é determinada com a aplicação da lei de Ohm – Pouillet:

$$i = \frac{E}{r + R_{eq}} \Rightarrow i = \frac{56}{1 + 13} \Rightarrow i = \frac{56}{14} \Rightarrow i = 4\text{ A}$$

Portanto, a corrente nos ramos BC e EA, no esquema 7, bem como no gerador, é a corrente total. Isto é, a corrente nos resistores de  $1\Omega$ ,  $4\Omega$  e  $5\Omega$  é de 4 A.

Para determinar a corrente nos resistores do ramo CE, devemos observar os esquemas 7 e 6, nessa ordem. No esquema 7, é possível notar que entre os pontos C e E, há um resistor de  $4\Omega$ , percorrido por uma corrente de 4 A. Portanto, a ddp entre C e E é dada por:

$$U_{CE} = R_{CE} \cdot i \Rightarrow U_{CE} = 4 \cdot 4 \Rightarrow U_{CE} = 16\text{ V}$$

Com isso, no esquema 6 pode-se determinar a corrente em cada resistor (são iguais), aplicando a lei de Ohm em cada ramo:

$$U_{CE} = R \cdot i \Rightarrow 16 = 8 \cdot i \Rightarrow i = 2 \text{ A}$$

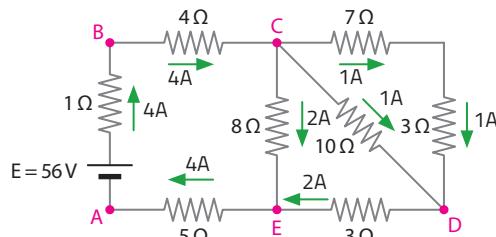
Portanto, a corrente em cada ramo que une C a E (esquemas 6 e 5) é igual a 2 A. Com isso, conclui-se que a corrente nos ramos CD e DE ( $3\Omega$ ) é igual a 2A.

O trecho CD (esquema 4) é formado por dois ramos iguais de  $10\Omega$  cada. Como são iguais, conclui-se que a corrente em cada ramo é de 1A.

Olhando para o ramo CD, observa-se que é formado por dois resistores ( $7\Omega$  e  $3\Omega$ ) em série. Portanto, a corrente em cada um é de 1A.

Com isso, é possível voltar ao esquema original (esquema 2) e marcar a corrente em cada ramo.

» Esquema com a indicação da corrente elétrica que passa em cada resistor.



EDITORIA DE ARTE

EDITORIA DE ARTE

## DDP nos terminais de geradores e receptores elétricos

O gerador elétrico transforma energia não elétrica (química, por exemplo) em energia elétrica, o receptor faz o oposto: transforma energia elétrica em outra não elétrica. Por exemplo, um ventilador transforma a energia elétrica em energia cinética. Uma pilha (ou bateria) recarregável, durante o carregamento, funciona como um receptor elétrico.

Nas representações esquemáticas de um circuito elétrico, o gerador ou o receptor são identificados pelo sentido da corrente elétrica.

A ddp disponível para utilização no circuito é dada pela diferença entre tudo o que é produzido pelo gerador (ou geradores) e tudo o que é consumido pelo receptor (ou receptores). Assim, em um circuito com geradores e receptores elétricos, a lei de Ohm – Pouillet é ampliada para:

$$i = \frac{\sum \epsilon - \sum \epsilon'}{r_{\text{ger}} + r_{\text{rec}} + R_{\text{ext}}}$$

Onde:

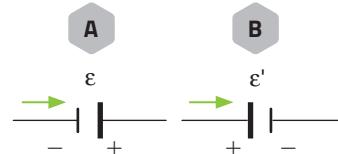
$\epsilon$  (fem): força eletromotriz (gerador);

$\epsilon'$  (fcem): força contra eletromotriz (receptor);

$r_{\text{ger}}$ : resistência interna do gerador;

$r_{\text{rec}}$ : resistência interna do receptor;

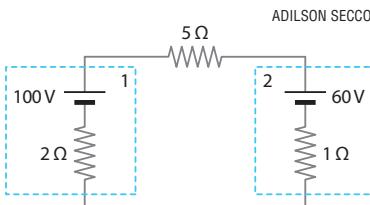
$R_{\text{ext}}$ : resistências externas.



» A figura (A) representa um gerador e a figura (B) um receptor. Em ambas estão indicados os sentidos da corrente elétrica.

## Atividade resolvida

2. Analise o circuito indicado e responda às questões a seguir.



- a) identifique o gerador e o receptor;

### Resolução

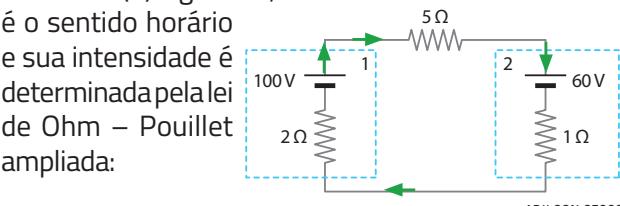
Para identificar se há um gerador e um receptor ou dois geradores, é necessário analisar individualmente a tendência de movimento da corrente. Caso sejam geradores, o elemento (1) tende a produzir uma corrente no sentido horário enquanto o elemento (2) tende a produzir uma corrente em sentido oposto. Dessa forma, há

um gerador e um receptor, sendo o gerador o de maior tensão. Assim, (1) é gerador e (2) é receptor.

- b) determine o sentido e a intensidade da corrente elétrica que percorrem o circuito.

### Resolução

Como (1) é gerador, o sentido da corrente elétrica é o sentido horário e sua intensidade é determinada pela lei de Ohm – Pouillet ampliada:



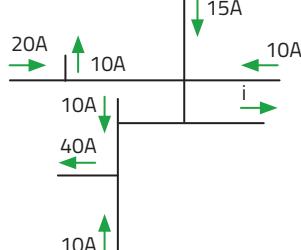
$$i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{r_{\text{ger}} + r_{\text{rec}} + R_{\text{ext}}} \Rightarrow i = \frac{100 - 60}{2 + 1 + 5} \Rightarrow i = \frac{40}{8} \Rightarrow i = 5 \text{ A}$$

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. A figura abaixo representa um **RECORTE** de um circuito **FECHADO** no qual existe uma malha elétrica intrincada. Reúna-se em um grupo de 3 ou 4 pessoas e tente determinar o valor da corrente "i" que aparece no circuito. Exponha para sua turma como chegaram ao resultado por meio de, pelo menos, um conceito físico.

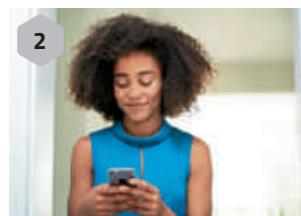


2. Os telefones celulares com certeza serão reconhecidos no futuro como parte de uma revolução sociocultural marcante na história. Seu uso inicial como extensão móvel do telefone fixo, evoluiu para o conceito de computador pessoal miniaturizado, pois muitas das tarefas realizadas nos *desktops* podem ser realizadas na palma de nossas mãos. A conectividade e, ao mesmo tempo, o distanciamento social gerados por esses equipamentos são temas de artigos, discussões acadêmicas e bate papos em programas de televisão ao redor do mundo.

- a) As imagens a seguir mostram o uso de aparelhos celulares em duas situações, considerando a utilização de sua bateria dentro de um circuito elétrico. Analise a figura e descreva como a bateria do aparelho celular é utilizada em cada uma das imagens.



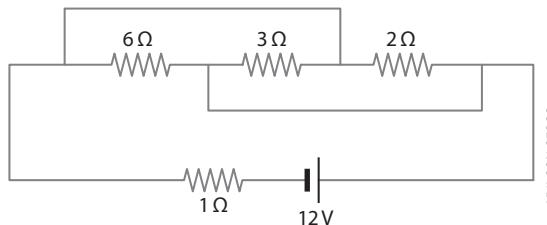
2P2PLAY/SHUTTERSTOCK.COM



TIM ROBBETS/GETTY IMAGES

- b) Reúna-se em grupo de 3 pessoas e avalie os benefícios e malefícios provenientes do uso cotidiano dos aparelhos celulares. Apresente suas conclusões para a sala e discuta ações para prevenção contra os malefícios apresentados.

3. A figura a seguir mostra um circuito elétrico onde 3 resistores estão associados a um gerador de força eletromotriz  $E = 12V$ . Determine a corrente elétrica que passa pelos polos do gerador.



ADILSON SECDO

# Utilização de equipamentos e consumo de energia elétrica

Observe os tipos de lâmpadas a seguir.

- 1 As lâmpadas em sua casa são desse tipo ou de algum modelo diferente?
- 2 Qual o princípio de funcionamento de cada uma das lâmpadas mostradas na figura? Faça uma pesquisa para verificar as características de cada uma, explorando a relação custo/benefício levando em conta o preço, durabilidade e consumo de cada uma.

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no *Manual do Professor*.

CHONES/SHUTTERSTOCK.COM



» Alguns tipos de lâmpadas residenciais.

Em nosso cotidiano, a todo momento estamos envolvidos com situações de consumo de energia elétrica. Seja ao acender uma lâmpada, carregar um aparelho celular, tomar banho, assistir televisão. Por isso, é importante discutir as características de alguns aparelhos elétricos, analisando sua eficiência no consumo de energia elétrica. Além disso, ter consciência de um consumo sustentável, sem desperdícios, e verificar os cuidados importantes ao manipular equipamentos elétricos.

## Consumo de energia elétrica

Você já sabe que os equipamentos elétricos funcionam consumindo energia elétrica e transformando-a em alguma outra forma de energia, ou seja, são receptores elétricos.

Uma forma de verificar o consumo em sua residência é acompanhar as medições pelo relógio medidor de energia elétrica, que deve ser de um desses três tipos: ciclométrico, analógico ou digital. Em cada caso, a quantidade de kWh consumida é dada pela diferença entre a leitura atual e o valor da leitura realizada no mês anterior.

SURPAIBONWAT/SHUTTERSTOCK.COM



MELINDA FAWVER/SHUTTERSTOCK.COM



NOSOROGUA/SHUTTERSTOCK.COM



» Medidores de energia elétrica, também chamados de relógios de luz.



Ferro elétrico com 2 200 W de potência.



Lâmpada fluorescente com 4,9 W de potência.



» Indicação da potência elétrica em aparelhos.

Para isso, basta multiplicar a potência nominal do aparelho por seu tempo de funcionamento, durante trinta dias:  $\tau = P_{\text{ot}} \cdot \Delta t$ , com a potência em kW (quilowatt) e o tempo em h (horas). A energia consumida estará em kWh (quilowatt-hora).

3

Forme um grupo com seus amigos para estimar o consumo de energia elétrica da residência de um de vocês. Para isso, anotem a potência dos aparelhos elétricos (lâmpadas, chuveiro, geladeira etc.) existentes na residência e a estimativa de tempo de uso diário de cada um.

Construa em seu caderno um quadro semelhante a esse no qual há um exemplo de cálculo de energia consumida, durante um mês (30 dias). Use uma linha para cada aparelho elétrico.

Aparelho elétrico	Potência (W)	Tempo de utilização (h)	Energia consumida (mensal) $\tau = P_{\text{ot}} \cdot \Delta t$ (potência em kW e tempo em horas)
lâmpada	100 W	3 h/dia	$\tau_L = 0,1 \cdot 3 \cdot 30 \Rightarrow \tau_L = 9 \text{ kWh}$
...	...	...	...

O consumo é dado pela soma dos valores da última coluna.

Como complemento da atividade, verifique se essa estimativa está com boa base de aproximação para o consumo real. Para isso, na presença de um adulto, localize o Relógio de Luz (medidor) e anote sua indicação. Após 30 dias, refaça essa observação e anote o resultado. O consumo será a diferença entre as duas medidas.

- Há diferença entre os dois valores de consumo de energia que determinou? Se sim, a que se deve essa diferença?
- Em relação aos tipos de aparelhos utilizados, que tipo de substituições ou trocas poderiam ser feitas visando economia no consumo de energia elétrica mensal?
- Em relação aos hábitos familiares, quais ações práticas podem ser desenvolvidas para reduzir o consumo mensal de energia elétrica nessa residência?

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

*Não escreva no livro*

## Escolha dos equipamentos elétricos

Visando o consumo mais sustentável de energia elétrica, uma ação que assume grande importância é a escolha dos equipamentos elétricos que serão utilizados, em que se busca alta eficiência energética com um consumo menor de energia em seu funcionamento.

Assim, escolher lâmpadas que tenham a mesma intensidade luminosa, mas com menor consumo de energia é um bom exemplo. Lembrando que a energia consumida é diretamente proporcional à potência do equipamento, uma lâmpada de menor potência gastará menos energia do que outra de maior potência funcionando durante o mesmo tempo.

Veja os exemplos abaixo de três lâmpadas que possuem a mesma equivalência luminosa.



» Três tipos diferentes de lâmpadas com a mesma eficiência luminosa.

4

Por que a lâmpada incandescente precisa ter uma potência e, consequentemente, um consumo maior de energia para iluminar da mesma forma que as lâmpadas fluorescentes e de LED?

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Assim como no exemplo das lâmpadas, a eficiência energética também precisa ser analisada para todos os outros aparelhos elétricos utilizados no cotidiano.

Para um mesmo equipamento elétrico, existem inúmeros modelos e marcas. Assim, geladeiras, televisores, chuveiros e máquinas de lavar, por exemplo, devem ter suas características e eficiência avaliadas pelo consumidor antes da compra.

Entre essas características estão informações sobre a eficiência de seu funcionamento, ou seja, a sua capacidade de economizar energia elétrica quando está ligado e quando estão no modo "espera" (*stand by*, em inglês), pois, mesmo desligados, os equipamentos ainda consomem energia elétrica.

Veja na tabela a seguir a comparação entre as potências de “espera” e em uso, para televisores de marcas diferentes.

» **Comparação entre potências de televisores de LED de 42 polegadas de marcas diferentes**

Marca	Potência em espera (W)	Potência ligada (W)
A	0,253	125
B	0,300	200
C	0,350	80
D	0,123	80

Tabela comparando quatro modelos iguais de televisores de LED 42 polegadas, mas com características de funcionamento distintas.

Fonte: PROGRAMA Brasileiro de Etiquetagem. Inmetro. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/televisores.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.



Observe que, se o único critério for o consumo, a marca D é a que possibilitará maior economia de energia.

**Saiba mais**

**A busca pelo A**

O Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica é um programa de governo [...] instituído em 30 de dezembro de 1985 [...] para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. As ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia [...], colaborando para um Brasil mais sustentável.

[...]

O PROGRAMA. **Procel Info.** c 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2D273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acesso: 17 ago. 2020.

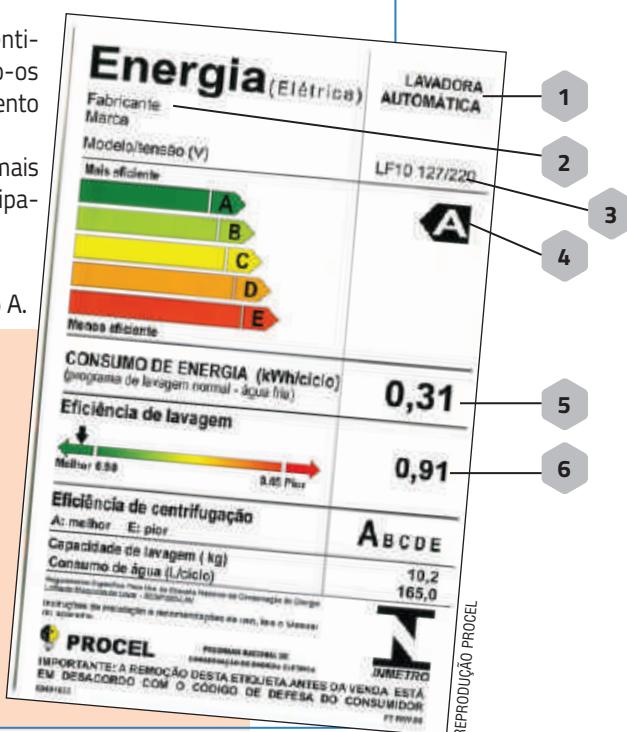
Uma das ações promovidas por esse programa consiste na identificação dos equipamentos elétricos com Selo Procel, classificando-os com letras do alfabeto de acordo com a eficiência, sendo o equipamento mais eficiente aquele indicado com letra A.

Esse selo visa levar o consumidor a escolher um equipamento mais eficiente, assim como incentivar os fabricantes a produzirem equipamentos com gasto reduzido de energia elétrica.

Veja um exemplo de selo Procel.

» **Selo Procel de um equipamento com classificação A.**

- 1 Tipo de equipamento
- 2 Nome do fabricante
- 3 Modelo do equipamento
- 4 Classificação quanto à eficiência energética
- 5 Consumo de energia, em kWh/mês
- 6 Características específicas do aparelho





ISMAR INGBER

**×** Não suba em postes elétricos e nunca faça alterações na rede elétrica com a intenção de desviar energia de forma ilegal (ato conhecido como "gato"). Além de ser crime, essas ações podem causar graves acidentes devido à sobrecarga.

PAULO FELIPE SOUZA/SHUTTERSTOCK.COM



**×** Não mexa com aparelhos elétricos ligados à rede elétrica com mãos ou corpo molhado e nem pisando em chão úmido.



JEHSONWANG/SHUTTERSTOCK.COM



**×** Nunca mude a chave liga/desliga ou inverno/verão com o chuveiro elétrico ligado. Primeiro feche a torneira e seque seu corpo.



ALAN CARVALHO

## Cuidados para evitar acidentes com eletricidade

Quando uma corrente elétrica passa pelo corpo humano, ela pode gerar efeitos fisiológicos que, dependendo da intensidade da corrente, podem afetar músculos e nervos, gerando contrações involuntárias que podem causar a morte.

O uso da eletricidade em larga escala no mundo teve grande expansão a partir de meados do século XIX, fazendo com que a dependência humana por essa modalidade de energia aumentasse. Em função disso, os cuidados devem ser redobrados, pois há uma utilização cada vez maior de equipamentos elétricos e eletrônicos e a falta de atenção e eventuais descuidos podem gerar graves acidentes.

Abaixo são apresentados alguns exemplos de cuidados básicos que se deve ter no dia a dia, quando o assunto é eletricidade.



Evite ligar mais de um aparelho na mesma tomada, utilizando para isso benjamins, conhecidos como "Ts". Essa prática provoca sobrecarga em uma mesma tomada, o que pode causar aquecimento e resultar em curto-circuito ou incêndio.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 5** Além dos cuidados citados, existem diversas outras situações em que a eletricidade está envolvida, e outros cuidados são necessários. Forme um grupo com mais três amigos e descreva outros cinco cuidados a serem tomados para a prevenção de acidentes ou danos elétricos. Com esses exemplos, seu grupo deverá construir um cartaz ou panfleto virtual para uma campanha de prevenção a acidentes com eletricidade que pode ser partilhado em redes sociais ou no *site* da escola.

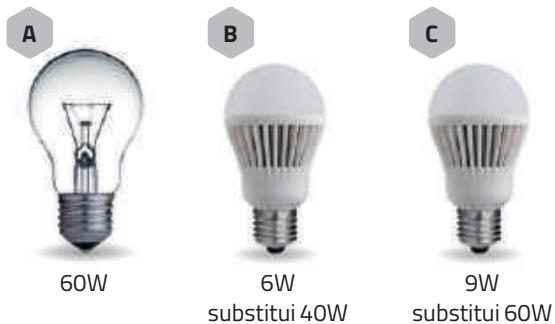
*Não escreva no livro*

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

*Não escreva no livro*

1. Qual é a importância de programas como esse do selo Procel para a sociedade?
2. Busque informações sobre o selo Procel em algum equipamento elétrico de sua residência. Registre as informações em seu caderno ou tire fotografias, e apresente o resultado a seus colegas. Dê sua opinião sobre a eficiência desse equipamento, baseando-se na pesquisa que realizou. Converse sobre isso com seus familiares.
3. Produza um texto no qual você relate algum acidente com eletricidade que tenha tomado conhecimento, tanto com algum familiar ou conhecido ou ainda, que tenha visto em algum noticiário.
4. Considere que na residência de uma família eram utilizadas um total de 10 lâmpadas incandescentes, como a mostrada na fotografia (A). Com a ideia de economizar energia, a família resolveu trocá-las por 5 lâmpadas do tipo LED, como a mostrada na fotografia (B), e 5 lâmpadas também do tipo LED, mas com especificações diferentes, mostrada na fotografia (C).



CHONESSHUTTERSTOCK.COM

- a) Além do tipo, qual é a principal diferença entre as três lâmpadas?
- b) As lâmpadas (B) e (C) emitem a mesma intensidade luminosa? Por quê?
- c) Qual o gasto mensal de energia elétrica, em kWh, das 10 lâmpadas utilizadas inicialmente, considerando que ficam ligadas duas horas por dia?
- d) Avalie a economia de energia elétrica após efetuar as trocas, mantendo o mesmo período de utilização.
- e) Se o custo do kWh é de R\$ 0,61, qual a economia, em reais, no final de um mês de utilização das novas lâmpadas?

1. Diversos estudos têm sido realizados para otimizar que implantes eletrônicos utilizados no corpo humano possam extrair dos tecidos ao seu redor toda a energia de que precisem para seu funcionamento. Um destes estudos desenvolveu células de combustíveis que oxidam glicose em seu ânodo e reduzem oxigênio a água no cátodo, conforme por ela passam os fluidos.

[...] As células a combustível de glicose baseadas em enzimas descritas na literatura recente têm gerado normalmente na ordem de  $100 \mu\text{W cm}^{-2}$ . Células de combustível desse tipo podem ser capazes de operação contínua por até várias semanas, mas sua vida útil é limitada pela tendência das enzimas se degradarem e, em última instância, degenerarem com o tempo. [...]

RAPOPORT, B. *et al.* A glucose fuel cell for implantable brain-machine interfaces. **PLoS ONE**, v.7, n. 6, e38436, jun. 2012. [tradução dos autores]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3373597/pdf/pone.0038436.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

A partir dos dados do texto estime a área de atuação das enzimas para que seja possível alimentar um equipamento que consome diariamente 3,6 mWh de energia.

2. (Enem/MEC) As lâmpadas econômicas transformam 80% da energia elétrica consumida em luz e dissipam os 20% restantes em forma de calor. Já as incandescentes transformam 20% da energia elétrica consumida em luz e dissipam o restante em forma de calor. Assim, quando duas dessas lâmpadas possuem luminosidades equivalentes, a econômica apresenta uma potência igual a um quarto da potência da incandescente.

Quando uma lâmpada incandescente de 60 W é substituída por uma econômica de mesma luminosidade, deixa-se de transferir para o ambiente, a cada segundo, uma quantidade de calor, em joule, igual a

- |              |              |                       |
|--------------|--------------|-----------------------|
| <b>a)</b> 3  | <b>d)</b> 45 | <b>Alternativa d.</b> |
| <b>b)</b> 12 | <b>e)</b> 48 |                       |
| <b>c)</b> 15 |              |                       |

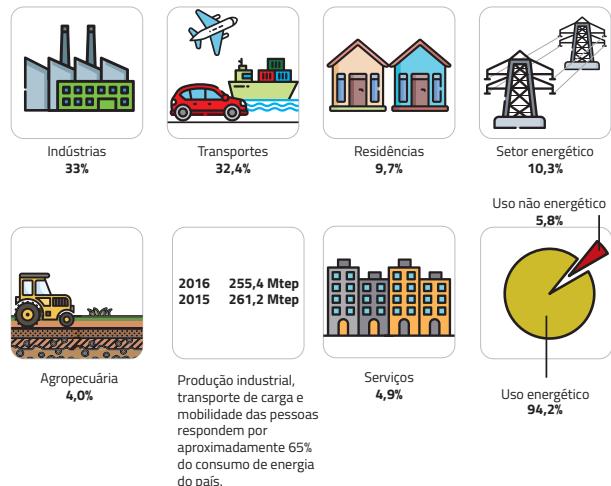
3. (EFOMM-RJ) – Suponha que o *flash* de uma certa câmera digital somente possa ser disparado quando o capacitor em paralelo com sua micro lâmpada de xenônio acumula 18 quatrilhões de elétrons. Sabendo-se que sua descarga dura 1 décimo de segundo, a intensidade da corrente de descarga (em ampères) é de, aproximadamente:

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>a)</b> 0,029 | <b>d)</b> 0,058       |
| <b>b)</b> 0,038 | <b>e)</b> 0,066       |
| <b>c)</b> 0,047 | <b>Alternativa a.</b> |

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

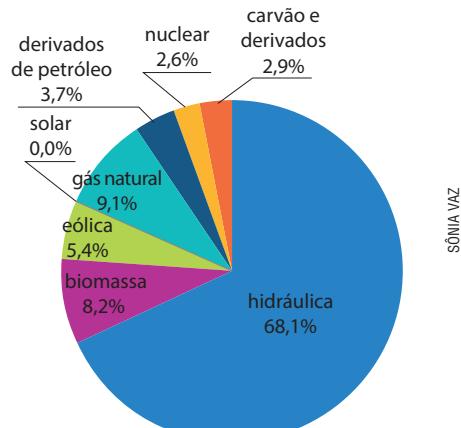
4. A tonelada equivalente de petróleo (tep) é uma unidade de energia definida como o calor liberado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 gigajoules.

## Quem usou a energia no Brasil



ALEX SILVA

## » Matriz Elétrica Brasileira



Oferta hidráulica em 2016: 421,7 TWh.

Oferta total em 2016: 619,7 TWh.

Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Balanço Energético Nacional**, 2017. Relatório Síntese, ano base 2016.

Nas figuras acima, vemos duas unidades de medida de energia o tep e o TWh (terawatt-hora). A primeira é usada mundialmente na comparação da energia total produzida por uma nação ou continente considerando todas as formas de produção energética. A segunda é mais usada nas medidas de consumo e produção de energia elétrica.

- Analisando as figuras e o texto, estime a equivalência entre o tep e o TWh.
- Analisando a matriz elétrica brasileira, estime a energia hidrelétrica ofertada na unidade tep.

5. Leia o texto a seguir.

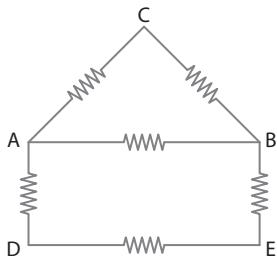
### Mit cria lápis que permite desenhar circuitos eletrônicos funcionais

O MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) desenvolveu um tipo de lápis que pode ser usado para, literalmente, desenhar circuitos eletrônicos. Com a mina feita de grafeno, o lápis permite que terminais metálicos sejam ligados num circuito por nano partículas de grafeno, que podem servir como condutoras de energia. Nesse sentido, o lápis do MIT permite que você desenhe resistores.

[...]

GARRETT, F. MIT cria lápis que permite desenhar circuitos eletrônicos funcionais. **Tech Tudo**, 13 out. 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/10/mit-cria-lapis-que-permite-desenhar-circuitos-eletronicos-funcionais.html>. Acesso em: 17 ago. 2020.

O circuito abaixo foi escrito com grafeno. Nos ramos AC e BC temos resistência de  $3\Omega$ . No ramo AB,  $6\Omega$  e nos demais, resistência de  $1\Omega$ . Interpretando os dados do enunciado e a figura, determine a resistência elétrica entre os polos A e B.



ADILSON SECCHI

6. (Vunesp-SP) O poraqué (*Electrophorus electricus*) é um peixe típico da Bacia Amazônica, semelhante a uma enguia, capaz de gerar uma tensão elétrica que varia de 300 a 1 500 volts, recurso usado tanto para se defender como para atacar uma presa, como mostra a figura.



VESTIBULAR VUNESP

Considerando que a presa da figura tem uma resistência elétrica média de  $500\Omega$  e que satisfaz a Primeira Lei de Ohm, a corrente elétrica que atravessa a presa varia no intervalo de:

- a) 0,6 a 3,0 A.    c) 0,8 a 1,0 A.    e) 0,2 a 3,0 A.  
 b) 0,3 a 4,0 A.    d) 0,1 a 5,0 A.    Alternativa a.

7. (UFRGS-RS) Em uma aula de Física, foram utilizadas duas esferas metálicas idênticas, X e Y: X está suspensa por um fio isolante na forma de um pêndulo e Y fixa sobre um suporte isolante, conforme representado na figura abaixo. As esferas encontram-se inicialmente afastadas, estando X positivamente carregada e Y eletricamente neutra.



VESTIBULAR UFRGS

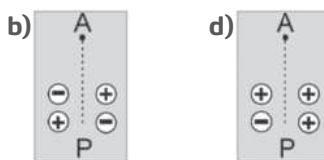
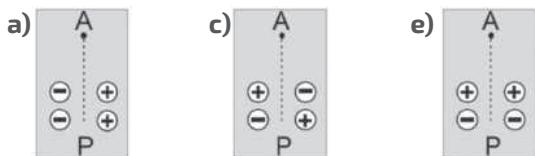
Considere a descrição, abaixo, de dois procedimentos simples para demonstrar possíveis processos de eletrização e, em seguida, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos enunciados, na ordem em que aparecem.

I - A esfera Y é aproximada de X, sem que elas se toquem. Nesse caso, verifica-se experimentalmente que a esfera X é ..... pela esfera Y.

II - A esfera Y é aproximada de X, sem que elas se toquem. Enquanto mantida nessa posição, faz-se uma ligação da esfera Y com a terra, usando um fio condutor. Ainda nessa posição próxima de X, interrompe-se o contato de Y com a terra e, então, afasta-se novamente Y de X. Nesse caso, a esfera Y fica .....

- a) atraída – eletricamente neutra  
 b) atraída – positivamente carregada  
 c) atraída – negativamente carregada Alternativa c.  
 d) repelida – positivamente carregada  
 e) repelida – negativamente carregada

8. (Fuvest-SP) Um pequeno objeto, com carga elétrica positiva, é largado da parte superior de um plano inclinado, no ponto A, e desliza, sem ser desviado, até atingir o ponto P. Sobre o plano, estão fixados 4 pequenos discos com cargas elétricas de mesmo módulo. As figuras representam os discos e os sinais das cargas, vendo-se o plano de cima. Das configurações a seguir, a única compatível com a trajetória retilínea do objeto é



Alternativa e.

VESTIBULAR FUVEST

# Energia elétrica e sustentabilidade

A geração de energia elétrica pode ser realizada pela utilização de fontes renováveis ou não renováveis de energia. Independentemente de qual fonte seja, a produção de energia elétrica exige a construção de uma usina geradora, que pode causar impactos ao ambiente, em menor ou maior escala.

Sendo assim, se o consumo de energia elétrica não for realizado de maneira consciente, mais recursos serão consumidos, mais usinas precisarão ser construídas, maior será o impacto ao ambiente e o valor cobrado na conta de energia elétrica. Como exemplo, é possível citar a questão da utilização das termoelétricas no Brasil.

Quando grandes estiagens ocorrem, os reservatórios das hidrelétricas brasileiras atingem níveis muito baixos, o que afeta gravemente a geração de energia elétrica. Neste cenário, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), órgão que é responsável pela coordenação, geração e distribuição de energia elétrica no país, pode acionar usinas termelétricas para evitar a falta de energia. Acontece que a manutenção e o próprio funcionamento das termelétricas é caro, fazendo que a tarifa da energia elétrica suba, e aumentando a emissão de poluentes na atmosfera.

Para informar os consumidores sobre os custos reais da geração de energia elétrica, a ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, criou o sistema de bandeiras tarifárias, que indicam, a necessidade, ou não, do aumento da tarifa da energia elétrica em determinado período.

[...]

**Bandeira verde:** condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;

**Bandeira amarela:** condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01343 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;

**Bandeira vermelha - Patamar 1:** condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,04169 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

**Bandeira vermelha - Patamar 2:** condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,06243 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

[...]

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**, 24 nov. 2015. Disponível em:  
<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 17 ago. 2020.





» Rede de transmissão de energia. Serra Negra, SP, junho de 2020.

O consumo consciente não está relacionado somente à economia, mas, sim, a um consumo sustentável, que engloba ações para ajudar a evitar prejuízos ao ambiente, ao mesmo tempo que possibilitam ter acesso a produtos e serviços que atendam às necessidades básicas da população. O uso sustentável das fontes de energia, sejam elas renováveis ou não, permite sua reposição ou o prolongamento da vida útil de suas reservas, garantindo que as gerações futuras também usufruam desses produtos.

Entre as diversas ações possíveis de serem realizadas em favor do consumo sustentável, está a escolha de equipamentos elétricos, e hábitos diários.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Com sua turma, faça um levantamento da quantidade, do modelo e da potência das lâmpadas de cada compartimento de sua escola. No início do mês, faça a leitura do relógio medidor de energia. Estas atividades devem ter a autorização da direção da escola, e realizadas sempre com um técnico responsável (eletricista ou responsável pela manutenção). Verifique a partir do consumo das lâmpadas, qual a porcentagem do consumo de energia da escola é relacionada a elas e produza um relatório com os resultados. É importante ter uma ideia de quanto tempo cada lâmpada fica

acesa por dia, para auxiliar em seus cálculos. A partir de seu relatório, sugira aplicações que proporcionem economia da energia elétrica, como a troca por modelos mais econômicos e adequados à escola. Apresente os cálculos que demonstrem a economia financeira e de consumo de energia em seu relatório. Organize com os professores a entrega deste relatório à coordenação da escola, para que possam planejar formas de aplicar as sugestões de redução de consumo que propuseram.

2. De que maneira a atividade anterior pode contribuir para a sustentabilidade?

# Eletroquímica e bioeletricidade

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

**Habilidades gerais**  
1, 5, 7, 8 e 10

**Habilidades da Natureza e das Tecnologias**

**Habilidades específicas:** 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT104, EM13CNT107, EM13CNT202, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT307, EM13CNT308

Em 2019 foi descoberta uma nova espécie de peixe elétrico na Amazônia, que emite uma voltagem de 860 volts, a maior já registrada em um animal. Veja alguns trechos de uma reportagem sobre o assunto.

Um estudo publicado na revista *Nature Communications* [...] revela que existem ao menos três espécies de peixe-elétrico conhecidas como poraqué e não apenas uma, como se pensava.

[...]

Os peixes-elétricos compõem um grupo de mais de 250 espécies dotadas de um órgão capaz de produzir eletricidade, geralmente fraca, usada para se comunicar e para navegar, uma vez que a maioria tem olhos muito pequenos.

[...]

Atualmente, outros grupos estudam possíveis aplicações das pesquisas sobre poraquês, seja em análises das enzimas produzidas pelos órgãos elétricos, a fim de testá-las como componentes para produção de medicamentos para possíveis tratamentos de doenças neurodegenerativas como Alzheimer, ou como modelo para a criação de baterias para próteses e sensores implantados em humanos, por exemplo.

[...]

JULIÃO, A. Nova espécie de peixe-elétrico emite a maior voltagem já registrada em um animal.

**Agência Fapesp**, 11 set. 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/nova-espécie-de-peixe-elétrico-emite-a-maior-voltagem-ja-registrada-em-um-animal/31422/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

A eletricidade pode ser gerada por meio de reações químicas que podem acontecer no interior de animais, como nos peixes-elétricos. Essas reações químicas também podem ser controladas e utilizadas em pilhas e baterias, que fazem funcionar aparelhos elétricos e eletrônicos, portáteis e úteis em nosso cotidiano. Estes serão alguns dos assuntos que serão estudados durante essa unidade.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Um estudo realizado em 2019 estimou que, em 2025, 5,8 bilhões de pessoas possuam celular, o que equivale a 71% da população também estimada para o período. Com base nesta informação, qual a importância dos estudos sobre este tema?
2. A eletricidade também está presente no corpo humano. Esta afirmação é verdadeira ou falsa? Justifique.

» Peixe-elétrico ou poraqué, da espécie *Electrophorus voltai*.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



FABIO COLONBINI

# Oxidação, redução e corrosão

Observe a imagem abaixo.

FERNANDA SIWIEC/ALAMY/FOTOARENA



» Palha de aço enferrujada.

A palha de aço acima foi retirada do pacote e deixada sobre uma mesa seca pelo período de uma semana. Elabore uma hipótese com base em seus conhecimentos para explicar a transformação observada na imagem.

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no *Manual do Professor*.

## Oxidação e redução

**Oxidação** é a diminuição do número de elétrons e **Redução** é o aumento do número de elétrons. Ambos acontecem simultaneamente e caracterizam uma reação de oxirredução.

» Tabela periódica dos elementos. Os metais estão representados pelas cores roxa e lilás, e os não metais pelas demais cores.

1	H	2	He
1.01	Helíio	4.00	Neônio
3	Li	4	Be
Lítio	Berílio	9.01	9.01
6.94	6.94	10.8	10.8
11	Na	12	Mg
Sódio	Magnésio	23.0	24.3
22.9	22.9	24.3	24.3
19	K	20	Ca
Potássio	Calício	39.1	40.0
39.1	39.1	47.7	47.7
37	Rb	38	Sr
Rubídio	Estrônio	87.8	87.8
85.5	85.5	88.9	88.9
55	Cs	56	Ba
Césio	Bártio	137.3	137.3
132.9	132.9	178.5	178.5
87	Fr	88	Ra
Frâncio	Rádio	223	228
227	227	228	228
104	57-71	104	57-71
Rutherfordio	Zircônio	104	72
Dúrbio	Hafnio	140.9	73
268	92.9	140.9	74
271	92.9	140.9	75
105	74	105	75
Seaborgio	Tântalo	183.8	76
Bórbio	Tântalo	183.8	76
270	183.8	183.8	77
106	76	106	77
Hássio	Tântalo	186.2	78
107	76	107	78
Meltmério	Rênio	192.2	79
Darmstádio	Rênio	192.2	79
277	192.2	192.2	80
108	78	108	80
Roentgenio	Ósmio	195.1	81
281	195.1	195.1	81
109	79	109	82
Darmstádio	Ósmio	197.0	82
281	197.0	197.0	82
110	79	110	83
Roentgenio	Ósmio	199.0	83
281	199.0	199.0	83
111	80	111	84
Hómerio	Ósmio	200.6	84
164.9	200.6	200.6	84
112	80	112	85
162.5	200.6	200.6	85
164.9	200.6	200.6	85
113	81	113	86
167.3	200.6	200.6	86
164.9	200.6	200.6	86
114	81	114	87
167.3	200.6	200.6	87
164.9	200.6	200.6	87
115	81	115	88
167.3	200.6	200.6	88
164.9	200.6	200.6	88
116	81	116	89
167.3	200.6	200.6	89
164.9	200.6	200.6	89
117	81	117	90
167.3	200.6	200.6	90
164.9	200.6	200.6	90
118	81	118	91
167.3	200.6	200.6	91
164.9	200.6	200.6	91
119	81	119	92
167.3	200.6	200.6	92
164.9	200.6	200.6	92
120	81	120	93
167.3	200.6	200.6	93
164.9	200.6	200.6	93
121	81	121	94
167.3	200.6	200.6	94
164.9	200.6	200.6	94
122	81	122	95
167.3	200.6	200.6	95
164.9	200.6	200.6	95
123	81	123	96
167.3	200.6	200.6	96
164.9	200.6	200.6	96
124	81	124	97
167.3	200.6	200.6	97
164.9	200.6	200.6	97
125	81	125	98
167.3	200.6	200.6	98
164.9	200.6	200.6	98
126	81	126	99
167.3	200.6	200.6	99
164.9	200.6	200.6	99
127	81	127	100
167.3	200.6	200.6	100
164.9	200.6	200.6	100
128	81	128	101
167.3	200.6	200.6	101
164.9	200.6	200.6	101
129	81	129	102
167.3	200.6	200.6	102
164.9	200.6	200.6	102
130	81	130	103
167.3	200.6	200.6	103
164.9	200.6	200.6	103

## Corrosão

As transformações químicas que causam deterioração parcial ou total de um material, pela ação do meio em que ele está, são denominadas corrosão. Embora popularmente a corrosão seja associada somente aos metais, ela também ocorre em outros materiais, como concreto, mármore, entre outros.

As reações químicas características do processo de corrosão são chamadas de processos eletroquímicos, e dependem da transferência de elétrons. Para esclarecer o processo eletroquímico, é necessário aprofundar o conhecimento de dois conceitos, a oxidação e a redução.

Dentre os elementos químicos, os metais têm por tendência diminuir seu número de elétrons (oxidar), enquanto os não metais tendem a aumentar (reduzir). Essa variação do número de elétrons gera uma carga elétrica no átomo em questão, denominada **número de oxidação (Nox)**.

Alguns elementos químicos, quando fora de seu estado neutro, têm Nox fixo, como é o caso dos metais alcalinos (grupo 1) e alcalinos terrosos (grupo 2), enquanto outros têm valores variados a depender dos diferentes átomos com que interagem.

A seguir, alguns exemplos e o mecanismo para se determinar o Nox dos átomos de diferentes substâncias.

## Princípios para determinação de Nox

1. Substâncias simples, aquelas que possuem apenas um elemento, têm Nox = 0  
Exemplos: átomo de Fe, molécula de O<sub>2</sub>.
2. Em substâncias compostas, o hidrogênio tem, em geral, carga +1, e o oxigênio, -2.
3. Substâncias compostas neutras, aquelas com mais de um elemento, têm a somatória de Nox de todos os átomos igual a zero.  
Exemplo: molécula de água H<sub>2</sub>O: Nox (H) = +1, Nox (O) = -2, [2 · (+1)] + (-2) = 0, ou seja, o índice 2 do hidrogênio multiplica seu Nox e, somando com o Nox do oxigênio, resulta na molécula com carga total igual a zero.
4. Elementos dos grupos 1, 2 e 17 (em substâncias com 2 tipos de átomos) têm Nox = +1, +2, e -1, respectivamente.  
Exemplo: o sal cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), em que o cálcio tem Nox = +2 e o cloro tem Nox = -1. Como a carga total é zero, teremos (+2) + [2 · (-1)] = 0.
5. Quando não conhecemos o Nox de um átomo, chamamos esse Nox de X e utilizamos uma equação de 1º grau para determiná-lo.  
Exemplo: o sal permanganato de potássio, KMnO<sub>4</sub>, terá seus elementos com os seguintes Nox:  
Nox (K) = +1; Nox (Mn) = X; Nox (O) = -2  
Descobrindo Nox de Mn: (+1) + X + [4 · (-2)] = 0; 1 + X - 8 = 0; X = 7 Nox (Mn) = +7
6. Íons simples têm como Nox suas respectivas cargas e, para íons compostos, a somatória de Nox de cada átomo resulta na carga total do íon.  
Exemplos: ânion cloreto (Cl<sup>-</sup>) Nox = -1; ânion sulfeto (S<sup>2-</sup>) Nox = -2, Cátion alumínio (Al<sup>3+</sup>) Nox = +3; o ânion borato (BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>) tem carga total = -3, aplicando a equação de 1º grau teremos:  
Nox (B) = X; Nox (O) = -2  
X + [3 · (-2)] = -3; X = 3, isto é, Nox (B) = +3

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

2

Calcule o Nox de cada elemento para as seguintes moléculas:

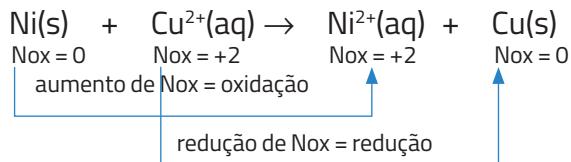
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

Não escreva no livro

# Reações de oxirredução e os agentes oxidantes e redutores

Comparando os participantes da reação em seu estado inicial e final, o átomo que oxida terá aumento de Nox e o átomo que reduz terá diminuição do Nox, sendo que o número de elétrons envolvidos nesses processos deve ser o mesmo, afinal, as transferências eletrônicas ocorrem de um átomo para o outro.

A partir disso, pode-se balancear uma equação pelo método de oxirredução. Note, no exemplo a seguir, a transferência de dois elétrons entre os reagentes  $\text{Ni}^0$  e  $\text{Cu}^{2+}$ , que se transformam nos produtos  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Cu}^0$ , respectivamente.



Agente Redutor	Agente Oxidante
Reduz o outro átomo	Oxida o outro átomo
Sofre oxidação	Sofre Redução
Seu n° de elétrons diminui	Seu n° de elétrons aumenta
Seu Nox aumenta	Seu Nox diminui

» Agentes da oxirredução são as espécies químicas responsáveis pela transferência de elétrons.

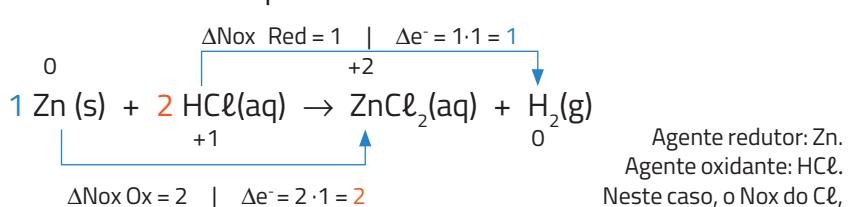
A tabela ao lado apresenta o comportamento dos agentes oxidantes e redutores nas reações de oxirredução. Comparando-a com o exemplo acima, nota-se que:

- $\text{Ni}^0$  sofre oxidação. Portanto,  $\text{Ni}^0$  é agente redutor de  $\text{Cu}^{2+}$ .
- $\text{Cu}^{2+}$  sofre redução. Portanto,  $\text{Cu}^{2+}$  é agente oxidante de  $\text{Ni}^0$ .

## Passos para balanceamento de equação por oxirredução

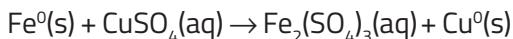
Para balancear uma equação de oxirredução, é possível realizar os seguintes passos:

- 1º passo: determine o Nox de cada elemento.
- 2º passo: encontre a oxidação e a redução, bem como o agente oxidante e o agente redutor.
- 3º passo: calcule a variação do Nox ( $\Delta\text{Nox}$ ) da oxidação e da redução.
- 4º passo: multiplique o  $\Delta\text{Nox}$  pelo número de átomos do reagente que sofre a transformação, determinando assim a variação de elétrons ( $\Delta e^-$ ) para cada processo.
- 5º passo: coloque o  $\Delta e^-$  da oxidação na frente do agente redutor e o  $\Delta e^-$  da redução na frente do agente oxidante.
- 6º passo: termine o balanceamento por acerto de coeficientes.



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no *Manual do Professor*.

- 3 Faça o balanceamento por oxirredução, mostrando o Nox de cada elemento, o  $\Delta\text{Nox}$  da oxidação e da redução e determine o agente oxidante e o agente redutor para:

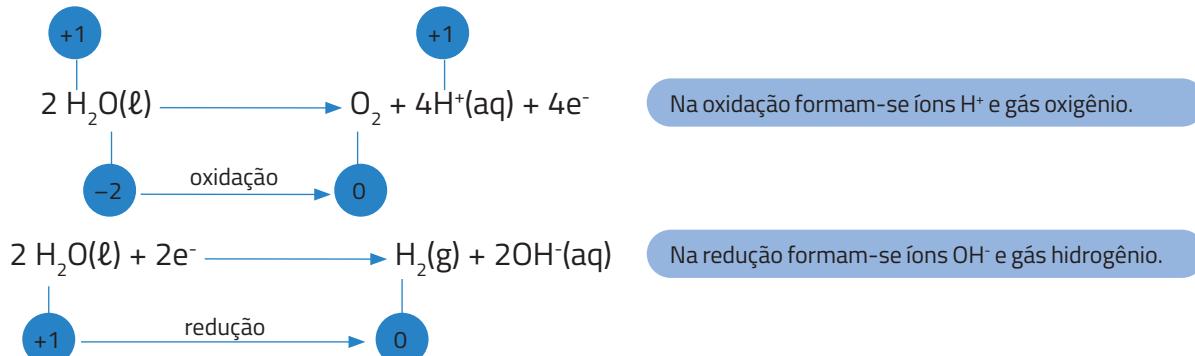


Não escreva no livro

# Formação da ferrugem

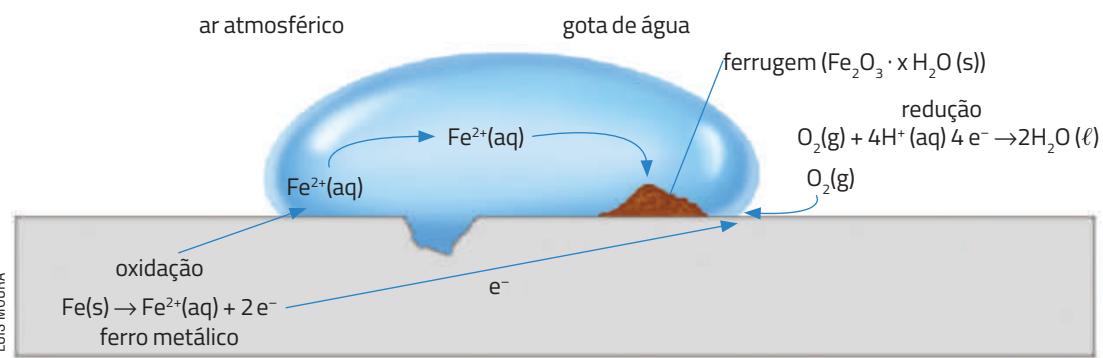
Os metais reagem com a água sob o mecanismo de oxirredução e o comportamento dela diante da transferência de elétrons é determinante para o processo de corrosão de metais.

A seguir, temos duas semiequações que, neste contexto, correspondem à representação individual de processos de oxidação e redução realizados pela água.



## » Semiequações de oxidação e redução da água.

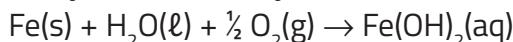
O ferro é o metal mais utilizado para sustentação de estruturas que estão sujeitas a forte ação mecânica. Essa resistência do ferro é fragilizada com a formação de ferrugem, pois o metal fica poroso e quebradiço. A ferrugem se forma no contato do ferro com a água e o oxigênio, como apresentado a seguir.



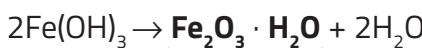
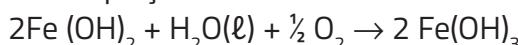
Elaborada com base em:  
McMURRY, J. E.; FAY,  
R. C. **Chemistry**. 6th  
ed. Upper Saddle River:  
Pearson Prentice Hall,  
2012, p. 708.

» Oxirredução do ferro em meio aquoso e na presença de oxigênio (imagem sem escala; cores-fantasia).

Nessa transferência de elétrons, o metal ferro (Fe) oxida a  $\text{Fe}^{2+}$  e a água reduz a  $(\text{OH}^-)$ . Ocorre, portanto, a seguinte reação de oxirredução:



Em contato com oxigênio em meio aquoso, o hidróxido de ferro II ( $\text{Fe(OH)}_2$ ) oxida a hidróxido de ferro III ( $\text{Fe(OH)}_3$ ), segundo as equações:



Ferrugem é uma mistura de  $\text{Fe(OH)}_2$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  que possui cor castanho-avermelhada.

## Espaços de aprendizagem

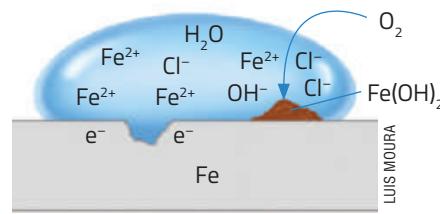
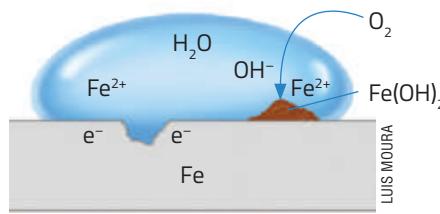
Leia o texto a seguir para ampliar o conceito de corrosão: <http://qnesc.sbrq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.

## Oxidação e redução em ambiente litorâneo

O ambiente litorâneo exerce influência significativa sobre a formação da ferrugem. A água do mar acelera a reação de oxidação do ferro porque os íons livres presentes na água do mar aumentam a mobilidade dos cátions  $Fe^{2+}$  e ânions hidroxila ( $OH^-$ ), e, consequentemente, a formação da ferrugem. Essa mobilidade se deve à atração de cargas opostas entre os íons presentes na água do mar, como o  $Cl^-$ , e os íons envolvidos na formação da ferrugem.

Observe, na imagem a seguir, a maior quantidade de íons  $Fe^{2+}$  livres em meio aquoso marinho.

» Oxidação do ferro em água comum (imagem sem escala; cores-fantasia).



ERNESTO REGHR/ANPULSAR IMAGENS



» Formação de ferrugem no ambiente litorâneo (Nísia Floresta, RN, 2012).

» Oxidação do ferro em água do mar (imagem sem escala; cores-fantasia).

## O que a ferrugem tem de diferente dos materiais oxidados dos outros metais?

A ferrugem não fica aderida à superfície metálica de ferro, portanto não preenche os poros do metal onde houve a corrosão. Ela vai se soltando e expondo o interior do ferro às reações com o meio.

Outros metais também oxidam, mas a película de óxido formada nesses casos não é quebradiça como a ferrugem e fica aderida ao metal, evitando, assim, a continuidade da oxidação.

As imagens a seguir representam oxidações que aderem aos metais de origem formando películas protetoras. Note que as imagens mostram alguns objetos antes do processo de oxidação e outros após.

O  $Al_2O_3$  continua sofrendo reação de oxidorredução com outros componentes.



A película do alumínio geralmente é formada por  $Al_2O_3$ .



BYRON OBED/ SAGASTUME BRAV/ ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES



A película de cobre, esverdeada, geralmente é formada por  $Cu(OH)_2$  e  $CuCO_3$ .



» Efeitos da oxidação de prata, alumínio e cobre.



A película da prata, preta, geralmente é formada por  $Ag_2S$ .

# Métodos mais comuns de proteção do ferro para evitar a formação de ferrugem

Evitar o processo de enferrujamento é imprescindível para a manutenção de estruturas onde o ferro é componente da construção. Por motivos de segurança e para evitar a contaminação gerada pela ferrugem, muito métodos para combatê-la foram desenvolvidos.

A seguir veremos três deles, sendo dois por revestimento, a pintura com zarcão e o uso da folha de flandres, e um por reação química, que é a utilização do metal de sacrifício na galvanoplastia.

## Revestimento com uso de tinta zarcão

A tinta zarcão é basicamente  $Pb_3O_4$  (tetróxido de chumbo), que tem alta aderência às placas metálicas de ferro, evitando assim o contato de água e oxigênio com o metal. Essa proteção deve ter manutenção constante, pois se essa película protetora for riscada ou sofrer desgaste com o tempo, o ferro ficará exposto e irá se oxidar.

**4** Algumas vezes percebem-se bolhas nas pinturas sobre metais. Faça uma pesquisa e descubra o que isso significa.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no *Manual do Professor*.

Não escreva no livro



N-SKY/SHUTTERSTOCK.COM

» Proteção de zarcão em ferro metálico.

## Ferro revestido de estanho

O estanho é um metal mais resistente à corrosão que o ferro, porém, em meio ácido, ele também pode estar sujeito à oxidação. Usa-se, na parte interna de latas de alimentos em conserva, a folha de flandres, que é uma película de estanho acrescida de algum óxido resistente (como óxido de crômio III) ou de algum material sintético (como polímeros com alta resistência à corrosão).

Latas amassadas apresentam essa proteção interna deteriorada e a possibilidade da corrosão é muito maior, pois o ferro fica exposto e pode oxidar, gerando resíduos que contaminam os alimentos. Em função disso, latas amassadas devem ser descartadas.



PETER SOBOLEV/SHUTTERSTOCK.COM

HOLIDAY.PHOTO.TOP/SHUTTERSTOCK.COM

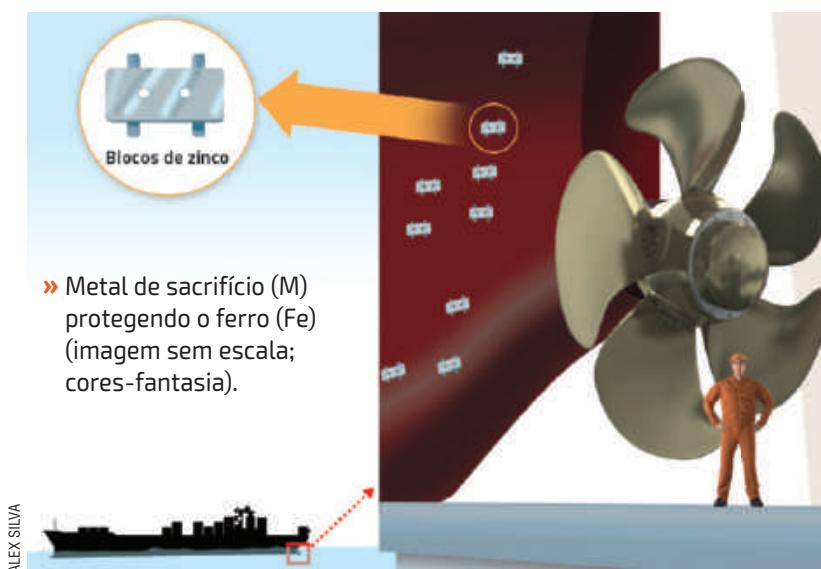
» Latas revestidas com película de estanho.

## Galvanização: uso de metal de sacrifício

O cientista italiano Luigi Galvani, em Bologna, na Itália, voltou seus estudos para eletricidade, principalmente nos organismos vivos. Galvani incentivou inúmeros cientistas a estudarem os fenômenos elétricos. Em 1837, após a morte de Galvani, o engenheiro francês Stanislaus Tranquille Modeste Sorel (1803–1871) patenteou o processo de zinçagem a quente do ferro, que evita sua corrosão, e o nomeou de galvanização em homenagem a Galvani.

A relação de proteção entre metais se baseia na diferença de facilidade com que os metais se oxidam. Metais que oxidam facilmente, como o zinco, são utilizados como metais de sacrifício para proteger outras superfícies metálicas mais nobres, isto é, menos reativas, como o ouro e a prata. Um metal é mais reativo que o outro quando apresenta maior eletropositividade, isto é, tendência de oxidar.

O metal de sacrifício tem duas funções protetoras: oxidar antes que o metal a ser protegido e transferir elétrons para cátions do metal protegido, fazendo que ele retorne ao estado metálico caso oxide.



São inúmeras as formas de galvanização que existem atualmente e a mais comum é a produção do ferro galvanizado, onde o ferro é recapeado com zinco, que servirá como metal de sacrifício.

» Tabela de reatividade dos metais.

LIDE, D. R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 89th ed. (Internet Version). Boca Raton, FL: CRC: Taylor and Francis, 2009.

### Reatividade de alguns metais

Metal	Cátion
Li	Li <sup>1+</sup>
Rb	Rb <sup>1+</sup>
K	K <sup>1+</sup>
Cs	Cs <sup>1+</sup>
Ba	Ba <sup>2+</sup>
Sr	Sr <sup>2+</sup>
Ca	Ca <sup>2+</sup>
Na	Na <sup>1+</sup>
Mg	Mg <sup>2+</sup>
Al	Al <sup>3+</sup>
Zn	Zn <sup>2+</sup>
Cr	Cr <sup>3+</sup>
Fe	Fe <sup>2+</sup>
Cd	Cd <sup>2+</sup>
Co	Co <sup>2+</sup>
Ni	Ni <sup>2+</sup>
Sn	Sn <sup>2+</sup>
Pb	Pb <sup>2+</sup>
Fe	Fe <sup>3+</sup>
↓	
Cu	Cu <sup>2+</sup>
2Hg	Hg <sup>2+</sup>
Ag	Ag <sup>1+</sup>
Pd	Pd <sup>2+</sup>
Hg	Hg <sup>2+</sup>
Pt	Pt <sup>2+</sup>
Au	Au <sup>1+</sup>



» Panelas de aço inoxidável.

### Saiba mais

#### Aço inoxidável

É uma liga metálica usada na produção de utensílios domésticos, como panelas e talheres, peças de carro, entre outros. O que essa mistura de metais tem de especial para não oxidar? Sua composição, que inclui metais que formam óxidos menos reativos com agentes do meio. O aço é uma mistura de ferro e carbono, bastante resistente, porém ainda capaz de sofrer oxidação. Ao agregar ao aço metais como cromo e níquel, que formam óxidos insolúveis, que não reagem com água e oxigênio, a liga metálica formada não sofrerá oxidação. O aço inoxidável é formado de: 74% de aço, 18% de cromo e 8% de níquel.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. No dia 15 de novembro de 2018, um viaduto em São Paulo cedeu e foi totalmente interditado, provocando diversos transtornos.

» Viaduto que cedeu (São Paulo, SP, 2018).



EDSON LOPES JR./UOL/OLIMPICPRESS

Forme um grupo de 4 integrantes para realizar um trabalho de pesquisa sobre esse acidente acontecido em São Paulo.

Sugestão de áreas a serem pesquisadas.

1. Tipo de material do viaduto e suas características de corrosão.
2. As condições ambientais urbanas e sua influência na durabilidade dos materiais.
3. Idade do viaduto e a importância dos métodos de manutenção.
4. Eficiência na construção.
5. Faça uma comparação do viaduto em São Paulo com a ponte sobre o Rio São Francisco, na região da cidade de Pirapora, Minas Gerais, que alguns anos antes já estava nas condições apresentadas na imagem a seguir.



CASSANDRA CURY/PULSAR IMAGENS

» Ponte Marechal Hermes sobre o rio São Francisco (Pirapora, MG, 2015).

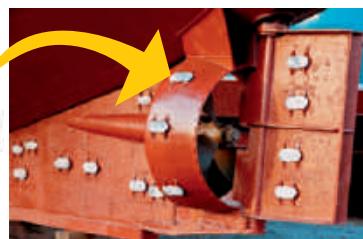
Enriqueça sua pesquisa e apresente em forma de seminário. Se possível, use ambientes virtuais para sua comunidade escolar conhecer seu trabalho. Aproveite para incentivar a cidadania. Estimule as pessoas para que tenham atenção nas construções e recorram às subprefeituras, com fotos, apresentando as condições de alguma situação visivelmente perigosa em construções.

Pode começar em sua escola com a contribuição de professores e gestão para orientar os caminhos de possíveis solicitações de melhorias estruturais.

2. Os navios são suscetíveis ao ataque corrosivo do meio marinho. Para suportar cargas e força do mar, sua estrutura é feita de ferro. As imagens a seguir mostram a forma de proteção por uso de metal de sacrifício. O metal utilizado neste caso é o magnésio.



SANERG/STOCKPHOTO/GETTY IMAGES



STOCKPHOTO24/STOCKPHOTO/GETTY IMAGES

» Metal de sacrifício (Mg) soldado em casco de Navio.

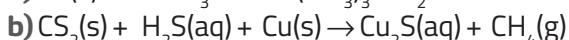
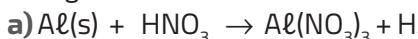
Dados: Oxidação do Magnésio:  $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

Oxidação do Ferro:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

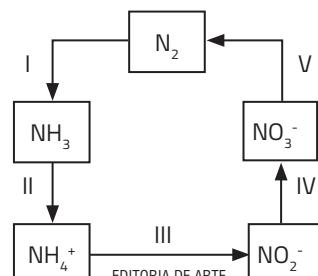
a) Equacione o processo de corrosão e o de proteção causados nessa forma de tratamento anticorrosivo.

b) Qual dos dois metais é mais reativo? Justifique.

3. Balanceie as reações por oxirredução, identificando a oxidação, a redução, o agente oxidante e o agente redutor.



4. Os fertilizantes nitrogenados efetuam diversas reações no solo. O esquema ao lado mostra algumas transformações do nitrogênio que ocorrem no meio ambiente.



a) Determine em quais etapas acontecem as oxidações e em quais acontecem as reduções, considerando o nitrogênio.

b) A desnitrificação é um processo em que se utilizam microrganismos que promovem a redução da espécie nitrogenada mais oxidada. Qual a etapa que representa a desnitrificação?

Leia a tirinha e responda às questões.



As respostas e os comentários das atividades  
estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- O autor da tirinha fez uma alusão para a questão da pilha. Qual foi?
- É comum escutar frases populares como "Vou descansar, minha pilha está acabando" ou "Nossa essa pessoa está pilhada hoje!". Que relação é possível fazer entre essas frases e a tirinha?

Não escreva no livro

Há tempos, equipamentos elétricos/eletrônicos fazem parte de nosso cotidiano, como as televisões, os computadores de mesa e as geladeiras. Atualmente, cada vez mais esses equipamentos são portáteis e nos acompanham por onde formos, como os celulares, os relógios, os *notebooks*, entre outros.

Todo equipamento elétrico/eletrônico necessita de energia elétrica para seu funcionamento, mas a sua portabilidade só foi possível por meio de estudos sobre determinadas transformações químicas que podem fornecer energia elétrica aos equipamentos através de pilhas e baterias.

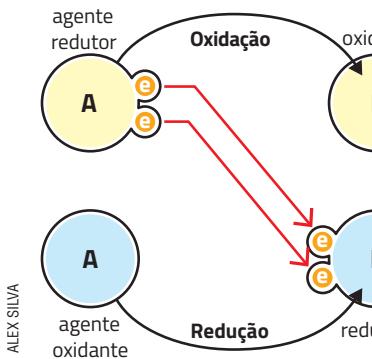
#### Saiba mais

Energia elétrica é uma forma de energia potencial elétrica entre dois pontos de um fio condutor de eletricidade e definida pela diferença entre os potenciais de oxidação e redução.

O início desses estudos se deu com o cientista italiano Alessandro Volta (1745-1827), em meados de 1800, mas foi John Frederic Daniell (1790-1845), químico criador da famosa pilha de Daniell, que, em 1836, desenvolveu o mecanismo para se entender como a energia química pode fornecer energia elétrica.

Ele foi muito competente em perceber, por exemplo, a ocorrência de um processo de oxirredução espontâneo entre alguns metais, como o cobre e o zinco.

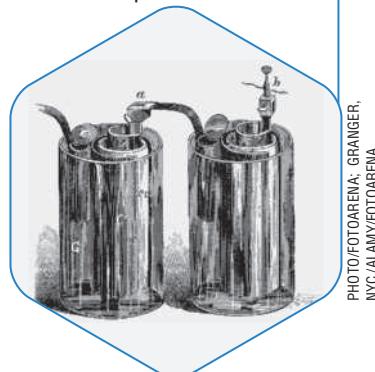
Seria interessante retomar que oxidação é a capacidade que uma espécie química tem de transferir elétrons e redução é a capacidade que uma espécie química tem em receber elétrons.



- » Representação genérica do processo de oxirredução (imagem sem escala; e cores-fantasia).



» Daniell é um modelo de sua pilha.

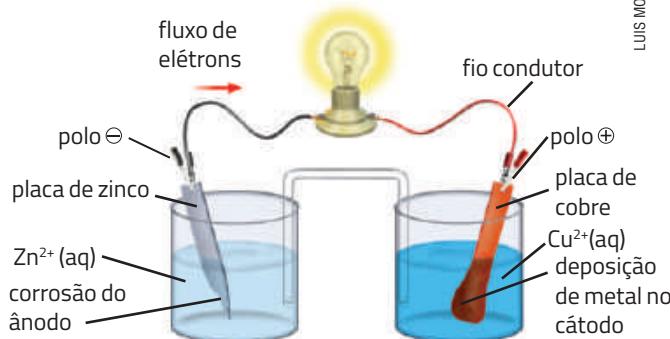


PHOTO/FOTOARENA; GRANGER,  
NYC / ALAMY/FOTOARENA

# Pilha de Daniell

Pilha é um dispositivo que em sua estrutura possui, basicamente, um metal que oxida, um metal que reduz, um fio condutor de elétrons e uma ponte salina, conforme demonstrado a seguir.

A pilha de Daniell consiste em dois compartimentos. Um deles tem uma placa de zinco metálico ( $Zn$ ) em uma solução de sal de zinco. O outro tem uma placa de cobre metálico ( $Cu$ ) imersa numa solução de sal de cobre. As placas são unidas por um fio metálico, que possibilita a movimentação dos elétrons de uma placa para o tubo de conexão que servirá para manter o equilíbrio salina.



- » Representação da pilha de Daniell (imagem sem escala; e cores-fantasia).

## O polo negativo e a oxidação

A oxidação ocorre no compartimento do zinco, também chamado de eletrodo de zinco ou célula de zinco. A placa de zinco transfere elétrons pelo fio metálico, portanto, oxida, e o zinco metálico ( $Zn^0$ ), o agente redutor, torna-se cátion  $Zn^{2+}$  em solução.

Com isso, a massa da placa diminui, pois acontece a corrosão da placa de zinco. Por outro lado, a concentração de cátions  $Zn^{2+}$  aumenta significativamente na solução de zinco.

Por convenção, o lado da pilha onde ocorre a **oxidação** recebe o nome de **ânodo**. Para essa pilha em particular, a semirreação de oxidação que ocorre no ânodo é:  $\text{Zn}^0(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

## O polo positivo e a redução

A redução ocorre no compartimento do cobre, também chamado de eletrodo de cobre ou célula de cobre. A placa de cobre recebe os elétrons que chegam pelo fio metálico e, eletrizada, atrai os cátions  $\text{Cu}^{2+}$  presentes em solução, que reduzem e se transformam em cobre metálico ( $\text{Cu}^0$ ). Os cátions  $\text{Cu}^{2+}$  são, portanto, os agentes oxidantes.

A massa da placa de cobre aumenta porque ocorre deposição de metal cobre sobre ela, e a concentração de cátions na solução de cobre diminui.

Por convenção, o lado da pilha onde ocorre a **redução** é chamado de **cátodo**. Para essa pilha em particular, a semirreação de redução que ocorre no cátodo é:



## A ponte salina

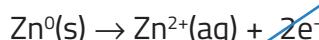
A ponte salina é composta por um sal solúvel em água que tem a capacidade de equilibrar as cargas dos íons livres e residuais da oxirredução, presentes em grande concentração em cada compartimento, de modo a regular a mobilidade das espécies em solução.

## As semirreações e a reação global

Na oxirredução, a transferência de elétrons ocorre de um átomo para o outro, o que significa que o número de elétrons participantes dos processos de oxidação e redução deve ser igual.

No caso da pilha de Daniell, os dois elétrons envolvidos na oxidação do zinco metálico ( $\text{Zn}^0$ ) são os mesmos da redução do cátion de cobre  $\text{Cu}^{2+}$ , conforme demonstram as semirreações e a reação global a seguir.

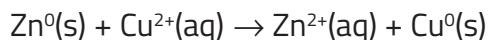
Semirreação no ânodo



Semirreação no cátodo



Reação global

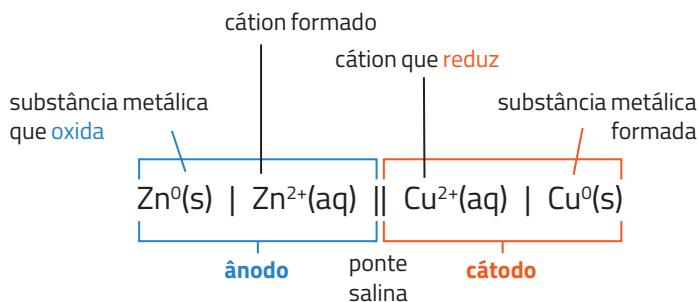


As pilhas podem ser representadas pelas suas semirreações separadas por linhas paralelas, conforme exemplo a seguir.

**3** Equacione as semirreações do ânodo, do cátodo e a equação global para a pilha formada por níquel e cobre, determinando também o agente oxidante e o agente redutor.

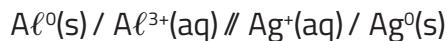


Não escreva no livro



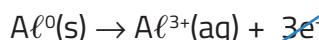
As respostas e os comentários das atividades  
estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Para as semirreações com espécies que têm valências diferentes, isto é, as cargas de seus cátions são diferentes, deve-se balancear a equação respeitando o número de elétrons transferidos. Veja no caso do alumínio com a prata, por exemplo:



O alumínio tem 3 elétrons na camada de valência e a prata possui apenas um. Para que não haja desequilíbrio de elétrons, precisa-se de três cátions de prata para cada átomo de alumínio, já que a transferência eletrônica ocorrerá dos átomos de alumínio para os cátions de prata. Assim, tem-se:

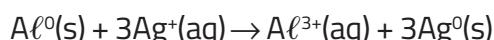
Semirreação no ânodo



Semirreação no cátodo



Reação global



Mesmo sabendo que todas as pilhas operam pelo mecanismo de oxirredução, ainda assim resta uma dúvida: todas as pilhas são iguais? Para responder a essa pergunta, precisamos conhecer o que é diferença de potencial (ddp) de uma pilha.

## Diferença de potencial das pilhas (ddp)

Para funcionar, as pilhas precisam de um agente oxidante, que recebe elétrons, e um agente redutor, que transfere elétrons. Quanto maior o potencial de redução de uma espécie química, mais facilmente ela receberá elétrons, provocando a oxidação da outra espécie.

Em geral, as tabelas oficiais oferecidas para comparação desses potenciais são apresentadas em função do potencial de redução, de modo que a espécie com maior potencial de redução é o melhor agente oxidante. A unidade de medida de potencial de redução e de oxidação é (volt).

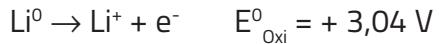
Quanto maior a diferença de potencial entre os agentes oxidantes e redutores, maior o potencial da pilha, isto é, maior a tendência de que uma transferência de elétrons ocorra. A ddp pode ser calculada conforme as fórmulas e tabela a seguir:

$$\Delta E_{\text{Red}} = E^0_{\text{redução maior}} - E^0_{\text{redução menor}}$$

$$\Delta E_{\text{Ox}} = E^0_{\text{oxidação maior}} - E^0_{\text{oxidação menor}}$$

Observe que todas as reações são de recebimento de elétrons, portanto, reações de redução. Aquelas que apresentam potencial de redução positivo têm a tendência de reduzir e de serem agentes oxidantes. Reações que têm o potencial de redução negativo têm tendência de realizar o processo inverso, que é a oxidação, sendo agentes redutores.

Lítio, por exemplo, é mais reativo oxidando, conforme equação invertida à apresentada na tabela:



A prata, por outro lado, tem potencial de redução positivo, portanto sua reatividade, de modo geral, é de redução.



É importante mencionar que a tendência de cada metal está atrelada, também, ao outro metal presente na pilha. A prata, por exemplo, quando pareada com metais de potencial de redução maior, como o ouro ( $E_{\text{red}}^0 = +1,40 \text{ V}$ ), tende a oxidar, pois o metal que reduz é aquele com o maior potencial de redução.

Vamos analisar um pouco melhor essa situação, a partir dos dados a seguir.

Algumas semirreações de redução e seus potenciais padrão	
Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,04
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,37
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Fonte dos dados: LIDE, D. R. (Ed.). **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 89th ed. (Internet Version). Boca Raton, FL: CRC: Taylor and Francis, 2009. p. 8-20-8-24.

Aumento do caráter oxidante

Potenciais-padrão de redução nas condições-padrão	
Semiequação de redução	$E^{\circ}(\text{V})$
$\text{Li}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3,04
$\text{K}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{K}(\text{s})$	-2,93
$\text{Na}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$2 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0,83
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0,44
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,26
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$	+0,17
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 4\text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0,40
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0,52
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-(\text{aq})$	+0,54
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0,77
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\text{Br}_2(\ell) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Br}^-(\text{aq})$	+1,09
$\frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell)$	+1,23
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$	+1,36
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	+1,40
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{F}^-(\text{aq})$	+2,87

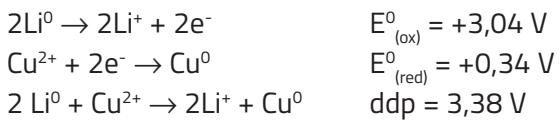


Fonte dos dados: LIDE, D. R. (Ed.). **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 89th ed. (Internet Version). Boca Raton, FL: CRC: Taylor and Francis, 2009. p. 8-20-8-24.

Interpretando a tabela de redução:

- $\text{Cu}^{2+}$  tem maior potencial de redução (+0,34 V), portanto é o melhor agente oxidante.
- $\text{Li}^+$  tem menor potencial de redução (-3,04 V), portanto possui o maior potencial de oxidação (+3,04 V), sendo o melhor agente redutor.

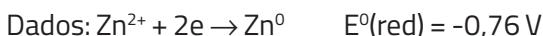
A melhor pilha, isto é, aquela com a maior ddp entre os metais apresentados nesta tabela, será:



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

4

Faça em seu caderno o esquema da pilha de Daniell, determine a sua ddp e o que acontece com as placas de zinco e cobre.



Não escreva no livro

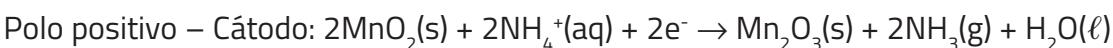
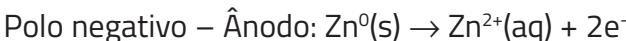
## Tipos de pilhas

As pilhas foram evoluindo para se adequarem às diferentes utilizações. As mais utilizadas são a pilha seca e a pilha alcalina, em geral de 1,5 V, utilizadas em vários aparelhos no dia a dia, a pilha de lítio-iodo, usada em marca-passo cardíaco, a pilha de íons-lítio, utilizada em celulares, a pilha de mercúrio-zinco, usada em relógios de pulso, e outras variações mais específicas na área da computação e eletrônicos da área espacial.

### Pilha seca

A pilha seca, desenvolvida pelo químico francês George Leclanché (1839-1882) e também chamada de pilha de zinco-carbono ou pilha ácida, é muito comum pela facilidade de utilização e baixo custo de seus componentes. Essas pilhas são indicadas para eletrônicos que necessitam de descarga baixa, porém contínua, de corrente elétrica, como relógios de parede, rádios portáteis, controle remoto etc.

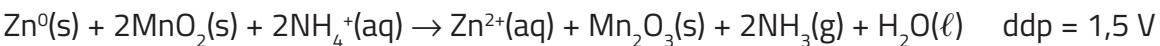
Mecanismo da pilha seca:



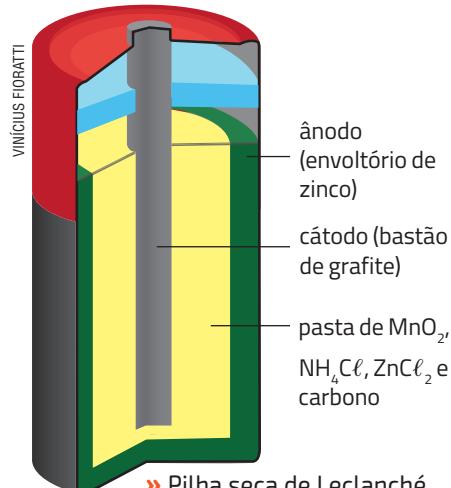
O polo positivo é composto por uma barra de grafita situada no meio da pilha e envolvida por dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ), carvão em pó (C) e por uma pasta úmida contendo cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), cloreto de zinco ( $\text{ZnCl}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

$\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{ZnCl}_2$  são sais de caráter ácido, motivo de ser chamada de pilha ácida.

A reação global é dada por:



Com a necessidade de maior diferença de potencial elétrico e de corrente elétrica de maior intensidade dos aparelhos modernos, é comum a união de pilhas para suprir essa quantidade de energia. A essa união de pilhas denominamos bateria, que pode ter seu mecanismo composto por pilhas unidas em paralelo ou em série, como veremos a seguir.



» Pilha seca de Leclanché (imagem sem escala; cores-fantasia).

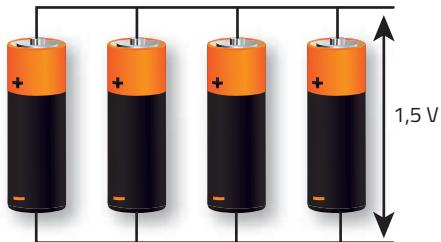
### Espaços de aprendizagem

Leia o texto disponível no link a seguir e aprofunde seus conhecimentos sobre pilhas e baterias. <http://qnesc.sqb.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>. Acesso em: 21. ago 2020.

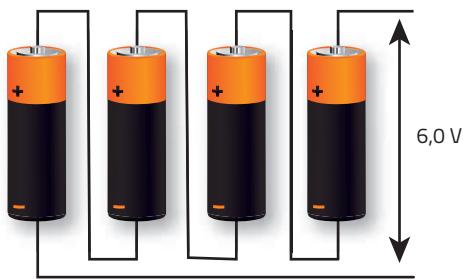
## Baterias

A pilha possui basicamente dois eletrodos, e a bateria será uma sequência de eletrodos conforme a necessidade de maior potencial elétrico ou maior fluxo de corrente elétrica.

A imagem a seguir apresenta a união de 4 pilhas de 1,5 V, ora colocadas em paralelo, ora colocadas em série.



Pilhas ligadas em **paralelo**. A diferença de potencial da bateria é de 1,5 V e os elétrons enfrentam menos resistência, se movendo com maior facilidade e consumindo menos energia. Com isso as pilhas duram mais.



Pilhas ligadas em **série**. A diferença de potencial da bateria fica quatro vezes maior, ou seja, 6 V. Nessa associação, porém, a resistência ao movimento dos elétrons é maior.

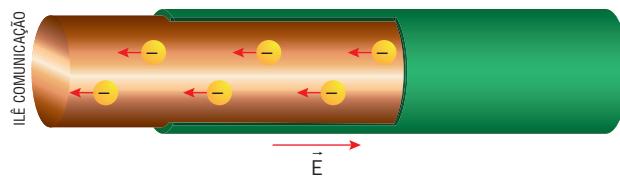
» Conjunto de pilhas formando baterias.

### Saiba mais

Diferenciando potencial elétrico de corrente elétrica.

**Diferença de potencial (ddp):** É a diferença entre os potenciais elétricos de dois pontos *A* e *B*, também chamada de tensão elétrica. Podemos qualificar essa diferença de potencial como a diferença entre os potenciais de oxidação e de redução de uma pilha, por exemplo. Quanto maior a diferença entre os potenciais de oxidação e de redução, maior a ddp da pilha e maior a força eletromotriz na produção de corrente.

**Corrente elétrica (*i*):** É o fluxo ordenado de elétrons em um condutor e sua intensidade é determinada pela quantidade de carga elétrica que percorre o fio por segundo.



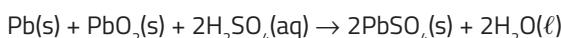
» Representação convencional de corrente elétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

Simplificadamente, podemos dizer que a quantidade de elétrons em movimento está associada à intensidade da corrente, e a velocidade com que eles se movimentam depende da diferença de potencial.

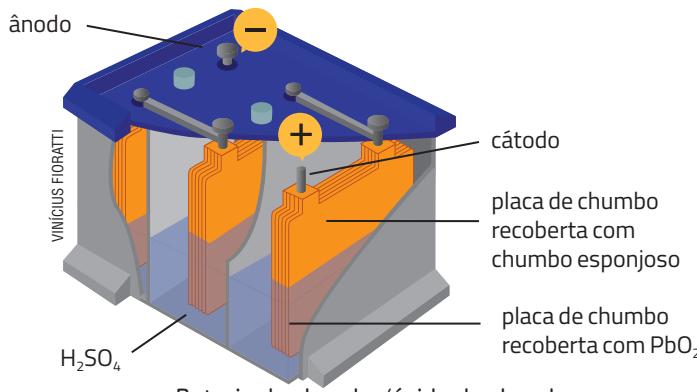
As baterias têm diferenças em suas estruturas e componentes para responder à necessidade elétrica dos mecanismos que deverão alimentar. Vamos conhecer então um tipo de bateria muito comum, a que alimenta a parte elétrica dos automóveis.

## Um tipo de bateria muito comum: a automotiva

Nesse tipo de bateria, ambos os eletrodos são do mesmo elemento químico, o chumbo (Pb). No cátodo, o dióxido de chumbo ( $PbO_2$ ) reage com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) durante o processo de descarga, produzindo sulfato de chumbo ( $PbSO_4$ ) e água. No ânodo, o chumbo metálico (Pb) transfere os elétrons para a redução do óxido de chumbo. A reação global, então, apresenta somente sulfato de chumbo e água como produtos:



A recarga dessa bateria ocorre quando o sulfato de chumbo é reconvertido a chumbo no ânodo e a dióxido de chumbo no cátodo.



» Bateria de chumbo/óxido de chumbo (imagem sem escala; cores-fantasia).

KENNETH-CHEUNG/GETTY IMAGES

## Pilhas e baterias recarregáveis

As pilhas recarregáveis possuem o mesmo mecanismo de produção de corrente elétrica que as pilhas comuns, porém seus componentes são diferentes. Recarregar uma pilha é submetê-la a uma carga elétrica do carregador, restabelecendo o circuito da pilha. As pilhas comuns não podem ser recarregadas porque os materiais de que são feitas não suportam a carga elétrica do carregador, e, caso sejam expostas a ela, podem causar acidentes como vazamentos de materiais tóxicos.

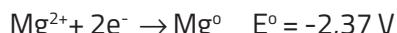
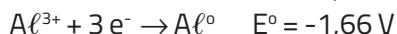
### Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

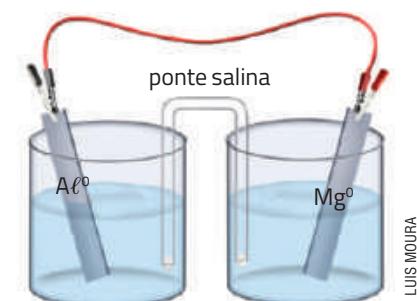
Não escreva no livro

1. Um laboratorista, pensando em desenvolver uma nova composição para pilha, resolveu testar duas novas combinações. Uma com ferro (Fe) e cobre (Cu), outra com alumínio (Al) e magnésio (Mg).

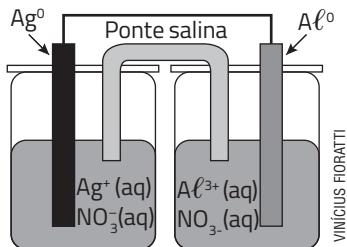
Dados:



- a) Faça as semirreações de oxirredução, a equação global e o cálculo de ddp para as duas pilhas estudadas pelo laboratorista.
- b) As duas pilhas construídas pelo laboratorista apresentaram diferença de potencial (ddp) entre 0,7 e 0,8 V. Usando os dados fornecidos, proponha ao laboratorista uma pilha que apresente maior diferença de potencial. Equacione o processo para justificar sua escolha.



- 2.** Na imagem demonstrada a seguir, temos, em um eletrodo, uma placa de alumínio ( $\text{Al}^0$ ) imersa em solução de nitrato de alumínio ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ), e no outro, uma placa de prata ( $\text{Ag}^0$ ) imersa numa solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ). Observa-se também o fio por onde se deslocam os elétrons e a ponte salina para equilíbrio dos íons das soluções.



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Dados:

Potenciais de redução:

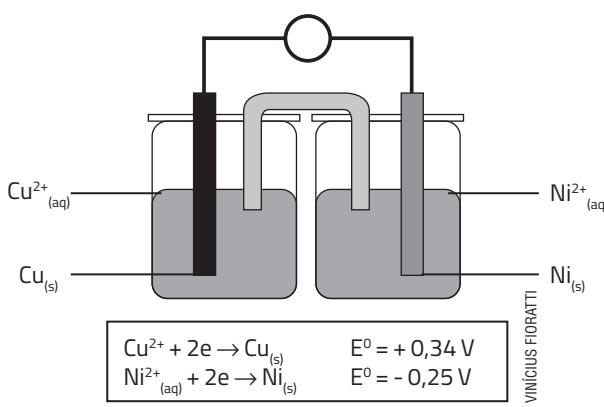
$$\text{Al}^{3+}/\text{Al}^0 = -1,66 \text{ V}$$

$$\text{Ag}^+/\text{Ag}^0 = +0,80 \text{ V}$$

Em relação a essa pilha, responda.

- Semirreação do ânodo.
- Semirreação do cátodo.
- Equação global com ddp.
- Placa que aumenta de massa.
- Placa que diminui de massa.
- Sentido dos elétrons.
- Polo positivo.
- Polo negativo.

- 3.** Observe o esquema da pilha de níquel/cobre.

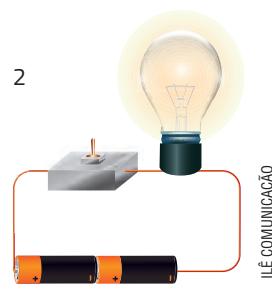
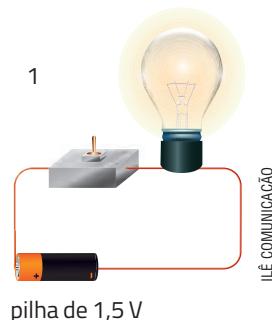


(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

- a)** Considere a bolinha no fio metálico, um voltmímetro, qual será o valor de ddp que ali será registrado para essa pilha?

- b)** Determine os agentes oxidante e redutor.

- 4.** Considere as imagens a seguir e sobre elas responda.



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

- a)** Qual representa uma bateria?

- b)** Ambas têm a mesma função, qual é e como isso acontece?

- c)** Discuta a durabilidade e a intensidade da luz nas duas situações.

- 5.** Leia o texto a seguir.

[...] "As baterias de íon de lítio revolucionaram nossas vidas desde que entraram no mercado pela primeira vez em 1991. Eles lançaram as bases de uma sociedade sem fio e livre de combustíveis fósseis e são de grande benefício para a humanidade", escreveu o comitê responsável pela seleção dos vencedores do Prêmio Nobel [de Química de 2019]."

Faça uma pesquisa sobre o tipo de bateria para celulares que garantiu o Prêmio Nobel em 2019.

BATERIAS de íons de lítio, a revolução tecnológica reconhecida no Prêmio Nobel de 2019. **Galileu**, 9 out. 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/10/baterias-de-ions-de-litio-revolucao-tecnologica-reconhecida-no-premio-nobel-de-2019.html>. Acesso em: 21 ago. 2020.

# Eletrólise



» Medalha dos Jogos Olímpicos de 2016, sediados na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

1

Cada medalha da Olimpíada do Rio pesava 500 gramas. Na época, a grama do ouro era cotada a aproximadamente R\$144,00. Entretanto, o valor de custo de uma medalha de ouro era estimado em menos de R\$2.000,00. Elabore uma hipótese para explicar este fato.

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

As medalhas dos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro, em 2016, foram produzidas pela Casa da Moeda, a partir de metais retirados do ambiente com baixo impacto ambiental. Alguns deles, inclusive, eram reciclados, como o cobre da própria Casa da Moeda, que seria descartado após a produção de moedas. As fitas, por sua vez, eram 50% feitas de material de garrafas PET recicladas.

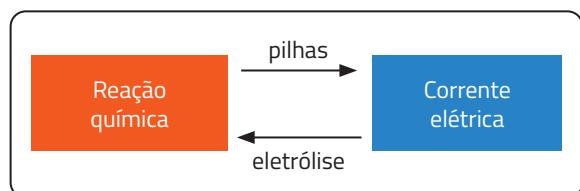
As medalhas olímpicas são um símbolo de orgulho para os atletas. A imagem da alegria em seus olhares ao recebê-las possui mais valor e brilho do que qualquer metal que as cubra. Elas representam todo o empenho e dedicação dos atletas.

As medalhas não são feitas 100% com o metal que lhes confere a identificação de primeiro, segundo e terceiro lugares. As medalhas de ouro das olimpíadas do Rio de Janeiro eram compostas de 92,5% de prata, 6,16% de cobre, e 1,34% de ouro. Ou seja, possuíam somente 6 gramas aproximadamente de ouro, que recobria a medalha. Mas, como comentado, isso não tira seu valor.

Para que o ouro recobrisse a medalha, foi utilizado um processo químico não espontâneo que envolve o uso de corrente elétrica, denominado eletrólise.

Etimologicamente, a palavra eletrólise vem de *eletro*, “corrente elétrica”, e *ise*, “quebra”. Portanto, a passagem de uma corrente elétrica pode provocar transformações químicas, como veremos a partir de agora.

# Diferenciando pilha de eletrólise



» Diferença entre pilha e eletrólise.

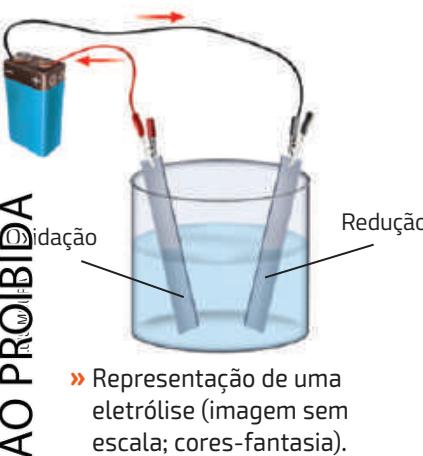
ção, onde a corrente elétrica provoca a formação de novas substâncias químicas.

Os fenômenos de passagem de corrente elétrica e de oxirredução estão presentes tanto nas pilhas como na eletrólise. Entretanto, possuem características diferentes. Pilha é um processo espontâneo de oxirredução, onde substâncias químicas produzem corrente elétrica. Eletrólise é um processo não espontâneo de oxirredu-

## Como acontece a eletrólise

Para que a eletrólise ocorra, é necessário que se tenha íons livres com mobilidade suficiente para chegar aos eletrodos (ou polos) positivo e negativo.

Utiliza-se uma fonte elétrica, pilha ou bateria, por exemplo, para oferecer corrente elétrica à solução. O movimento dos cátions ocorre no sentido do polo negativo, o cátodo, onde recebem elétrons (redução), e o movimento dos ânions ocorre no sentido do polo positivo, o ânodo, onde há transferência de elétrons ao eletrodo (oxidação), o que dá continuidade à corrente elétrica. Chama-se esse processo de descarga nos eletrodos.

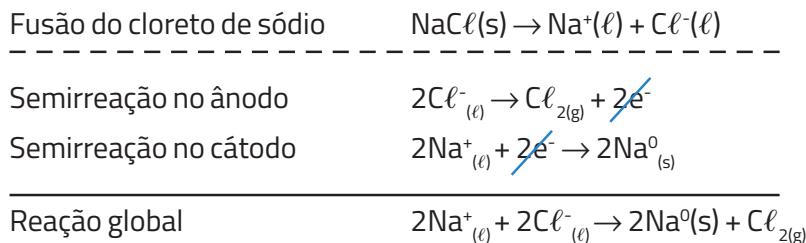


## Tipos de eletrólise

Existem dois tipos de eletrólise: a ígnea, que acontece na ausência de água sob altas temperaturas, e a eletrólise aquosa, que acontece em soluções eletrolíticas. Na maioria das vezes a eletrólise é feita em soluções aquosas salinas.

### Eletrólise ígnea

A eletrólise ígnea acontece em altas temperaturas, pois, para gerar íons livres, é necessário que o sal eletrolisado sofra fusão, conforme exemplo a seguir.



Na eletrólise ígnea do  $NaCl$ , íons  $Cl^-$  descarregam no polo (+), transferindo seus elétrons ao fio e formando  $Cl^0$ , enquanto os íons  $Na^+$  descarregam no polo (-), formando  $Na^0$ .

Os produtos dessa reação são sódio metálico e cloro gasoso, dois compostos dificilmente encontrados na natureza porque são muito reativos. Eles podem se transformar em outros materiais, como o próprio  $\text{NaCl}$ .

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

2

Equacione a fusão, as semirreações e a equação global para a eletrólise ígnea do iodeto de potássio ( $\text{KI}$ ), processo envolvido na produção de iodo sólido ( $\text{I}_2$ ) utilizado na medicina nuclear.

Não escreva no livro

## Eletrólise aquosa

Mais comum que a eletrólise ígnea, a eletrólise aquosa terá concorrência de prioridade de descarga nos eletrodos entre os íons  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  da água e os cátions e ânions do sal dissolvido. Ela apresenta também um subproduto que não sofreu a oxirredução nos eletrodos e está presente na solução aquosa, além de depender de uma descarga seletiva, que segue uma ordem de facilidade ilustrada a seguir.

- Metais alcalinos ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ...)
- Metais alcalinoterrosos ( $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ...)
- Alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ )

$\text{H}^+$

- Demais metais ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ...)

Facilidade de descarga crescente

- Ânions oxigenados ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ...)
- Fluoreto ( $\text{F}^-$ )

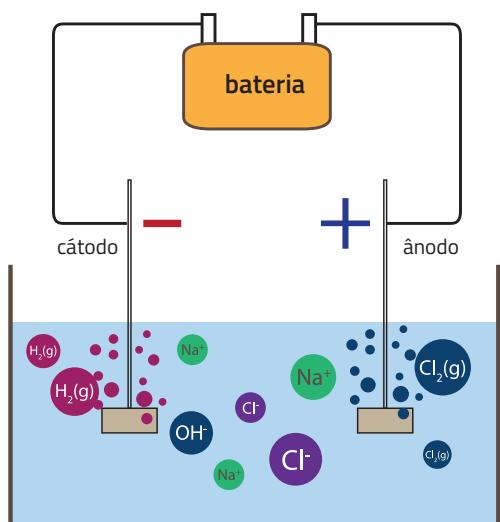
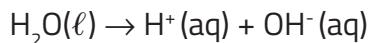
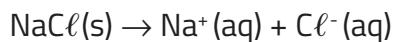
$\text{OH}^-$

- Ânions não oxigenados ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ...)
- Hidrogenossulfato ( $\text{HSO}_4^-$ )

» Ordem de descarga na eletrólise em meio aquoso.

A eletrólise do  $\text{NaCl}(s)$  em meio aquoso, por exemplo, produz materiais importantes como o hidrogênio gasoso ( $\text{H}_2$ ), que pode ser usado na fabricação de margarinas (que são óleos hidrogenados), o cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ), presente na produção de hipoclorito de sódio usado como desinfetante, e o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), usado na produção de sabão.

Vamos agora entender as equações presentes nesse processo. Primeiro, temos a solubilização do cloreto de sódio e a ionização da água:



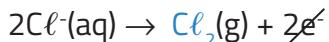
YARUMA/SHUTTERSTOCK.COM

» Eletrólise aquosa do  $\text{NaCl}$ . (imagem sem escala; cores-fantasia).

Para decidir os íons que descarregam nos eletrodos, deve-se observar a ordem de facilidade de descarga.

Prioridade de descarga na eletrólise do NaCl		
	Cátodo	Ânodo
Competição entre íons	$\text{H}^+$ e $\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$ e $\text{OH}^-$
Facilidade de descarga	$\text{H}^+ > \text{Na}^+$	$\text{Cl}^- > \text{OH}^-$
Semirreação nos eletrodos	Redução: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	Oxidação: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
Íons presentes na solução	$\text{Na}^+$	$\text{OH}^-$

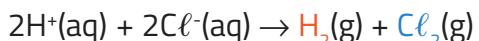
Semirreação no ânodo



Semirreação no cátodo



Reação global



Material residual em solução

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no *Manual do Professor*.

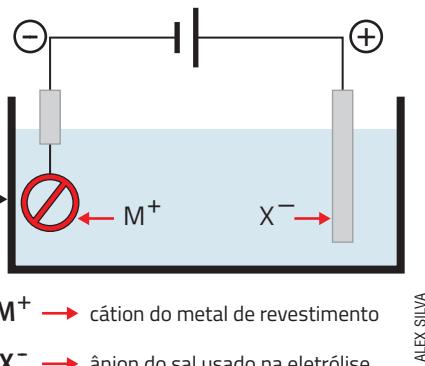
### Espaços de aprendizagem

Veja o vídeo para esclarecer pilha e eletrólise.  
<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/oxidation-reduction/electrolytic-cell/v/introduction-to-electrolysis>. Acesso em: 22 ago. 2020.

3

Equacione a eletrólise do  $\text{CuSO}_4(\text{s})$  (sulfato de cobre) em solução aquosa, mostrando as semirreações de ânodo e cátodo, a equação global e o subproduto formado.

Não escreva no livro



» Esquema geral de galvanoplastia (imagem sem escala; cores-fantasia).



» Calota cromada.

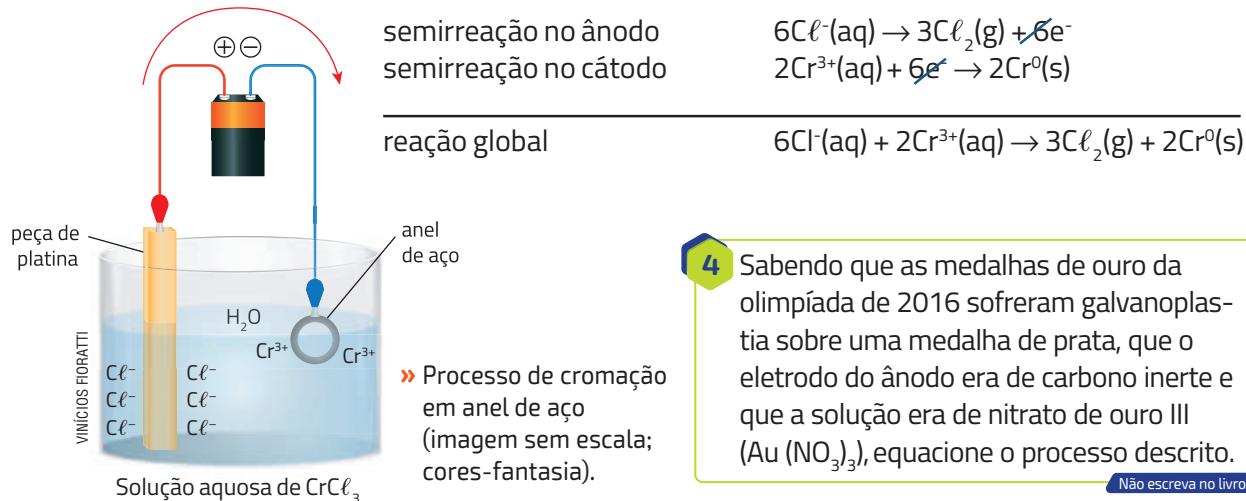
## Galvanoplastia

A galvanoplastia é um processo utilizado para realizar o tratamento de superfícies, podendo ser realizado sobre um substrato que pode ou não ser metálico. O processo é basicamente depositar um metal por meio da redução química no cátodo, gerando proteção ao material ou enriquecimento com metais nobres.

Para que o ouro formasse uma camada sobre as medalhas da olimpíada de 2016 no Brasil, situação apresentada no início desse tema, elas sofreram o processo de galvanização. O resultado desse processo é popularmente conhecido como “folheado a ouro”.

A cromação, ou cromagem, também é um tipo de galvanoplastia. Ela, por exemplo, confere melhor resistência à corrosão e à temperatura, maior dureza e melhora a estética da peça.

No processo ilustrado a seguir, o eletrodo de platina, metal nobre, é colocado apenas para manter a corrente elétrica. O fenômeno de deposição de cromo acontecerá no cátodo e as semirreações estão balanceadas conforme a quantidade de elétrons transferidos.



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

## Análise quantitativa da eletrólise

Para se saber a massa de produtos formados na eletrólise deve-se conhecer a intensidade da corrente ( $i$ ) a que a eletrólise estará sujeita e o tempo ( $t$ ) em que ela ocorrerá. O químico Michael Faraday (1791–1867) estudou os fenômenos quantitativos da eletrólise e seus estudos chegaram a leis que aqui serão adaptadas e aproximadas às necessidades do cálculo das massas produzidas na eletrólise:

$$Q = i \cdot \Delta t \quad 1\text{F} = 96\,500 \text{ C/mol}$$

onde:  $Q$  = quantidade de carga em Coulombs(C),  $i$  = intensidade da corrente em Ampères(A),  $t$  = tempo em segundos(s) e  $F$  = Faraday em Coulombs por mol.

### Atividade resolvida

1. Para cobrejar uma chave de 20 gramas, um estudante usou uma corrente de 5 A durante 1 930 segundos (aproximadamente 32 minutos) sobre uma solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ). Qual a massa de cobre que foi depositada sobre a chave? Qual a massa total da chave após a cobreção?

Massa molar:  $\text{Cu} = 63,5 \text{ g/mol}$ .

**1º passo:** Descobrindo a quantidade de carga ( $Q$ ) que passou na solução eletrolítica.

$$Q = i \cdot t$$

$$Q = 5 \cdot 1\,930 = 9\,650 \text{ C}$$

**2º passo:** Descobrindo quantos mols de elétrons foram utilizados na eletrólise.

$$96\,500 \text{ C} \quad 1 \text{ mol e}^-$$

$$9\,650 \text{ C} \quad X$$

$$X = 0,1 \text{ mol de e}^-$$

**3º passo:** Descobrindo a massa de cobre depositada.



$$2 \text{ mol e}^- \quad 63,5 \text{ g de Cu}^0$$

$$0,1 \text{ mol e}^- \quad X$$

$X = 3,175 \text{ g de Cu}$  foram depositados sobre a chave.

A massa total da chave após eletrólise será de:

$$20 + 3,175 = 23,175 \text{ g}$$

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

- 1.** São chamadas de semijoias as peças de adorno banhadas em ouro, isto é, bijuterias que sofrem eletrólise e sobre elas ocorrem o enriquecimento em ouro. Sabendo que uma semijoia é de alumínio, a solução da eletrólise é de nitrato de ouro  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$  e a deposição sobre o acessório demorou 5 minutos com uma corrente de 0,2 A, responda.

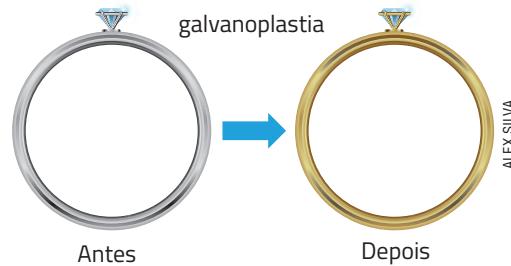
**Dados:**  $\text{Au} = 197 \text{ g/mol}$

1 Faraday = 96 500 C/mol  $e^-$

Equação de redução do ouro:  $\text{Au}^{3+}_{(\text{aq})} + 3e^- \rightarrow \text{Au}_{(\text{s})}$ .

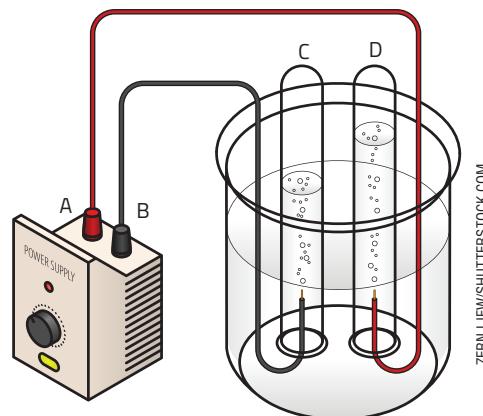
a) Por que o ouro é um ótimo metal para esse processo de eletrodeposição?

b) Qual a massa de ouro depositada no anel?



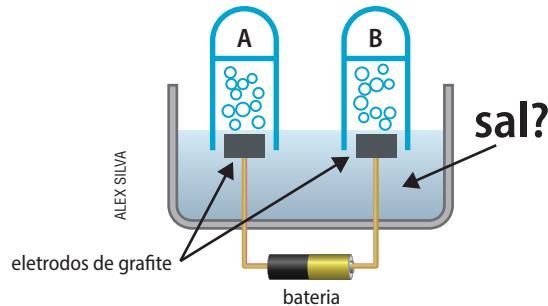
- 2.** Na imagem a seguir está representada a eletrólise da água pura.

a) Determine qual o polo (+) o polo (-) e os gases formados em cada tubo, demarcados como A, B, C e D.



b) Se misturamos sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) à água, quais serão os produtos formados no ânodo e no cátodo? Justifique sua resposta equacionando os processos.

- 3.** Entre os sais cloreto de potássio ( $\text{KCl}$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) ou cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ), qual poderia estar na solução cuja eletrólise está representada na figura a seguir? Equacione as reações que comprovem sua escolha.

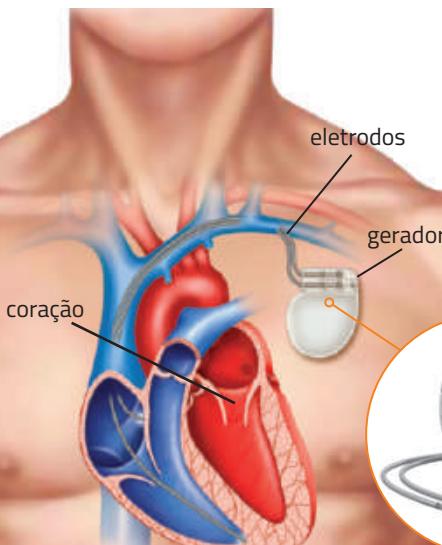


- 4.** Sabendo que o iodo ( $\text{I}_2$ ) deixa o amido de cor roxa/azulada e a fenolftaleína fica rosa em meio básico, e submetendo o sal I e o sal II a uma eletrólise, qual dos dois sais deixaria o ânodo de cor roxa e a solução de cor rosa? Equacione as reações para justificar sua decisão.

Sal I:  $\text{Kl}$  (iodeto de potássio)

Sal II:  $\text{CuI}_2$  (iodeto de cobre)

# Eletricidade no corpo humano



ILUSMEDICALSHUTTERSTOCK.COM

ALEXANDRSHUTTERSTOCK.COM

- » Representação esquemática de um marca-passo artificial implantado em paciente, com destaque para o dispositivo (imagens sem escala; cores-fantasia).

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 1 Como o marca-passo artificial funciona?
- 2 Você conhece alguém que tem um marca-passo artificial implantado? Se sim, quais os cuidados adotados por essa pessoa? converse com seus colegas.

Não escreva no livro

A contração das câmaras do coração promove a circulação sanguínea. Essa contração é rítmica, isto é, existe um ritmo no qual os batimentos cardíacos ocorrem. Isso é importante para o suprimento sanguíneo adequado dos demais tecidos do corpo. Contudo, algumas condições podem alterar, ou provocar um desbalanço no ritmo dos batimentos cardíacos, configurando a arritmia cardíaca.

Entre os sintomas da arritmia estão palpitações, fraqueza, escurecimento da vista, tonturas, desmaios, mal-estar e, em alguns casos, esse quadro pode levar o indivíduo a óbito subitamente, situação denominada morte súbita.

O diagnóstico da arritmia cardíaca é feito por meio de exames específicos e o tratamento pode incluir o uso de medicamentos ou o implante de um **marca-passo artificial**, em alguns casos. Este dispositivo consiste, basicamente, em um gerador de corrente elétrica e em eletrodos que são conectados ao coração. Os eletrodos possuem duas funções: monitorar o ritmo de batimentos cardíacos e conduzir os impulsos elétricos criados pelo gerador. Nesse sentido, caso seja identificado um desbalanço no ritmo de batimentos, o gerador conduz impulsos elétricos ao músculo cardíaco por meio dos eletrodos, restabelecendo seu ritmo.

Os batimentos cardíacos do coração são iniciados e mantidos por impulsos elétricos, produzidos pelas próprias células do coração. Contudo, em casos de arritmia, ocorre um desbalanço nos batimentos, sendo o marca-passo artificial importante para mantê-los adequados.

Além do coração, os impulsos elétricos podem ser gerados por células do sistema nervoso, para a condução de informações nervosas. Em ambos os casos, a eletricidade é possível graças à composição de íons do organismo.

Neste tema, estudaremos como a eletricidade se manifesta no corpo humano.

# Eletricidade no tecido nervoso

## Saiba mais

O **sistema nervoso** humano pode ser dividido em duas partes: central e periférica. A **parte central do sistema nervoso** é constituída pela medula espinal e pelo encéfalo, e é responsável por receber e interpretar os estímulos captados por diferentes regiões do corpo humano, bem como produzir respostas frente a eles. A **parte periférica do sistema nervoso** é constituída por gânglios e nervos, e é responsável por encaminhar as informações provenientes do corpo à parte central do sistema nervoso, além de encaminhar respostas a órgãos e músculos.

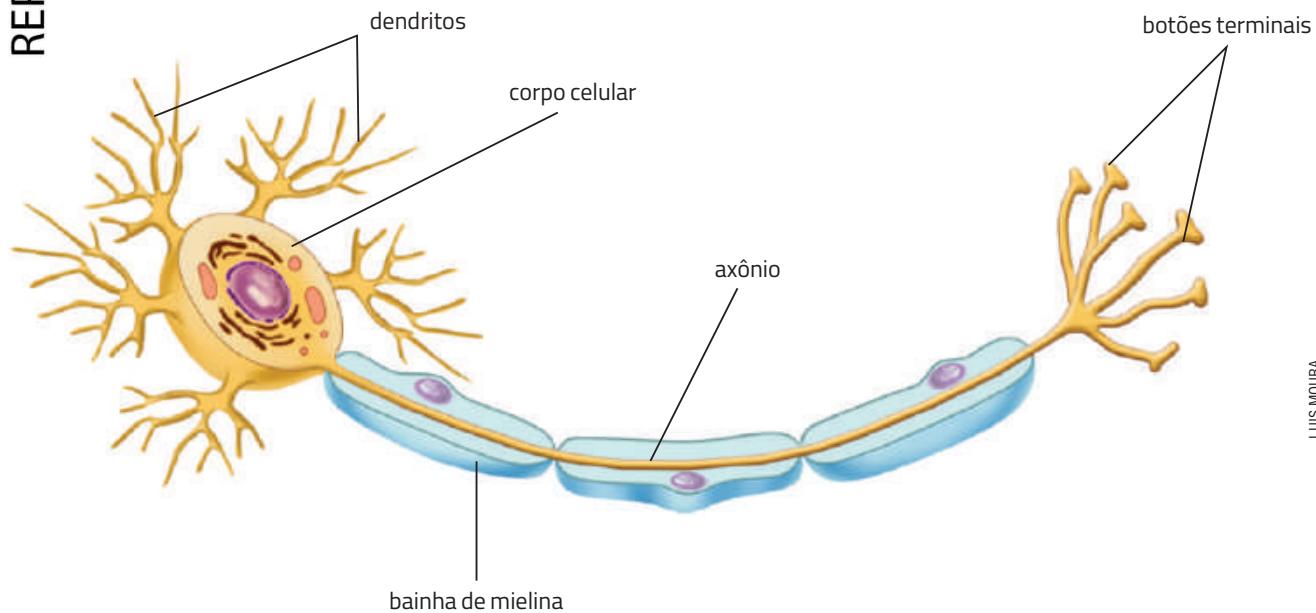
» Representação esquemática da estrutura de um neurônio mielínico (imagem sem escala; cores-fantasia).

O sistema nervoso é responsável pela coordenação dos movimentos e participa do controle das atividades dos órgãos do corpo. Para tanto, células especializadas desse sistema transmitem informações a outras células por meio de sinais elétricos de baixa intensidade, denominados **impulsos nervosos**.

As células especializadas na transmissão de impulsos nervosos são os **neurônios**, constituídos basicamente pelo corpo celular, pelos dendritos e pelo axônio. No **corpo celular** dos neurônios está localizado o núcleo e grande parte das organelas dessas células. Dele, partem extensões curtas altamente ramificadas denominadas **dendritos**. Juntamente ao corpo celular, os dendritos

recebem os impulsos nervosos que são enviados aos neurônios. O envio dos impulsos nervosos a outras células é realizado pelo **axônio**, um prolongamento extenso com as extremidades ramificadas que terminam em estruturas em formato de bulbo, denominadas **botões terminais**.

Nos vertebrados, os axônios possuem um revestimento membranoso denominado **bainha de mielina**, cuja constituição é majoritariamente lipídica. Ela atua como isolante elétrico, possibilitando uma maior velocidade na condução de impulsos nervosos. Os neurônios que apresentam essa estrutura são chamados **neurônios mielínicos**.



TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. p. 412.

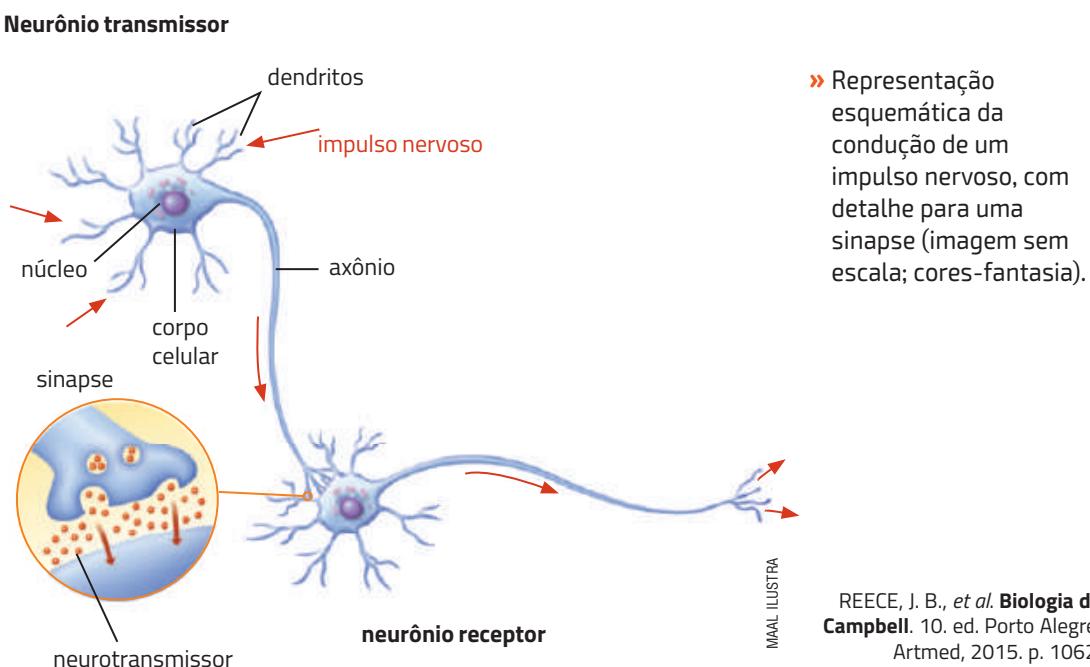
Além dos neurônios, o tecido nervoso é constituído por células de suporte denominadas **gliócitos** (ou células da glia). Essas células produzem a bainha de mielina, fornecem nutrientes aos neurônios e regulam a matriz extracelular que compõe o tecido nervoso.

# Transmissão de impulsos nervosos

Diversos estímulos ambientais, como a pressão, o calor, o odor e a luminosidade, assim como estímulos internos, como a temperatura corporal, a pressão sanguínea, a sede e a fome, são identificados por receptores específicos localizados pelo corpo.

Os receptores enviam esses estímulos aos neurônios, os quais transmitem essas informações por meio de impulsos nervosos até um centro de integração, como o cérebro. O cérebro interpreta essas informações e envia respostas, que também serão transmitidas pelos neurônios, por meio de impulsos nervosos, a órgãos ou músculos. Os órgãos ou os músculos, então, executarão essa resposta. No caso dos músculos, por exemplo, a resposta é a contração muscular.

Os impulsos nervosos, portanto, são transmitidos de um neurônio a outro neurônio, ou a outras células, como as que constituem os músculos e os órgãos. No geral, essa transmissão ocorre do axônio de um neurônio aos dendritos de outro neurônio, por meio da **sinapse**, região de interação entre um neurônio e outra célula. Nessa região, mensageiros químicos denominados **neurotransmissores** são liberados pelo neurônio transmissor à célula receptora do estímulo.



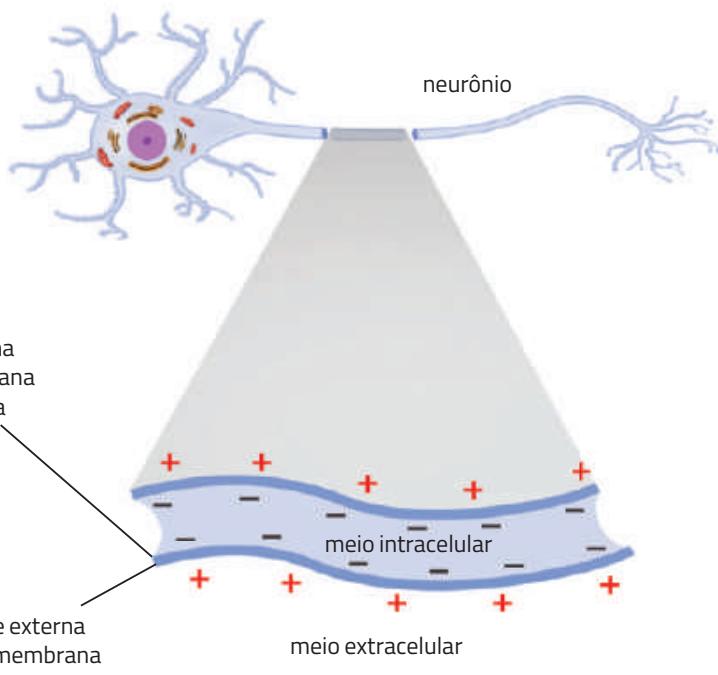
Um neurônio em repouso, ou seja, que não está transmitindo um impulso nervoso, apresenta a face externa da membrana carregada positivamente e a face interna carregada negativamente. Essa diferença de cargas elétricas entre as faces da membrana plasmática de um neurônio em repouso é denominada **potencial de repouso**, e é decorrente de uma maior concentração resultante de macromoléculas carregadas negativamente no interior da célula.

[Saiba mais](#)

face interna  
da membrana  
plasmática

face externa  
da membrana  
plasmática

meio intracelular  
meio extracelular



» Representação esquemática da distribuição de cargas elétricas entre as faces da membrana plasmática de um neurônio em repouso (imagem sem escala; cores-fantasia).

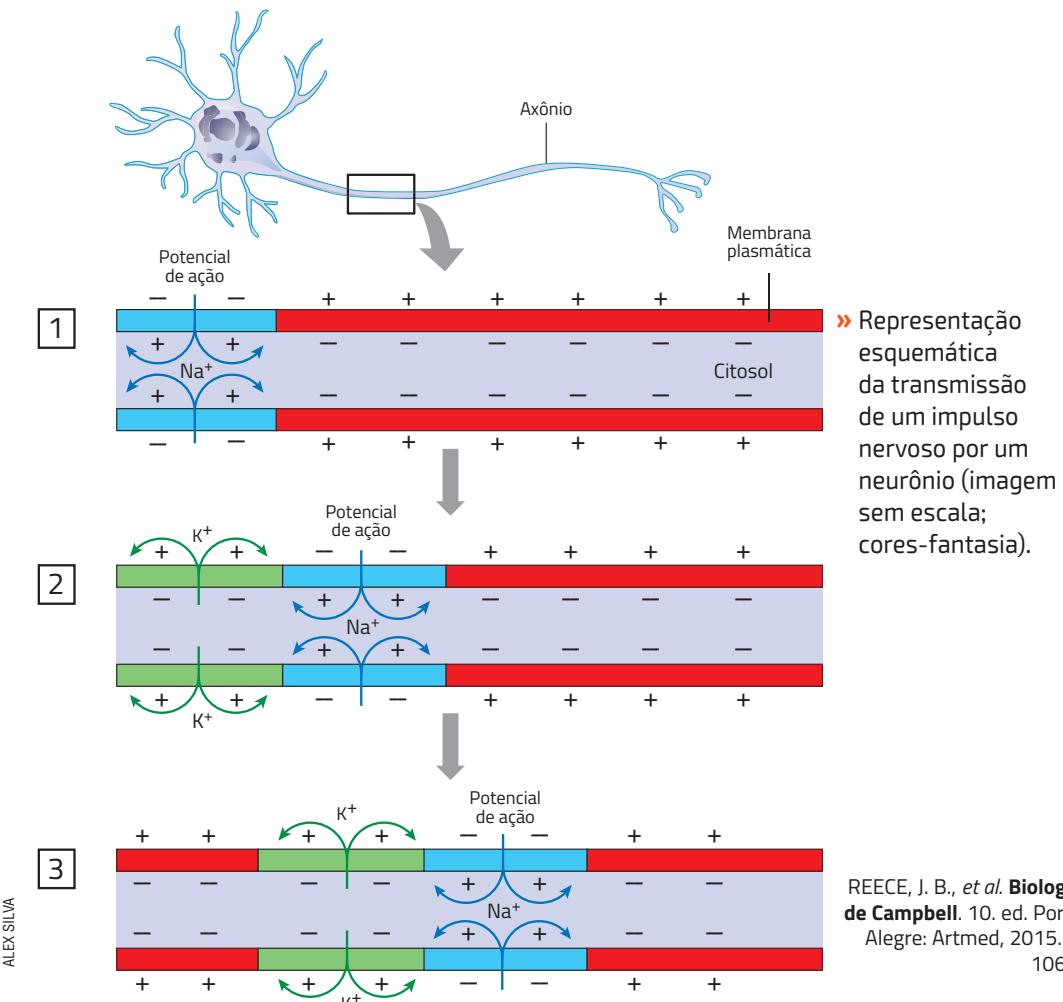
TORTORA, G. J. **Corpo humano:** fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 209, 213.

Quando chega um estímulo ao neurônio, canais transportadores de íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) são abertos. Como o meio extracelular apresenta uma maior concentração de íons de sódio, ocorre o transporte passivo desse íon para o interior da célula. Isso faz que ocorra uma mudança da voltagem da membrana, fazendo que sua face interna fique cada vez menos negativa. Se o estímulo for forte o suficiente, ocorre a formação de um potencial de ação, caracterizado pela alteração momentânea na polaridade da membrana, cuja face interna torna-se positiva e a face externa, negativa, tornando-se despolarizada (etapa 1 da imagem a seguir).

A **despolarização** de uma região da membrana promove a abertura de canais de sódio adjacentes, resultando na despolarização de áreas vizinhas da membrana. Assim, o potencial de ação se espalha pelo axônio (etapa 2 da imagem a seguir), ou seja, ocorre a transmissão de um impulso nervoso.

Após pouco tempo, os canais de sódio se fecham e os canais transportadores de íons de potássio ( $\text{K}^+$ ) se abrem. Como o meio intracelular apresenta uma maior concentração de íons de potássio, ocorre o transporte passivo desse íon para o meio extracelular. Com isso, a face interna da membrana torna-se cada vez mais negativa até retornar ao potencial de repouso. Ou seja, ocorre a **repolarização** da membrana (etapa 3 da imagem a seguir).

A chegada do potencial de ação aos terminais do axônio de um neurônio promove a liberação dos neurotransmissores, que se ligam a receptores específicos do neurônio adjacente. A ligação do neurotransmissor promove a abertura de canais transportadores de íons específicos, resultando na geração de um novo potencial de ação.



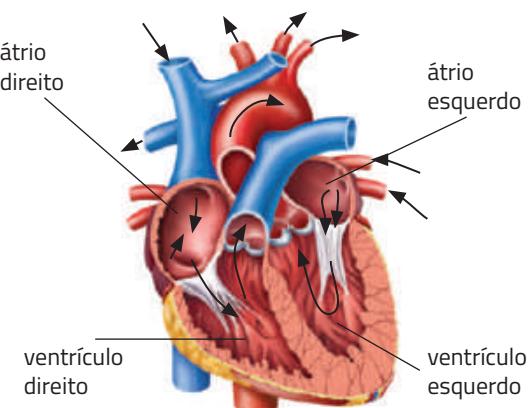
## Eletricidade no coração

Diferentemente dos demais músculos do corpo, a contração dos músculos do coração não depende dos sinais elétricos enviados pelo sistema nervoso. Ela é iniciada a partir de um grupo de células antirrítimicas, localizadas no próprio coração, especificamente, no átrio direito. Esse conjunto de células é denominado **nó sino-atrial (SA)** ou marca-passo, e dita o ritmo de contração das células cardíacas.

### Saiba mais

O **coração** dos seres humanos apresenta quatro câmaras: duas câmaras superiores, denominadas **átrios** (direito e esquerdo); duas câmaras inferiores, denominadas **ventrículos** (direito e esquerdo). A circulação sanguínea pode ser dividida em dois momentos: a circulação pulmonar, responsável pelas trocas gasosas entre o sangue e o ar no interior dos pulmões; e a circulação sistêmica, responsável pela oxigenação dos tecidos do corpo. As contrações rítmicas do coração promovem a circulação do sangue pelo corpo.

» Representação simplificada da anatomia interna do coração (imagem sem escala; cores-fantasia).



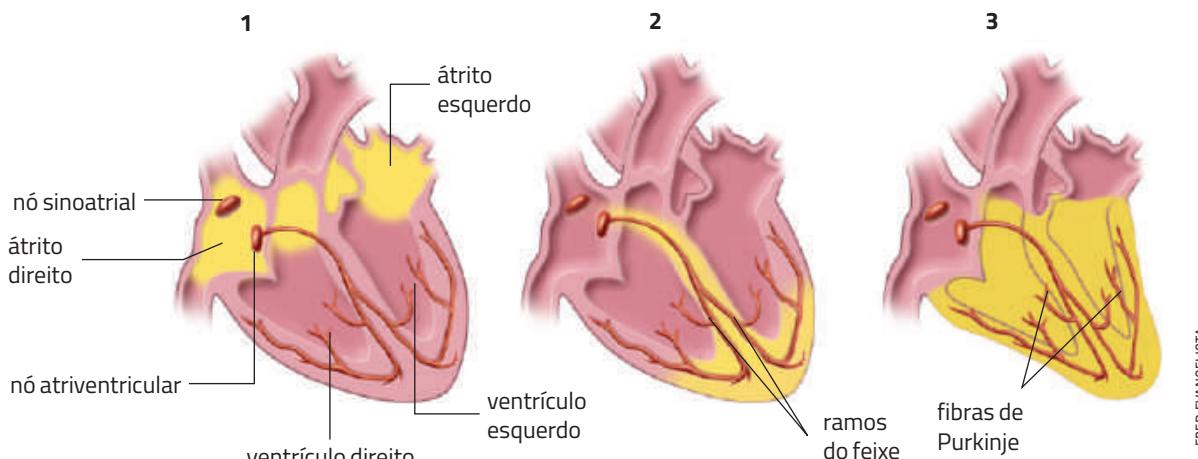
REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 921.

ILUSMEDICAL/SHUTTERSTOCK.COM

O nó sinoatrial produz impulsos elétricos similares aos produzidos pelas células nervosas. Estes impulsos são responsáveis pela estimulação das demais células cardíacas, cujo estímulo se propaga rapidamente pela parede dos átrios, que se contraem juntas (1).

A propagação dos estímulos chega a outro conjunto de células, localizadas entre os átrios esquerdo e direito: o **nó atrioventricular** (AV). Esse grupo de células é responsável por retardar os impulsos brevemente, antes de serem propagados aos ventrículos. Isso possibilita que o sangue localizado no interior dos átrios seja direcionado aos ventrículos, antes de sua contração.

Então, os sinais do nó atrioventricular são conduzidos aos ventrículos (2). A contração dos ventrículos ao mesmo tempo é possível devido à propagação dos impulsos elétricos pela parede dessas câmaras por meio de fibras musculares especializadas, denominadas **fibras de Purkinje** (3).



REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 922.

» Representação esquemática da condução dos impulsos elétricos (representados em amarelo) pelo coração (imagens sem escala; cores-fantasia).

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. O sódio é um elemento importante para a manutenção de diversas funções do organismo, entre elas a condução de impulsos nervosos. O sódio é o principal elemento presente no sal de cozinha, que utilizamos para temperar os alimentos.

Realize uma pesquisa para buscar mais informações sobre esse assunto e responda às questões a seguir.

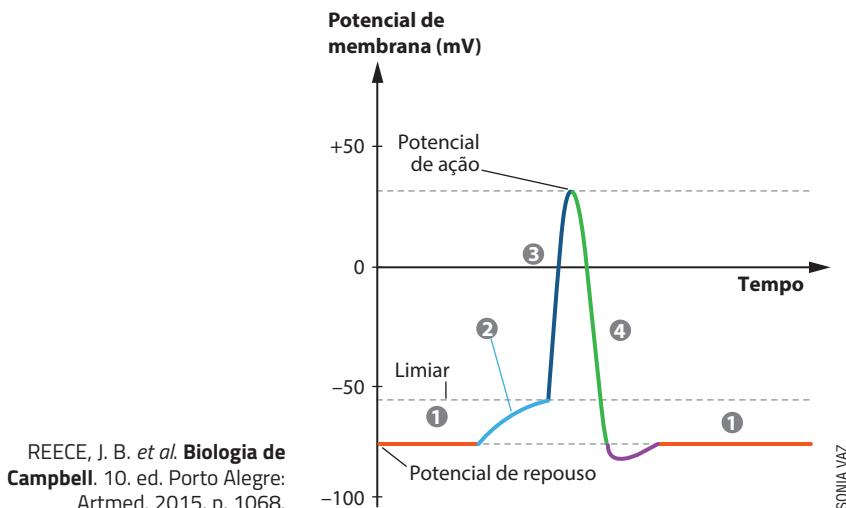
- a) Qual a diferença entre sal e sódio?
- b) Explique por que a ingestão de sódio é importante para a condução de impulsos nervosos.
- c) Apesar da necessidade de ingestão diária de sal, é preciso ter cautela. De modo geral, nossa sociedade tem ingerido quantidades além do necessário. Quais os problemas que podem ser ocasionados por esse hábito?

- 2.** Em casos de paradas cardíacas, isto é, quando o coração se torna incapaz de bombear sangue, existem alguns procedimentos realizados por profissionais da saúde, na tentativa de que o coração do paciente volte a funcionar. Uma delas consiste no uso de um desfibrilador, um equipamento que gera corrente elétrica regulável, direcionada ao coração.

Por que o desfibrilador é utilizado em casos de paradas cardíacas? Em sua resposta, relate o uso do desfibrilador à atividade cardíaca em condições normais.

- 3.** O gráfico a seguir representa o que ocorre com o potencial da membrana plasmática ao longo de um potencial de ação. Em seu caderno, associe corretamente os momentos 1 a 4 às afirmativas A a D, a seguir.

» Gráfico potencial de membrana x Tempo



- A.** Quando chega um estímulo ao neurônio, canais transportadores de íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) são abertos, e esse íon é transportado para o interior da célula. Isso faz que ocorra uma mudança da voltagem da membrana, fazendo que sua face interna fique cada vez menos negativa.
- B.** Um neurônio em repouso, ou seja, que não está transmitindo um impulso nervoso, apresenta a face externa da membrana carregada positivamente e a face interna carregada negativamente.
- C.** Após pouco tempo, os canais de sódio se fecham e os canais transportadores de íons de potássio ( $\text{K}^+$ ) se abrem, e esse íon é transportado para o meio extracelular. Com isso, a face interna da membrana torna-se cada vez mais negativa, ocorrendo a repolarização da membrana.
- D.** Se o estímulo for forte o suficiente, ocorre a formação de um potencial de ação, caracterizado pela alteração momentânea na polaridade da membrana, tornando-se despolarizada.
- 4.** A esclerose múltipla é uma das doenças mais comuns que acometem a parte central do sistema nervoso. Ela é caracterizada pela destruição da bainha de mielina, o que pode dificultar ou interromper a transmissão dos impulsos nervosos, resultando na dificuldade contínua de andar e de se equilibrar. Nos locais em que ocorre a desmielinização formam-se placas de tecido rígido, similares a cicatrizes (esclerose), que podem aparecer em diferentes áreas do cérebro e da medula espinal (múltipla). Suas causas são desconhecidas, mas sabe-se que os indivíduos apresentam pré-disposição genética para ela.
- A respeito do assunto, responda:
- a)** O que é a bainha de mielina e qual sua função?
- b)** Relacione a desmielinização aos sintomas provocados pela esclerose múltipla.
- c)** A esclerose múltipla é uma doença autoimune. Você sabe o que isso significa? Realize uma pesquisa a respeito de doenças autoimunes e como ocorre o tratamento delas, sobretudo da esclerose múltipla. Produza um pequeno texto organizando as informações encontradas e compartilhe seu texto com os colegas.

## Atividades extras

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. A Estátua da Liberdade é um dos monumentos mais conhecidos no mundo. Está situada em Nova Iorque (EUA), à beira mar. A estátua é revestida por uma fina camada de cobre. As imagens abaixo mostram as cores da estátua com o passar dos anos.

REPRODUÇÃO JECINCI



» Estátua da Liberdade em 1886. (foto colorida digitalmente por Jecinci).

JUNIOR A. HAWKINS/SHUTTERSTOCK.COM



» Estátua da liberdade atualmente, em tom verde azulado.

- a) Faça uma pesquisa na internet sobre o fenômeno que aconteceu para que a estátua mudasse de cor com o passar dos tempos. Equacione o processo.
- b) Como se chama a substância verde azulada que se formou sobre a estátua?

2. Nas siderúrgicas, os altos-fornos produzem ferro metálico (Fe) a partir da hematita em reação com monóxido de carbono (CO).

Dados: Considere o minério hematita composto por óxido de ferro III ( $Fe_2O_3$ ).

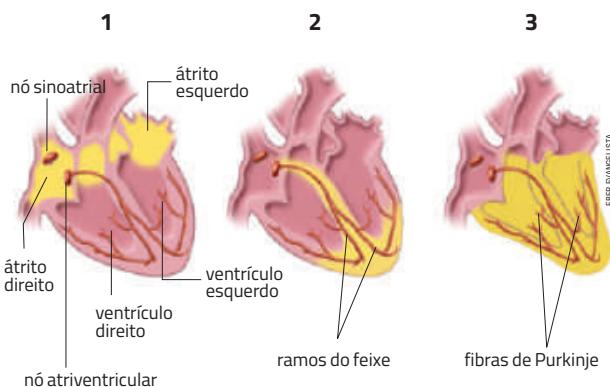
- a) Equacione o processo de obtenção do ferro a partir da hematita ( $Fe_2O_3$ ), sabendo que um subproduto dessa reação é o dióxido de carbono, e demonstre o balanceamento pelo método de oxirredução.

- b) Determine o agente oxidante e o agente redutor.

3. Sabe-se que durante a obtenção do  $Cl_2(g)$  (gás cloro) por eletrólise de solução aquosa de  $NaCl(aq)$  também se forma  $H_2(g)$  (gás hidrogênio). É comum encontrar nas lojas de materiais para piscinas o anúncio "Temos cloro líquido."

- a) Mostre como se formam o gás cloro e o gás hidrogênio nessa eletrólise.
- b) Há erro em tal anúncio? Explique.

4. As ilustrações a seguir representam a propagação de impulsos elétricos no coração.



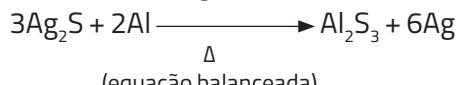
» (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Com base na análise das ilustrações e em seus conhecimentos sobre o tema, responda às questões a seguir.

- a) Explique o que ocorre em 1, 2 e 3.
- b) Qual das estruturas indicadas é responsável pelo estabelecimento e a manutenção do ritmo de batimentos cardíacos?
5. (UECE) Na cadeia de propagação do impulso nervoso, na ordem de passagem do impulso pelo neurônio, podemos afirmar corretamente que o corpo celular é a estrutura neuronal que o recebe
- a) por último, passando-o para um novo neurônio.
- b) intermediariamente, passando-o para o dendrito. **Alternativa d.**
- c) primeiro, passando-o para o axônio.
- d) intermediariamente, passando-o para o axônio.

6. (Mack-SP) O escurecimento de uma corrente de prata, devido à formação de sulfeto de prata, decorre de sua exposição ao ar. Esse escurecimento pode ser eliminado, colocando-se a corrente, por certo tempo, em uma panela de alumínio contendo solução aquosa de bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ). Desse processo, equacionado abaixo, pode-se afirmar que (equação balanceada)

Água



- a) o alumínio é menos eletropositivo que a prata, deslocando-a.
- b) após a retirada das manchas escuras, a massa de prata da corrente será bem menor que a massa de prata inicial. **Alternativa d.**
- c) forma-se sulfato de alumínio.
- d) a prata é reduzida, voltando a depositar-se na corrente, de modo que a massa final de prata na corrente é igual à massa inicial.
- e) o bicarbonato de sódio em água torna o meio ácido, protegendo a panela.

**7. (Enem/MEC)**

TEXTO I

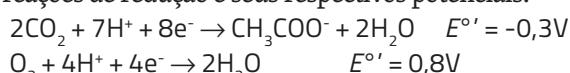
Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO, S. **Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula a combustível etanol/02**, Tese de Doutorado (Química)

- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto, 19 set. 2012. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br). Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

TEXTO II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão ( $E^\circ$ ) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. **Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications**. Woodhead Publishing Series in Energy, n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V? **Alternativa b.**

- a) 3      b) 4      c) 6      d) 9      e) 15

**8. (Enem/MEC)** A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de  $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ . Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

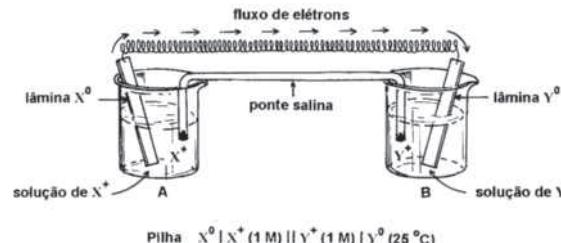
Semirreação de redução	$E^\circ$ (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

BENDASSOLLI, J. A. *et al.* Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. **Química Nova**, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é:

- a)  $\text{Cu}(\text{s})$       c)  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$       e)  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$   
 b)  $\text{Pt}(\text{s})$       d)  $\text{Sn}(\text{s})$  **Alternativa d.**

**9. (UFBA)** Com base no processo eletroquímico representado na figura abaixo, pode-se afirmar:



VESTIBULAR UFBA

- (01) A massa da lâmina  $\text{X}^0$  diminui com o tempo.  
 (02) Nesse processo há absorção de energia.  
 (04) O ânodo da pilha é  $\text{X}^0/\text{X}^+$   
 (08) A reação global da pilha é:  $\text{X}^0(\text{s}) + \text{Y}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{X}^+(\text{aq}) + \text{Y}^0(\text{s})$   
 (16)  $\text{X}^0$  é o oxidante  
 (32) Durante o processo eletroquímico, as concentrações das soluções, em A e em B, permanecem inalteradas.  
 (64) A função da ponte salina é permitir a migração de íons de uma solução para outra.

**10. (UEG-GO)** A galvanização é um processo que permite dar um revestimento metálico a determinada peça. A seguir é mostrado um aparato experimental, montado para possibilitar o revestimento de uma chave com níquel.



No processo de revestimento da chave com níquel ocorrerá, majoritariamente, uma reação de X, representada por uma semirreação Y. Nesse caso, o par X,Y pode ser representado por

- a) Redução,  $\text{Ni}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$   
 b) Redução,  $\text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$   
 c) Oxidação,  $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$   
 d) Oxidação,  $\text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$   
 e) Redução,  $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$  **Alternativa e.**

# Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos

As pilhas, as baterias e os produtos eletroeletrônicos, como computadores, *notebooks*, celulares e seus acessórios, como cabos, carregadores e controles remotos, quando descartados, são popularmente chamados de lixo eletrônico, ou e-lixo.

De modo geral, esses produtos contêm metais pesados em sua composição, como chumbo, cádmio e mercúrio, e outros elementos que podem ser tóxicos aos seres vivos, como alumínio. Esses elementos não oferecem riscos durante o funcionamento dos produtos, mas podem o fazer quando descartados incorretamente. Nesse caso,

podem contaminar o solo e os rios dos locais onde foram descartados, e, consequentemente, os seres vivos que ali vivem.

O descarte incorreto desses produtos ocorre quando eles são destinados junto aos resíduos sólidos domésticos, como restos orgânicos (cascas de frutas, restos de comida), os quais costumam ser encaminhados a aterros sanitários ou a lixões a céu aberto. Assim, as pilhas, as baterias e os produtos eletroeletrônicos podem contaminar o solo do local, e, por consequência, a água, que segue seu curso a rios e lagos, conduzindo os elementos químicos tóxicos a regiões distantes dos aterros e lixões.

» Substâncias presentes nos cartuchos de *toners* de impressora liberam gás metano ao serem queimados.

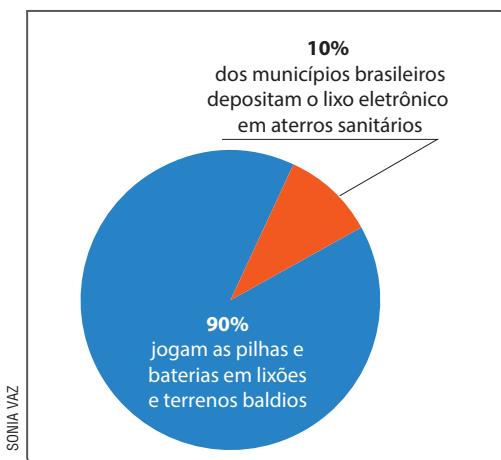
REPRODUÇÃO PROIBIDA

Expo a céu  
aberto (Caetité,  
BA, 2019).

CARLOS EZEQUIEL VANNONI/FOTOARENA

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD

## » Descarte de lixo eletrônico



Fonte: VIKTOR, M. Onde os eletrônicos vão morrer (e matar). **Galileu**, 2015. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Galileu/0,EDG87014-7943-217,00-ONDE+OS+ELETRONICOS+VAO+MORRER+E+MATAR.html>. Acesso em: 24 ago. 2020.

A contaminação do solo e da água provoca, também, a contaminação dos seres vivos que se utilizam desses recursos para sobreviver. Por exemplo, considere que uma planta seja cultivada em local contaminado. Provavelmente, esses elementos serão incorporados a seu organismo, podendo o ser, indiretamente, por outros seres vivos que dela se alimentam. Isso ocorre porque os metais pesados são acumulados ao longo da cadeia trófica.

No organismo dos seres vivos, os metais pesados podem ter efeitos diversos, e, dependendo da concentração, ser letais. No caso dos seres humanos, os metais pesados podem prejudicar o funcionamento do fígado, dos rins e ocasionar câncer.

Assim, para evitar que o ambiente seja contaminado por esses resíduos, é importante que sejam descartados corretamente. Em relação às pilhas e as baterias, existem postos de coleta específicos em muitas regiões do Brasil que realizam sua destinação adequada. Além disso, algumas delas podem ser enviadas diretamente ao fabricante, que irá se responsabilizar pelo descarte.

Os metais das pilhas e baterias utilizadas, quando destinadas a empresas especializadas em sua reciclagem, são reaproveitados, assim como seus demais componentes, para produção de diversos outros produtos, por exemplo, na produção de cimento.

Em relação aos produtos eletroeletrônicos, desde fevereiro de 2020, eles se tornaram responsabilidade de algumas empresas fabricantes, às quais devem ser enviados para que façam o descarte adequado. Essa é a determinação do decreto nº 10 240.

Desta forma, podemos minimizar os impactos ambientais associados ao descarte incorreto de pilhas, baterias e produtos eletrônicos.

**Atividade**

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Forme um grupo com seus colegas e conversem sobre as questões que seguem.

Como você descarta seus resíduos eletrônicos? Sua escola e/ou sua cidade possui pontos adequados para descarte de resíduos eletrônicos? Que tipo de ação é possível desenvolver para reduzir o descarte inadequado de e-lixo?

Após a conversa, organize uma pesquisa para auxiliá-los a responder a essa última questão.

# Eletromagnetismo

MAXIM KIMERLING/TASS VIA GETTY IMAGES

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

**Competências gerais**  
1, 4 e 5

**Competências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT307, EM13CNT308 e EM13CNT309

Leia as manchetes das reportagens a seguir.

**Robô aspirador consegue ‘voar’ para limpar lugares mais altos da casa**

GARRETT, F. Robô aspirador consegue ‘voar’ para limpar lugares mais altos da casa.

**Techtudo**, 2 jan. 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/01/robo-aspirador-consegue-voar-para-limpar-lugares-mais-altos-da-casa.shtml>. Acesso em: 4 set. 2020.

**Aumenta número de robôs: mercado de automação tem alta mundial em 2019**

MIRANDA, M. Aumenta número de robôs: mercado de automação tem alta mundial em 2019. **Onevox Brasil**, 7 ago. 2019. Disponível em: <https://onevoxpress.com.brasil/2019/08/07/aumenta-numero-de-robos-mercado-de-automacao-tem-alta-mundial-em-2019/>. Acesso em: 4 set. 2020.

**Cientistas desenvolvem robô para fazer testes de coronavírus em pacientes e evitar contaminação**

CIENTISTAS desenvolvem robô para fazer testes de coronavírus em pacientes e evitar contaminação. **G1**, 8 jul. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2020/07/cientistas-desenvolvem-robo-para-fazer-testes-de-coronavirus-em-pacientes-e-evitar-contaminacao.html>. Acesso em: 4 set. 2020.

**Por que o seu próximo colega de trabalho pode ser um robô**

MORRIS, B. Por que seu próximo colega de trabalho pode ser um robô. **BBC News**, 20 fev. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-51575445>. Acesso em: 4 set. 2020.

Atualmente robôs são utilizados para desempenhar as mais diversas tarefas, nas mais variadas áreas da sociedade. Nas indústrias, os robôs fazem parte da automação industrial, que emprega máquinas para realizar tarefas que até então eram só cabíveis aos seres humanos. Na área da saúde, robôs auxiliam médicos em procedimentos cirúrgicos, também auxiliam bombeiros, policiais e militares, e até dentro de casa, na realização de tarefas domésticas. Isso sem contar, os robôs virtuais, que não possuem um “corpo físico”, mas se utilizam de inteligência artificial para realizar operações e contatos com clientes pela internet.

A maior parte dos movimentos robóticos são realizados por motores elétricos. Esses motores também estão presentes em diversas tecnologias de nosso cotidiano, como no funcionamento de um eletrodoméstico ou mesmo de carros. Mas você sabe como funciona um motor elétrico? Eles estão relacionados com a interação entre magnetismo e eletricidade, o eletromagnetismo, assuntos que serão estudados durante esta Unidade.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. O magnetismo está presente naturalmente na Terra e é responsável por um fenômeno visto no céu, em algumas regiões da Terra. Você sabe o nome deste fenômeno?
2. O eletromagnetismo é um fenômeno estreitamente relacionado a tecnologias, como no desenvolvimento de robôs. Algumas pessoas acham que os robôs vão tomar o emprego das pessoas. Outras acham que os robôs podem facilitar o trabalho do ser humano. E você, qual sua opinião? converse com um colega sobre o assunto.

» O primeiro robô humanoide russo conversa com visitantes em um centro de serviços públicos. Ele pode copiar emoções humanas, aceitar documentos e inserir dados no sistema de informações do centro.



# Campo magnético

Observe a placa e responda às questões.



» Placa de advertência colocada em área próxima a campo magnético intenso.



PURNAMA MOTION/SHUTTERSTOCK.COM

O campo magnético é um fenômeno presente naturalmente em nosso planeta como um todo, ou em ímãs naturais, mas também pode ser gerado artificialmente por meio da imantação do ferro ou pode ser produzido pela passagem de corrente elétrica em um condutor. Ele é um fenômeno relacionado com o magnetismo, que veremos a partir de agora.

## Magnetismo

O filósofo grego Tales de Mileto (625-547 a.C.) possivelmente tenha sido um dos primeiros a observar as propriedades magnéticas em fragmentos de minério de ferro imantados nas proximidades da antiga cidade de Magnésia (Grécia), daí o nome magnetismo. Esses minérios foram denominados magnetita.

Apesar dos gregos observarem essa propriedade da magnetita, acredita-se que foram os chineses e os olmecas (antigo povo da América central, atualmente região do centro-sul do México) que perceberam a propriedade direcional, ou seja, a capacidade da pedra-ímã de se orientar na direção norte-sul do planeta Terra, propriedade que possibilitou a construção das primeiras bússolas.

Muito difícil atribuir a invenção da bússola a alguém, pois há registros de sua utilização para orientação em diversos períodos da história, mas acredita-se que o inventor italiano Flavio Gioia (1250-1300) tenha juntado uma agulha magnética a uma figura chamada rosa dos ventos, colocando tudo dentro de uma caixinha de madeira e produzindo a bússola que se conhece hoje.

- 2 Qual o motivo para indicar a proibição da entrada de pessoas que possuem marca-passo cardíaco e outros implantes?

Não escreva no livro

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.



» **A lenda do inventor.** Representação de Flavio Gioia, a quem a lenda atribuiu a invenção da bússola. STRADANO, G. **A lenda do inventor.** 1588-1600. Gravura da série Nova Reperta.



» Bússola atual.

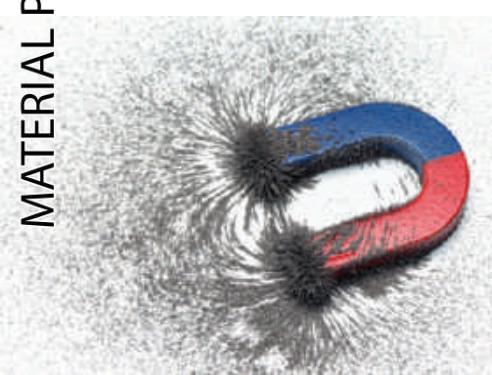
## Os ímãs

Corpos que apresentam propriedades magnéticas são chamados **ímãs** e podem ser naturais ou artificiais. Os ímãs naturais são aqueles construídos com pedaços de magnetita. Já os ímãs artificiais são compostos por um material, sem propriedades magnéticas, que é manipulado para adquirir as propriedades magnéticas. Entre esses materiais destacam o ferro e certas ligas que contêm óxidos de ferro e de bário, em sua composição. Uma dessas ligas é o alnico que, além do ferro, contém alumínio (Al), níquel (Ni), cobalto (Co) e cobre (Cu). Esse processo se chama imantação.

Os corpos magnetizados (ímãs naturais ou artificiais) possuem a propriedade de atrair alguns materiais, por exemplo, o ferro e o aço, além de se orientarem de acordo com o campo magnético da Terra.

Essa capacidade de atração não é igualmente distribuída por toda a superfície do corpo. Elas são mais intensas em determinadas regiões chamadas de **polos do ímã**, que são de dois tipos denominados: polo Norte e polo Sul.

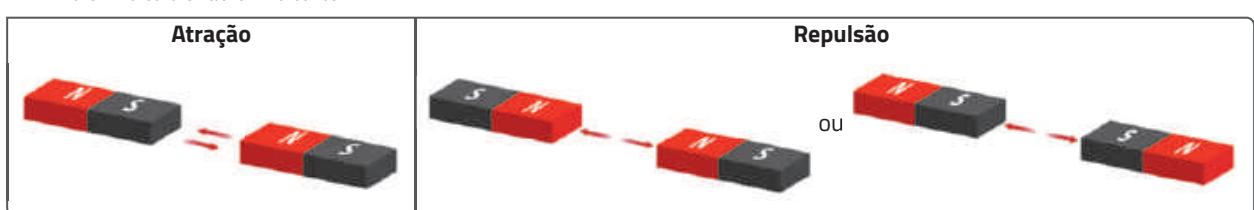
Ao aproximar dois ímãs, pode ocorrer atração ou repulsão entre si, dependendo dos polos que estiverem mais próximos. Verifica-se que polos iguais (de mesmo nome) se repelem e polos diferentes se atraem.



» A atração magnética é mais intensa nos polos do ímã.



» Ímãs em diferentes formatos: barra, forma de U, cilindro.



» Atração e repulsão de ímãs.

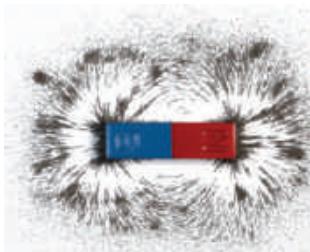
Outra propriedade importante dos ímãs é a inseparabilidade dos polos magnéticos, isto é, não existe um ímã com um único polo. Se um ímã em forma de barra for partido ao meio, serão formados dois ímãs menores.



» Representação do que ocorre com um ímã, segundo o princípio de inseparabilidade dos polos magnéticos.

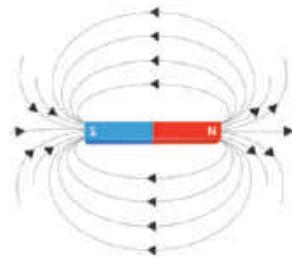
O ímã produz no espaço à sua volta, uma perturbação de natureza magnética chamada **campo magnético**. Esse campo pode ser observado por meio de materiais que sofram sua influência, por exemplo, limalhas de ferro.

Esse campo é representado por meio de suas linhas de força, que “saem” do polo Norte e “chegam” ao polo Sul.



SHUTTERSTOCKSTUDIO/  
SHUTTERSTOCK.COM

» Campo magnético de um ímã em forma de barra indicado com limalha de ferro.

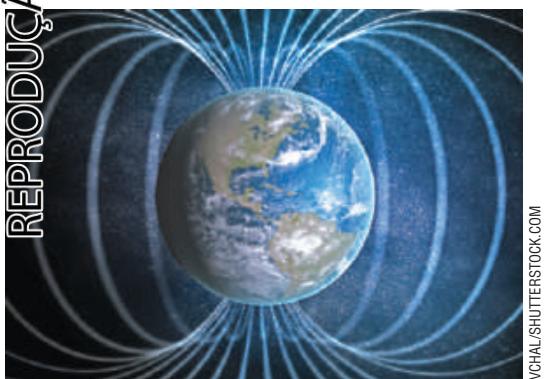


SNAPGALLERIA/SHUTTERSTOCK.COM

» Representação das linhas de força do campo magnético de um ímã em forma de barra.

## Campo magnético terrestre

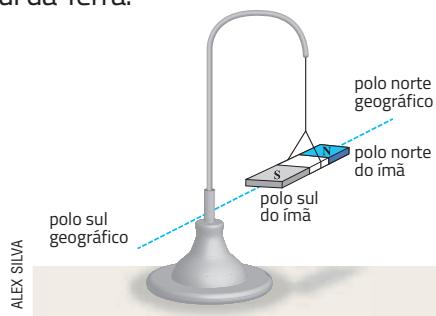
Sabe-se que a Terra se comporta como um grande ímã, cujo campo magnético provoca interferência inclusive na radiação solar que a atinge, sendo esse um dos fatores que contribuem para a formação das auroras Boreal e Austral, que ocorrem nos hemisférios Norte e Sul, respectivamente. Uma das hipóteses para a existência do campo magnético terrestre é a movimentação da parte líquida do seu interior.



VCHAL/SHUTTERSTOCK.COM

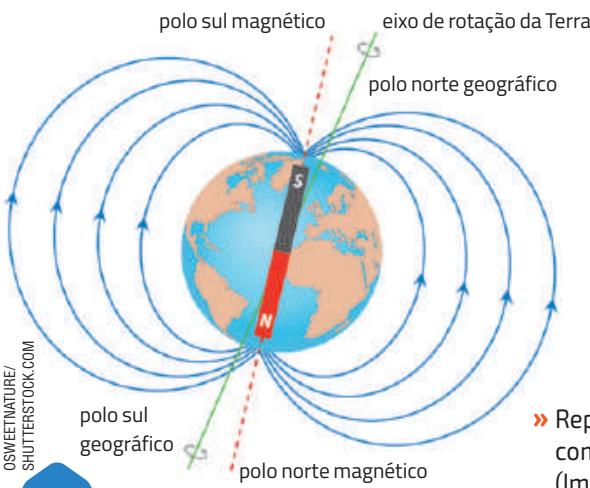
» Representação do campo magnético terrestre. (Imagem sem escala; cores-fantasia).

Uma evidência do magnetismo terrestre pode ser observada ao se pendurar um ímã em forma de barra pelo seu centro de gravidade – ele se alinha aproximadamente com a direção norte-sul da Terra.



ALEX SILVA

» Os polos do ímã se alinham de acordo com os polos da Terra.



OSWETNATURE/  
SHUTTERSTOCK.COM

Um modelo explicativo para isso é que o polo Norte do ímã é atraído pelo polo Sul magnético da Terra, localizado nas proximidades de seu polo Norte geográfico.

Os polos geográficos, Norte e Sul, são definidos pelo eixo de rotação da Terra e não estão localizados exatamente nos mesmos lugares dos polos magnéticos, havendo uma diferença de aproximadamente  $11^\circ$  entre os eixos geográfico e magnético.

» Representação das linhas de força do campo magnético terrestre, com indicação dos polos Norte e Sul geográfico e magnético. (Imagem sem escala; cores-fantasia).

# O campo produzido por correntes

Normalmente, eletricistas possuem um equipamento chamado de alicate amperímetro. Este instrumento mede a corrente sem ter de entrar em contato com a parte metálica do condutor. Seu princípio de funcionamento é o efeito magnético da corrente elétrica que, ao percorrer um condutor, produz um campo magnético no seu entorno.

Os fenômenos da eletricidade e do magnetismo eram considerados independentes até a primeira metade do século XIX, quando, em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) observou que um fio retilíneo, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, alterava o comportamento de uma bússola colocada em suas proximidades. Isto é, a corrente elétrica cria um campo magnético ao redor dela e esse campo é o responsável pelos movimentos da agulha magnética da bússola.

Esse experimento pode ser facilmente reproduzido, como mostra a atividade a seguir.

As respostas e os comentários das atividades  
estão disponíveis no *Manual do Professor*.



PHOTO SMILES/SHUTTERSTOCK.COM

» Alicate amperímetro.

- 1 Forme um grupo com mais três amigos. Vocês vão precisar montar um circuito elétrico simples, colocando a bússola exatamente abaixo e alinhada ao fio, como mostra a figura.

Observe que a agulha deve ficar perfeitamente alinhada com o fio.



» Circuito elétrico com o interruptor aberto, sem corrente elétrica e bússola.

Sem alterar a posição da bússola, feche o interruptor por pouco tempo, apenas o suficiente para observar o que ocorre com a agulha da bússola.



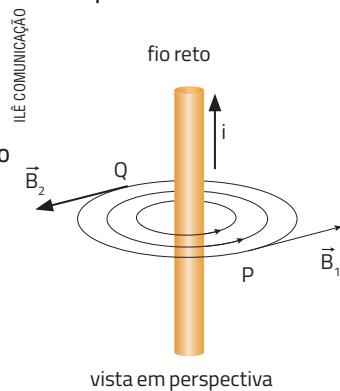
» Circuito elétrico com o interruptor fechado, com corrente elétrica e bússola.

- Reproduza essa figura em seu caderno e desenhe a posição da agulha da bússola.
- O que aconteceu?
- Agora, abram o interruptor e observem o circuito. O que aconteceu?
- Coloquem a bússola em outro trecho do fio e repitam o procedimento. O que observaram?
- Agora, coloquem a bússola sobre o fio e repitam o procedimento. O que observaram?

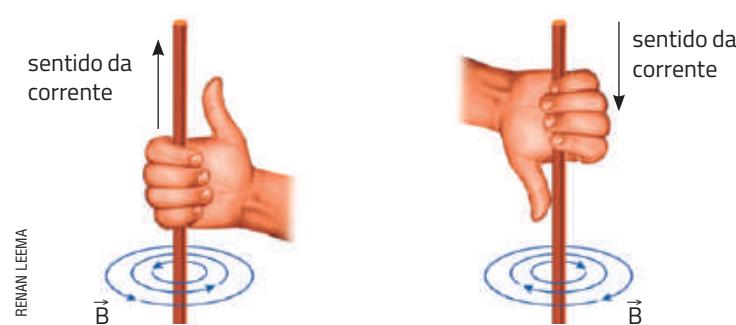
Não escreva no livro

## Campo em torno de um fio reto

A sistematização de suas observações realizadas na atividade pode ser feita inferindo que: as linhas de força do campo magnético produzido por um fio reto percorrido por uma corrente elétrica são circulares em volta do fio e seu sentido acompanha o sentido de orientação da agulha da bússola. Essa representação espacial encontra-se na figura a seguir.



» Representação de fio reto percorrido por corrente elétrica, com as linhas do campo magnético.



Essa é uma representação tridimensional na qual é necessário representar vetores ou linhas do campo que não estejam no plano do papel. Para isso, são utilizados os símbolos  $\otimes$  e  $\bullet$ .

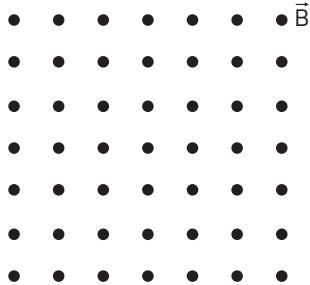
Serão representados por  $\otimes$  os vetores ou linhas do campo que sejam **perpendiculares ao plano do papel e entrando** nele.

Já a representação  $\bullet$  será utilizada para indicar vetores ou linhas do campo que sejam perpendiculares ao plano do papel e saindo dele, isto é, vindo no sentido dos olhos de quem lê.



» Linhas do campo magnético entrando perpendicularmente ao plano do papel.

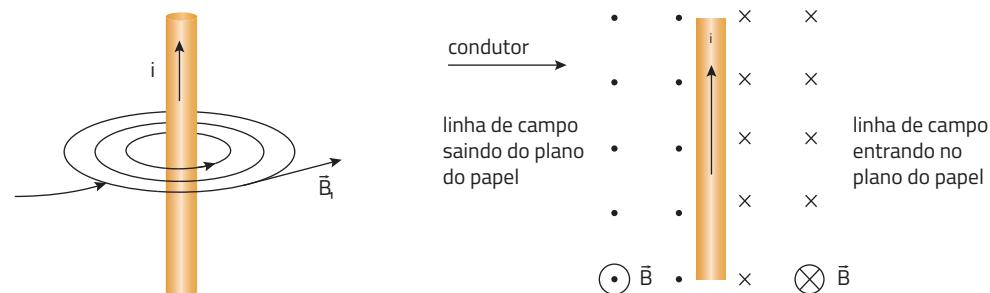
EDITORIA DE ARTE



» Linhas do campo magnético saindo perpendicularmente ao plano do papel.

EDITORIA DE ARTE

Veja abaixo duas representações da mesma situação: tridimensional e bidimensional.



» Representações tridimensional e bidimensional de fio reto percorrido por corrente elétrica e as linhas do campo magnético.

A intensidade do vetor campo magnético ( $\vec{B}$ ) no ponto  $P$  é diretamente proporcional à corrente elétrica ( $i$ ) no fio condutor e inversamente proporcional à distância ( $r$ ) entre  $P$  e o centro desse condutor e é dada pela lei de Ampère:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Onde o campo  $B$  é medido em tesla (T), a corrente  $i$  em ampère (A) e a distância  $r$  em metros (m).

O fator  $\frac{\mu_0}{2 \cdot \pi}$  representa a constante de proporcionalidade, que depende do meio (no caso, o vácuo).

O termo  $\mu_0$  é denominado permeabilidade magnética do vácuo e, no SI, vale  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ .

## Campo no centro de uma espira circular

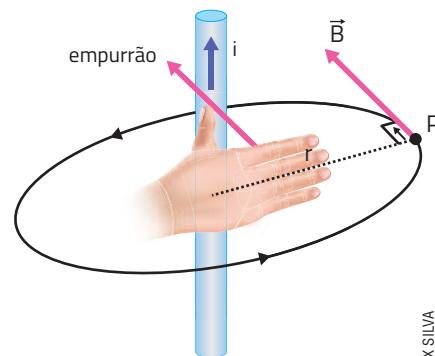
Ao curvar o condutor, fazendo que fique com o formato de uma circunferência de raio  $r$ , tem-se a **espira circular**, que ao ser percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , produz um campo magnético  $\vec{B}$ .

A intensidade do campo magnético no centro ( $C$ ) da espira é dada por:

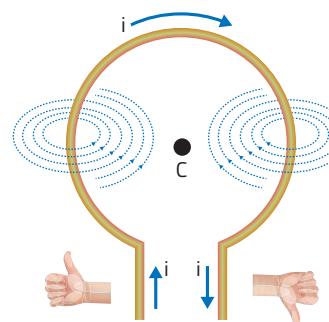
$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r}$$

Onde  $r$  é o raio da espira circular, medido em metros.

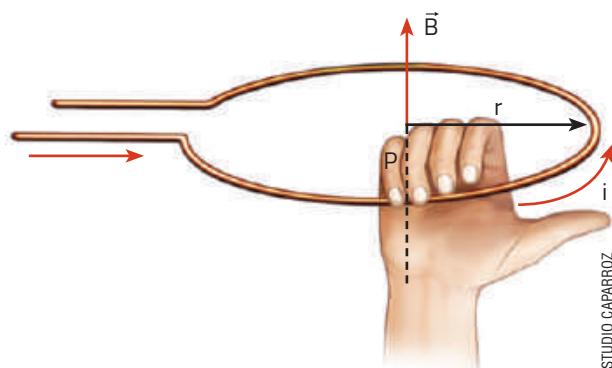
A direção do vetor campo magnético é perpendicular ao plano da espira e o seu sentido é dado pela regra da mão direita nº 1.



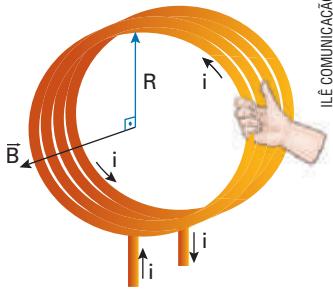
» Representação do vetor campo magnético  $\vec{B}$  no ponto  $P$ , localizado a uma distância  $r$  do centro do fio.



» Espira circular percorrida por corrente elétrica no sentido horário.



» Representação da aplicação da regra da mão direita nº 1 e a indicação do vetor campo magnético no centro de uma espira circular percorrida por corrente elétrica.



ILÉ COMUNICAÇÃO

Caso o dispositivo seja composto por  $N$  espiras iguais achatadas, de forma que a espessura do enrolamento seja muito menor do que o diâmetro de cada espira, tem-se o que é denominado **bobina chata**, na qual a intensidade do campo magnético em seu centro vale  $N \cdot B$ , onde  $B$  é o campo produzido por cada espira individualmente. Assim, a intensidade do campo no centro de uma bobina chata é

» Representação de bobina chata percorrida por corrente elétrica e indicação do campo na direção de seu eixo.

$$B_b = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r}$$

## Campo no interior de um solenoide

Denomina-se solenoide (ou bobina longa) um fio enrolado com um conjunto de  $N$  espiras iguais, uma ao lado da outra, igualmente espaçadas e ocupando um comprimento  $L$ , como mostra a figura.

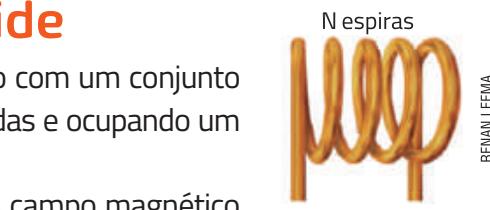
Ao ser percorrido por uma corrente elétrica ( $i$ ), produz um campo magnético uniforme no seu interior, cujas linhas do campo são paralelas ao eixo e seu sentido é determinado pela regra da mão direita nº 1, em que o polegar fica sobre a corrente elétrica e os dedos mostram o sentido do campo.

Na figura, a extremidade na qual as linhas de força saem do solenoide comporta-se como polo Norte e a outra como polo Sul.

No interior de um solenoide temos um campo uniforme, cuja intensidade é dada por:

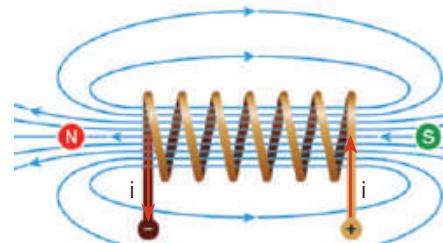
$$B_s = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

Onde  $N$  é o número de espiras e  $L$  o comprimento do solenoide, em metros, percorrido pela corrente  $i$ .



RENAU LEEMA

» Solenoide com  $N$  espiras e comprimento  $L$ .



PETER HERMES FURAN/SHUTTERSTOCK.COM

» Campo magnético em um solenoide percorrido por corrente elétrica.

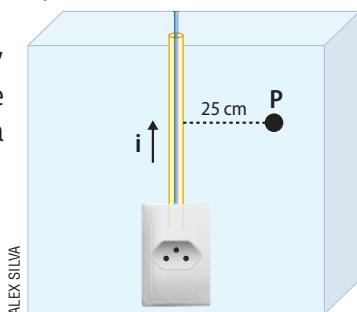
## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

- Nas paredes das residências estão inseridos centenas de metros de fios condutores que, quando percorridos por uma corrente elétrica, geram campos magnéticos ao seu redor. Então, podemos dizer que, numa casa onde várias lâmpadas e aparelhos elétricos estão ligados, há uma quantidade considerável de campos, pouco intensos, rodeando os seus habitantes. Considere que um **conduíte** elétrico residencial foi montado bem próximo à superfície de uma parede, como mostra a figura abaixo, de modo que possamos desprezar a distância do fio à superfície da parede.

Adotando-se a permeabilidade magnética do vácuo  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$ , determine a intensidade, a direção e o sentido do campo magnético que atravessa o ponto  $P$  posicionado perpendicularmente ao fio numa distância de 25 cm quando da passagem de uma corrente de  $i = 5 \text{ A}$ .



ALEX SILVA

**Conduíte:** tubo de ferro ou plástico, rígido ou flexível, colocado de forma interna ou externa à parede (ou teto), para passagem de fios condutores de corrente elétrica ou cabos de rede ou de antenas de TV.

**2. Leia o texto a seguir.**

**O norte magnético da terra está mudando rapidamente. O que isso significa?**

O Modelo Magnético Mundial teve de ser atualizado nos últimos dias, pois o polo norte magnético da Terra está mudando mais rapidamente do que o normal. Isso significa uma mudança em sistemas de navegação.

O polo magnético da Terra é um ponto variável na superfície do planeta, para o qual as linhas do campo magnético apontam — o campo magnético protege o planeta contra as radiações espaciais, e há pássaros que usam o campo magnético para se guiarem em suas migrações. Em 2005, o polo norte magnético estava situado no norte do Canadá, mas como a orientação do campo magnético muda ao longo do tempo, acontece eventualmente o fenômeno da inversão geomagnética.

[...]

Em 1831, James Clark Ross localizou o norte magnético em ilhas canadenses e, desde então, esse norte magnético vem marchando cada vez mais para o norte do planeta, e atravessou centenas de quilômetros somente nas últimas décadas. Enquanto isso, o oposto polar do sul magnético mudou pouca coisa nesse meio tempo.

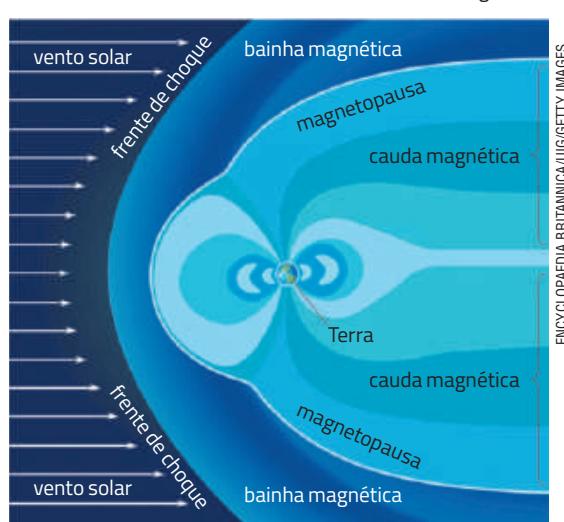
[...]

Atualmente, o ponto do norte magnético está se movendo a 54 km por ano, sendo que, no ano 2000, essa velocidade era de 14 km/ano. E como a causa desse movimento vem de dentro do planeta, não há muito a fazer além de acompanhar as mudanças e atualizar os modelos que guiam sistemas de navegação em todo o mundo. Sistemas de navegação civis, como o GPS, por exemplo, não chegam a ser afetados de maneira significativa, já que suas principais fontes de referência são provenientes de satélites.

[...]

GNIPPER, P. O Norte magnético da Terra está mudando rapidamente. O que isso significa? **Canaltech**, 5 fev. 2019.

Disponível em: <https://canaltech.com.br/ciencia/o-norte-magnetico-da-terra-esta-mudando-rapidamente-o-que-isso-significa-132133/>. Acesso em: 19 ago. 2020.



Fonte: FERREIRA, P. P. et al. Conceitos básicos sobre a física da formação de tubos de fluxo magnético nas proximidades da Terra.

**Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 2, 19 jan. 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172017000200407&lng=pt&tlang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000200407&lng=pt&tlang=pt). Acesso em: 23 set. 2020.

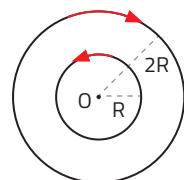
**a)** Analisando a figura associada ao texto, pesquise na internet e determine o que significam as setas paralelas apontadas para a direita na parte esquerda da figura e qual a sua influência no campo magnético terrestre.

**b)** A partir da interpretação do texto, cite dois benefícios da existência do campo magnético terrestre.

**c)** Ainda interpretando o texto, explique por que o sistema GPS não é afetado pela variação do campo magnético terrestre.

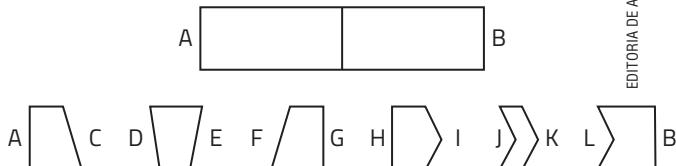
**d)** De acordo com seus conhecimentos de Física, explique por que o polo Norte da bússola aponta para região próxima ao polo Norte geográfico terrestre se polos iguais se repelem.

**3.** A figura abaixo representa duas espiras concêntricas no ponto  $O$  com correntes de mesma intensidade ( $4 A$ ) que se movem em sentidos opostos. O raio da espira menor vale  $10 \text{ cm}$ . Adotando-se a permeabilidade magnética do vácuo  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$ , determine a intensidade, a direção e o sentido do campo magnético resultante no centro das espiras.



EDITÓRIA DE ARTE

**4.** Uma longa barra imantada de extremidades  $A$  e  $B$  é partida em vários pedaços menores, como mostra a figura a seguir.



EDITÓRIA DE ARTE

**a)** De acordo com a teoria do magnetismo, se a extremidade  $A$  é um polo Sul, qual a polaridade das outras extremidades? Qual o princípio que norteia sua resposta?

**b)** Se aproximarmos a extremidade  $C$  da extremidade  $K$ , o que ocorrerá? E as extremidades  $E$  e  $H$ ?

**c)** Pesquise na internet o que ocorre com a propriedade magnética de um imã ao ser aquecido, seu magnetismo aumenta ou diminui? Justifique.

# Força magnética

Uma das tendências do mundo tecnológico atual é a substituição de veículo movidos por motores à combustão, cujos combustíveis são o álcool, gasolina ou *diesel*, por outros com motores elétricos.

Diversos são os exemplos que encontramos no dia a dia, como carros e motos movidos a eletricidade.

Forme um grupo com mais três colegas para refletir sobre o assunto, pesquisar e responder às questões a seguir.

- 1 Vocês sabem como é o princípio de funcionamento do motor de um carro elétrico?
- 2 Quais os benefícios para o ambiente com a substituição da frota de veículos com motores a combustão por veículos movidos a eletricidade?
- 3 Quais as dificuldades atuais para a comercialização em larga escala de veículo movidos a energia elétrica?
- 4 Uma construtora de motocicletas começou a comercializar em 2019 seu modelo elétrico que acelera de 0 a 100 km/h em 3,5 s. No entanto, o alto custo e a diferença do som emitido pelo motor elétrico em relação ao ronco dos motores tradicionais ainda causa estranheza para uma parte de seus aficionados. Como vocês avaliam as possíveis influências da produção desse tipo de veículo para as cidades e aficionados por motocicletas? Pesquisem sobre ruídos, autonomia, manutenção e emissão de poluentes para embasar sua resposta.

SMILE FIGHT/SHUTTERSTOCK.COM

» Abastecimento de um carro elétrico.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

Como foi abordado no tema anterior, cargas elétricas em movimento produzem um campo magnético. Se esse movimento ocorre na presença de um campo magnético, ocorre interação entre esses dois campos, produzindo uma força magnética. Nesse tema serão estudadas as forças originadas pelas interações entre as cargas elétricas e o campo magnético uniforme, ou seja, um campo cuja intensidade, direção e sentido são constantes e representado por linhas de campo paralelas e igualmente espaçadas.

# Força magnética sobre cargas em movimento

Uma série de observações experimentais permitiram a caracterização da interação magnética entre uma partícula carregada com carga elétrica  $q$  e o campo magnético que atua na região na qual esta carga é colocada. Inicialmente, as observações ocorrem para uma partícula com carga elétrica  $q$  positiva e, posteriormente, para uma partícula com carga negativa.

**1<sup>a</sup> observação:** quando a partícula ( $q > 0$ ) está em repouso, não se verifica a atuação de força magnética sobre ela. Portanto, se  $v = 0 \Rightarrow F_m = 0$ .

**2<sup>a</sup> observação:** quando a partícula ( $q > 0$ ) se movimenta com velocidade  $v \neq 0$ , paralelamente às linhas do campo magnético, ela também não sofre interferência desse campo. Portanto,  $F_m = 0$ .

**3<sup>a</sup> observação:** quando a partícula ( $q > 0$ ) se movimenta com velocidade  $v \neq 0$ , em direção perpendicular às linhas do campo magnético, ela sofre a ação de uma força magnética  $\vec{F}_m$ . A direção dessa força é perpendicular ao plano formado pelos vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .

Verifica-se também que a intensidade da força magnética é proporcional à carga  $q$  e às intensidades do campo magnético  $B$  e da velocidade da partícula  $v$ . Assim, a intensidade da força magnética é dada por:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B$$

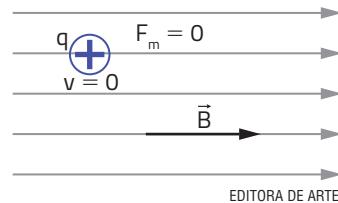
A partir dessas três observações e conclusões experimentais, é possível generalizar para o movimento de uma partícula que se desloca em uma direção oblíqua ( $\theta$ ) às linhas do campo magnético. Para isso, é feita a decomposição da velocidade da partícula segundo as direções perpendicular ( $\vec{v}_y$ ) e paralela ( $\vec{v}_x$ ) às linhas do campo.

Da trigonometria, vem:  $v_x = v \cdot \cos \theta$  e  $v_y = v \cdot \sin \theta$ .

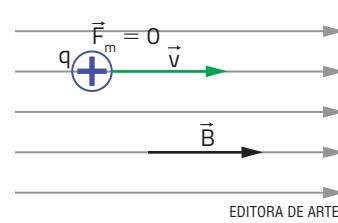
A componente  $v_x$  da velocidade não está sujeita à força magnética, que atua apenas sobre a componente  $v_y$ . Assim, a intensidade da força magnética  $F_m$  é dada por:

$$F_m = |q| \cdot v_y \cdot B \Rightarrow F_m = |q| \cdot v \cdot \sin \theta \cdot B$$

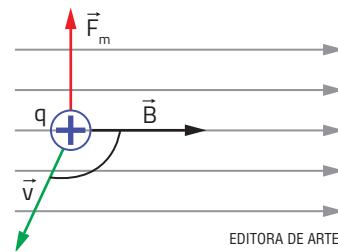
$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$



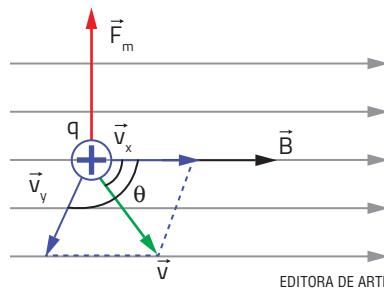
» Carga elétrica  $q > 0$  em repouso no campo magnético  $\vec{B}$  uniforme.



» Carga elétrica  $q > 0$ , com velocidade  $\vec{v}$  paralela às linhas do campo magnético  $\vec{B}$  uniforme.



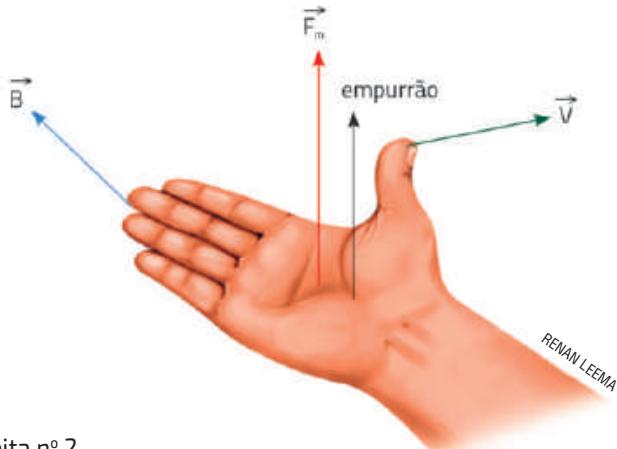
» Carga elétrica  $q > 0$ , com velocidade  $\vec{v}$  perpendicular às linhas do campo magnético  $\vec{B}$  uniforme.



» Carga elétrica  $q > 0$ , com velocidade  $\vec{v}$  na direção oblíqua ( $\theta$ ) às linhas do campo magnético  $\vec{B}$  uniforme.

A direção da força magnética é perpendicular aos vetores velocidade e campo magnético e o sentido é dado pela regra a seguir, que será denominada **regra da mão direita nº 2**.

Com a mão direita espalmada, aponte o polegar no sentido da velocidade ( $\vec{v}$ ) da carga que está se movendo e os outros dedos na direção das linhas do campo magnético ( $\vec{B}$ ). O sentido da força magnética ( $\vec{F}_m$ ) que atua sobre uma carga positiva ( $q > 0$ ) é aquele no qual a mão daria um empurrão (para uma carga negativa ( $q < 0$ ), basta inverter o sentido da força, tomando as costas da mão).



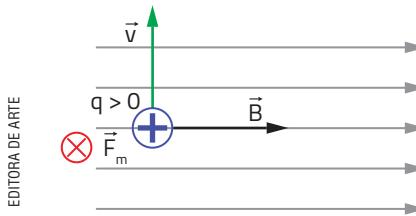
» Regra da mão direita nº 2.

No caso de vetores perpendiculares ao plano do papel, serão utilizadas as representações:

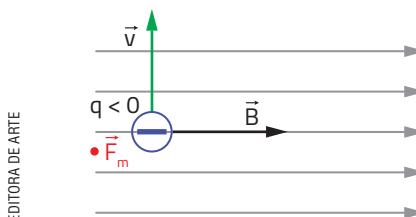
- ⊗, para vetor entrando no plano do papel;
- , para vetor saindo do plano do papel.

Note exemplos dessas representações a seguir.

- a) Nesse caso, aplicando a regra da mão direita nº 2, o vetor força magnética ( $\vec{F}_m$ ) sobre a partícula positiva está no sentido de entrar no papel (⊗).



- b) Nesse caso, aplicando a regra da mão direita nº 2, o vetor força magnética ( $\vec{F}_m$ ) sobre a partícula negativa está no sentido de sair no papel (•).

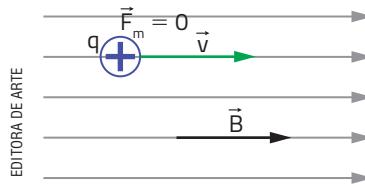


# Movimento da partícula carregada em um campo magnético uniforme

Se apenas a força magnética atuar sobre a partícula, seu movimento será uniforme, circular ou helicoidal, dependendo da direção da velocidade.

## Movimento paralelo às linhas de força do campo magnético

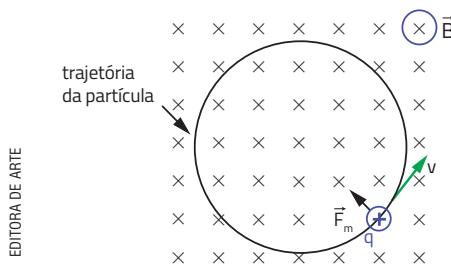
Como já foi visto, a força magnética nesse caso, é nula. Assim, o movimento da partícula será retilíneo e uniforme.



» Carga elétrica  $q > 0$ , com velocidade diferente de zero e na direção paralela às linhas do campo magnético, realiza movimento retilíneo e uniforme nessa região.

## Movimento perpendicular às linhas de força do campo magnético

A força magnética é perpendicular à velocidade, fazendo que a partícula descreva um movimento circular com velocidade de módulo constante, esse movimento é chamado de movimento circular uniforme.



» Carga elétrica  $q > 0$ , com velocidade perpendicular às linhas do campo magnético, realiza movimento circular uniforme nessa região pela ação da força magnética.

Nesse caso, a força magnética comporta-se como a resultante centrípeta que atua sobre a partícula e o raio ( $R$ ) da trajetória descrita é dado por:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Onde:  $m$  é a massa da partícula, em quilograma (kg);  
 $v$  é a intensidade da velocidade da partícula, em m/s;  
 $|q|$  é o módulo da carga elétrica da partícula, em coulomb (C);  
 $B$  é a intensidade do campo magnético uniforme, em tesla (T).

**Saiba mais**

**Resultante centrípeta ( $\vec{R}_{cp}$ )**

O termo “centrípeta” significa algo que aponta para o centro da curva. Pelo princípio da inércia, uma partícula em movimento tenderia a manter seu movimento em linha reta e com velocidade constante, a menos que alguma força fizesse com que mudasse de direção.

Se a partícula está descrevendo um movimento circular de raio  $R$ , certamente há uma resultante das forças direcionada para o centro dessa curva. Essa resultante é denominada **resultante centrípeta**.

A resultante centrípeta é sempre perpendicular à velocidade tangencial à trajetória circular e tem as seguintes características:

Direção: radial (passa pelo centro da curva);

Sentido: aponta para o centro da curva;

Intensidade: é dada pela equação:

$$\vec{R}_{cp} = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{R}$$

Onde:

$\vec{R}_{cp}$  - Resultante centrípeta, medida em newton (N);

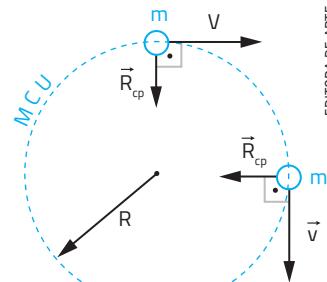
$m$  - Massa da partícula, em quilograma (kg);

$\vec{v}$  - Velocidade da partícula, medida em metro por segundo (m/s);

$R$  - Raio da trajetória circular, em metro (m).

Quando um veículo executa uma curva em uma estrada, a força de atrito entre os pneus e o asfalto atua como resultante centrípeta, mantendo o veículo preso à trajetória curva, caso contrário, sairia pela direção tangente.

Os pneus “carecas” e a pista molhada, por exemplo, diminuem o atrito e aumentam o risco de o veículo não conseguir aderência suficiente para seguir na curva, saindo da pista na direção tangente à estrada.



EDITORA DE ARTE

» Carro em alta velocidade saindo da estrada em uma curva.

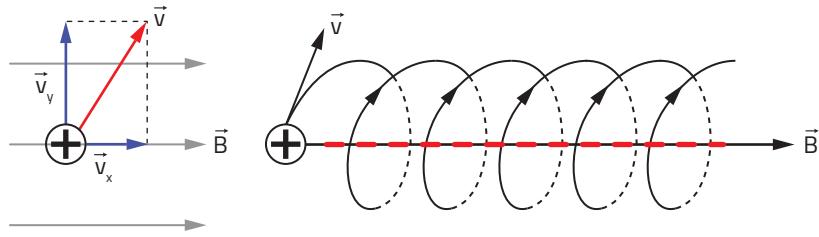


BENTINHO

## Movimento oblíquo às linhas de força do campo magnético

Nesse caso, ao mesmo tempo em que a partícula efetuará um movimento circular, devido a sua componente de velocidade ( $\vec{v}_y$ ) perpendicular às linhas do campo magnético, ela também se desloca paralelamente a essas linhas pela ação da componente ( $\vec{v}_x$ ) de sua velocidade, paralela ao campo. O movimento resultante é uma curva denominada hélice helicoidal.

» Representação da carga positiva se deslocando em direção oblíqua às linhas do campo magnético, com suas componentes de ( $\vec{v}_x$ ) e ( $\vec{v}_y$ ) e o movimento no formato de hélice helicoidal que realiza.

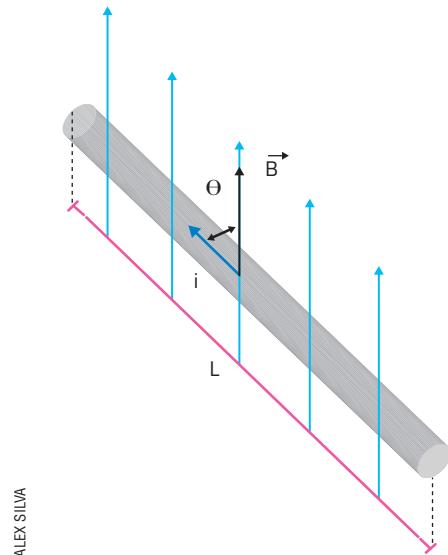


EDITORA DE ARTE

# Força sobre condutor reto percorrido por corrente elétrica

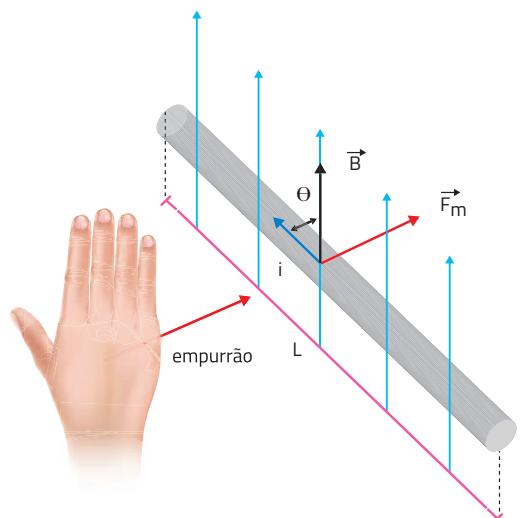
Um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica, imerso em um campo magnético uniforme fica sujeito à ação de uma força magnética em virtude da movimentação de cargas elétricas que ocorre em seu interior.

Considere um condutor reto, de comprimento  $L$ , percorrido por uma corrente de intensidade  $i$ , imerso em um campo magnético  $\vec{B}$ , que forma um ângulo  $\theta$  com o condutor.



» Condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica em um campo magnético.

Utilizando a regra da mão direita nº 2, verifica-se que a força magnética que atua sobre o fio é perpendicular ao plano do papel, entrando dele.



» Força magnética sobre fio retilíneo.

Sabemos que:  $i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow q = i \cdot \Delta t$  (equação 1).

(A força magnética é dada por:  $F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta \Rightarrow F_m = i \cdot \Delta t \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$  (equação 2).

Mas,  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{L}{\Delta t}$  (equação 3).

Substituindo (3) em (2), vem:

$$F_m = i \cdot \Delta t \cdot \frac{L}{\Delta t} \cdot B \cdot \sin \theta \Rightarrow F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta.$$

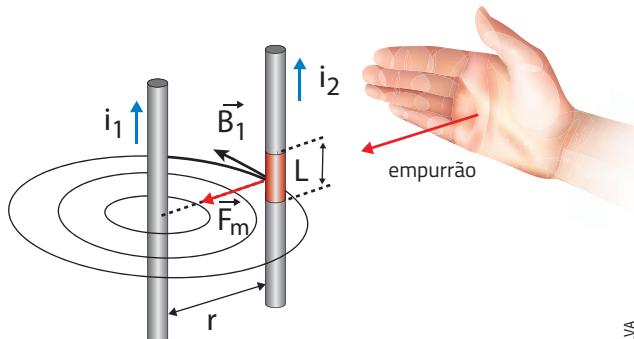
Assim, a intensidade da força magnética que atua sobre o condutor é dada por:

$$F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta$$

# Força entre condutores paralelos percorridos por corrente elétrica

Quando dois condutores retilíneos e extensos, percorridos por correntes elétricas  $i_1$  e  $i_2$ , são dispostos paralelamente, a uma distância  $r$  um do outro, o campo magnético gerado por um aplica uma força magnética no outro. Ou seja, o fio (2) sofre os efeitos do campo magnético produzido por (1) e vice-versa.

» Força magnética entre condutores paralelos percorridos por correntes  $i_1$  e  $i_2$ .



ALEX SILVA

Observe que o campo que atua no fio (2) foi gerado pela corrente elétrica  $i_1$ , que percorre o fio (1) e o ângulo entre ele e o campo magnético é  $90^\circ$  ( $\sin 90^\circ = 1$ ).

Assim,  $F_{m2} = B \cdot i \cdot L$ .

$$\text{Mas } B_1 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1}{r}.$$

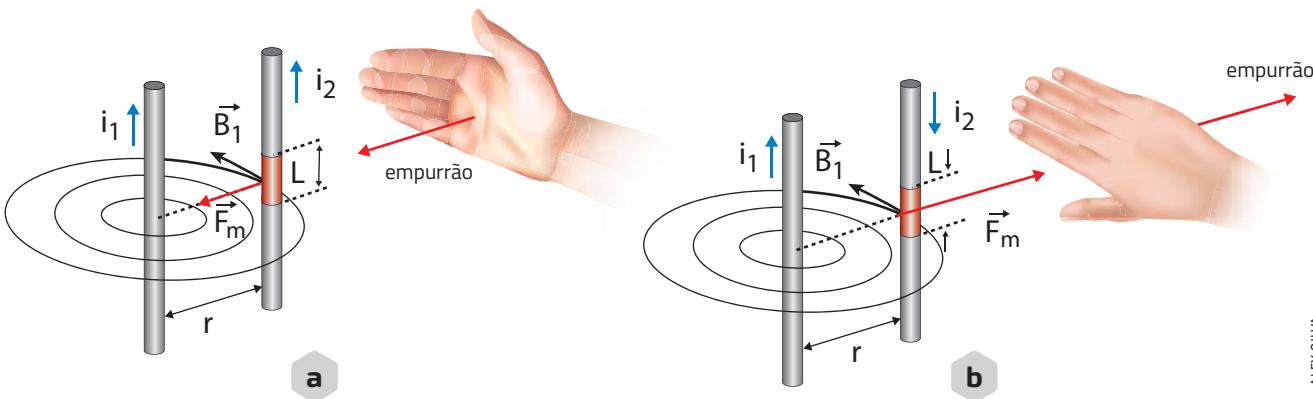
$$\text{Então, } F_{m2} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1}{r} \cdot i_2 \cdot L.$$

Portanto, a intensidade da força magnética entre os dois fios é dada por:

$$F_m = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{r} \cdot L$$

Força magnética entre condutores paralelos: (a) de atração, quando  $i_1$  e  $i_2$  têm o mesmo sentido; (b) de repulsão, quando  $i_1$  e  $i_2$  têm sentidos opostos.

Veja que, se as correntes estão no mesmo sentido, as forças são de atração entre os fios e de repulsão, quando as correntes estão em sentidos opostos.



ALEX SILVA

**Saiba mais**

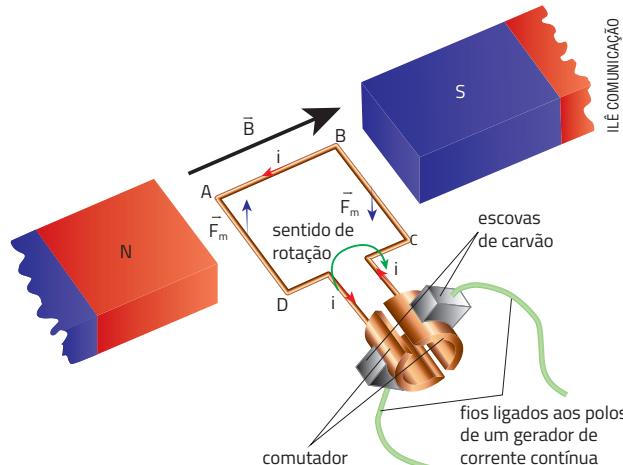
**Princípio de funcionamento do motor elétrico de corrente contínua**

Em máquinas elétricas, o motor elétrico é qualquer dispositivo que transforma energia elétrica em mecânica, sendo o tipo de motor mais usado por combinar as vantagens de baixo custo e manipulação com uma construção simples, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

Os motores elétricos funcionam com a interação entre campos eletromagnéticos e a existência da força magnética em todo o fio que está imerso em um campo magnético, conduzindo corrente elétrica.

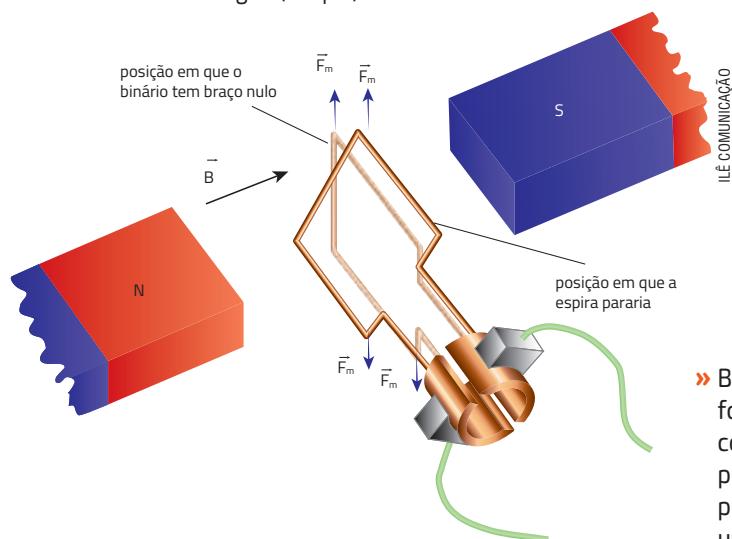
Uma bobina, que pode ser construída enrolando fios de cobre com muitas voltas, posicionada entre os polos Norte e Sul do ímã, que produzem um campo magnético cujas linhas de força têm sentido do Norte para o Sul.

O conjunto é alimentado por uma fonte de tensão que produz uma corrente contínua como uma pilha ou bateria, por exemplo, que, diferentemente das alternadas, fazem que a corrente elétrica tenha sempre o mesmo sentido.



» Representação da bobina ligada a uma fonte de tensão com corrente contínua, em giro entre os polos Norte e Sul de um ímã.

Quando a corrente elétrica (em vermelho) passa pela bobina que está imersa no campo magnético do ímã, é gerada uma força magnética (em verde) que produz o movimento de giro (torque) da bobina.



» Bobina ligada a uma fonte de tensão com corrente contínua, posicionada entre os polos Norte e Sul de um ímã.

Para identificar o sentido da força, aplique a regra da mão direita nº 2. A intensidade da força magnética é calculada pela expressão:

$$F_m = B \cdot i \cdot L$$

- B = intensidade do campo magnético, em tesla (T);
  - i = corrente da bobina, em ampère (A);
  - L = comprimento do condutor imerso no campo magnético, em metro (m).
- O torque que vai impulsionar a bobina e girar o rotor.

**Espaço de aprendizagem**

Para saber como construir um motor elétrico com materiais de baixo custo, assista ao vídeo disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=BGytqTUh6Tk>. Acesso em: 23 set. 2020.

## Oficina científica

### Motor elétrico

Como construir um motor elétrico em casa? Para a construção do motor elétrico vamos precisar de:

#### » Materiais

- fio de cobre;
- 1 pedaço de ímã de alto-falante;
- 2 pilhas grandes de 1,5 V;
- fita-crepe;
- uma lixa;
- pregos pequenos.

#### » Procedimento

Primeiro, construa uma bobina, enrolando de 5 a 10 voltas de fio de cobre em torno da pilha grande, deixando as espiras bem juntas e duas pontas livres de aproximadamente 3 cm de fio.

» Bobina.



RHONDA ROTH/SHUTTERSTOCK.COM

Com a lixa, raspe uma das extremidades do eixo da bobina, retirando totalmente o esmalte que recobre o fio e, na outra extremidade, apenas a parte do fio voltada para cima; a parte inferior mantém o esmalte, que é isolante.

Monte um suporte para sua bobina. Pode ser semelhante a esse da figura.

ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

Apoie a bobina sobre o suporte de cobre, buscando alinhar o campo magnético do ímã de maneira que a bobina repouse em equilíbrio. Verifique se o eixo da bobina, quando está na horizontal, encosta nos suportes, ao mesmo tempo, na parte raspada do fio. Cada extremidade do eixo deve ser conectada a um dos polos da pilha.

» Suporte para a bobina.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

**Não escreva no livro**

5. A partir de seus conhecimentos, termine a montagem utilizando as pilhas e o ímã para que o motor funcione. Se necessário, pesquise sobre o assunto e sobre os conceitos de magnetismo envolvidos.
  - Por que a bobina gira? Explique utilizando os conceitos estudados nesse tema.
  - Ao inverter os polos da pilha, o que acontece?
  - Há diferença no funcionamento quando se usa uma pilha ou quando o conjunto é montado com as duas pilhas em séries? O que acontece?
  - Há diferença no funcionamento, se o ímã for colocado em locais diferentes em relação à bobina? O que acontece?

### Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Leia o texto a seguir.

#### Magnetismo Terrestre

A descoberta de que a Terra possui um campo magnético, comportando-se como um grande ímã, ocorreu em 1600, com trabalhos do físico e médico inglês William Gilbert.

A origem desse campo magnético e as suas consequências para a Terra ainda são objeto de estudo, mas sua importância é incontestável. Foi ele que permitiu as grandes navegações, pelo uso da bússola (os modernos navios usam GPS). É ele também que nos protege das partículas carregadas de eletromagnetismo provenientes do Sol (vento solar), a 700 km/s, e de outros pontos da galáxia (além de afetar seriamente as transmissões de rádio e televisão, há evidências de que as tormentas magnéticas aumentam as ocorrências de ataques cardíacos).

[...]

Teoricamente, um campo magnético estende-se infinitamente, ficando mais fraco com o aumento da distância da sua fonte. O campo magnético da Terra estende-se por várias dezenas de milhares de quilômetros, constituindo a chamada magnetosfera da Terra.

[...]

A intensidade de um campo magnético é medida com uma unidade chamada tesla. O campo geomagnético é expresso com o submúltiplo nanotesla (nT), que vale  $10^{-9}$  tesla.[...]

Nas regiões polares, a intensidade do campo na superfície da Terra é em torno de 70 mil nT; já na região equatorial, cai para metade desse valor, aproximadamente.

Na região do Atlântico Sul, há uma grande área onde a intensidade magnética é bastante baixa, sendo

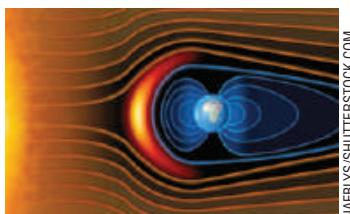
por isso chamada de Anomalia Magnética do Atlântico Sul. Grande parte dessa área abrange o Brasil.

Os valores extremos para a intensidade do campo total são 24 mil nT na Anomalia Magnética da América do Sul e 66 mil nT na região entre a Austrália e a Antártica.

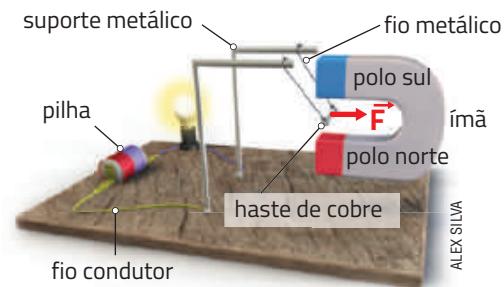
[...]

BRANCO, P. M. Magnetismo terrestre. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 5 maio 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/palpique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Magnetismo-Terrestre-2623.html>. Acesso em: 21 ago. 2020.

» Representação das linhas de força do campo magnético terrestre.



- a)** Interpretando os dados do texto, estime o raio da trajetória de uma partícula do vento solar de massa  $2 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$  e carga  $3 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  que atinge a região da Anomalia Magnética da América do Sul sob um ângulo de  $90^\circ$ .
- b)** Analise o texto e compare o raio estimado do item anterior ( $R_1$ ) com o raio ( $R_2$ ) se essa mesma carga penetrasse, sob o mesmo ângulo e a mesma velocidade, na região entre Austrália e Antártica.
- 2.** Observe a figura que ilustra uma montagem experimental.



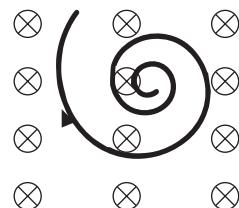
» Aparato experimental.

Reproduza a figura acima em seu caderno e responda às perguntas a seguir.

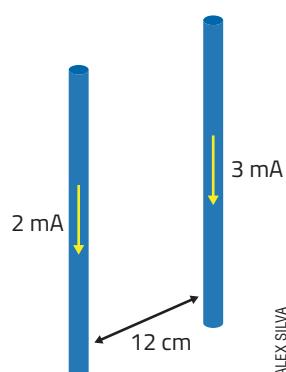
- a)** Explique o porquê de haver a força indicada na figura. Como ela se originou?
- b)** Na figura foram suprimidas as indicações de sentido da corrente elétrica. Identifique nos suportes metálicos, se a corrente elétrica está subindo ou descendo.
- c)** Qual a direção e o sentido do campo magnético produzido pelo ímã?
- d)** Identifique os polos positivo e negativo da pilha. Justifique.

**e)** O que ocorre se soltarmos a lâmpada do soquete, isto é, se a desligarmos?

- 3.** Uma partícula subatômica eletricamente carregada com carga  $q$  e massa  $m$  penetra com certa velocidade " $v$ " em um campo magnético de intensidade  $B$  sob um ângulo de  $90^\circ$ , como indicado na figura. Nessa situação, a única coisa que se pode garantir como constantes são: a massa e a carga da partícula e o sentido do campo magnético. Analise o que acontece com o raio da trajetória da partícula e elabore duas hipóteses sobre o porquê do formato desta trajetória.



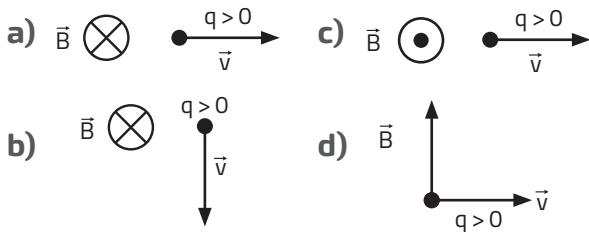
- 4.** Dois fios condutores retilíneos de extensão 1,2 m se encontram separados por uma distância de 12 cm e são percorridos por correntes  $i_1$  e  $i_2$ , respectivamente iguais a 2 mA e 3 mA, como mostra a figura a seguir.



- a)** Preveja se os fios irão se atrair ou se repelir e calcule a força magnética entre eles. Adote a permeabilidade magnética do vácuo  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$ .

- b)** Faça um esquema que represente a direção e o sentido dos campos magnéticos em qualquer ponto situado entre os fios e fora da região interior a eles.

- 5.** A figura a seguir tem-se 4 situações nas quais são mostrados os vetores campo magnético e velocidade da partícula. Determine, para cada um deles, o vetor força magnética que atua sobre as cargas.



EDITORIA DE ARTE

# Indução eletromagnética



» A movimentação da lanterna, conhecida como lanterna de Faraday, na direção de seu comprimento, para frente e para trás, permite que a lâmpada acenda e funcione durante um determinado intervalo de tempo.

Um tipo de lanterna disponível no mercado é anunciada como a solução para não usar mais pilhas de nenhuma natureza para funcionar e, de fato, isso é verdade. Para que a lâmpada acenda, basta movimentá-la, por trinta segundos, para frente e para trás no sentido de seu comprimento. Por sua superfície translúcida é possível ver que há uma bobina com fios de cobre enrolados e, ao movimentar, percebemos que algo em seu interior se desloca acompanhando o movimento que fazemos. Trata-se de um ímã.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

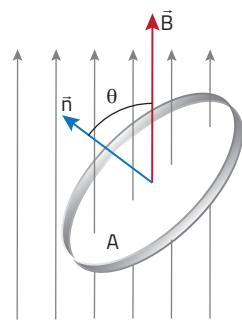
- 1 Por que a lâmpada acendeu? Discuta com seus colegas e elabore possíveis explicações ou hipóteses para esse fato.
- 2 Já vimos que uma corrente elétrica em um condutor produz um campo magnético no seu entorno. Mas você acha que é possível acontecer o inverso, isto é, um campo magnético produzir corrente?

**Não escreva no livro**

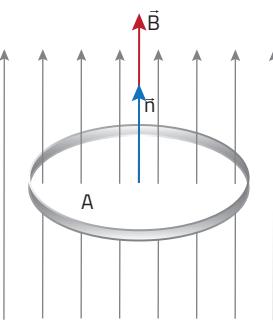
## Fluxo magnético

O primeiro conceito a ser definido nesse tema é o conceito de **fluxo magnético**, que é representado por  $\Phi$  e fornece a quantidade de linhas de força do campo magnético que atravessam determinada área.

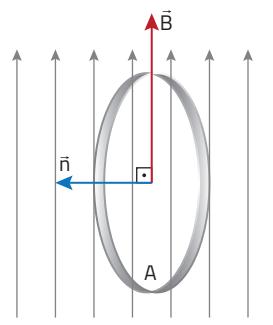
Uma espira de área interna **A** está imersa em um campo magnético uniforme **B**. Essa espira pode estar posicionada de diferentes formas nesse campo, por exemplo:



» (I)  $\theta$  é o ângulo entre os vetores  $\vec{n}$  e  $\vec{B}$ .



» (II)  $\theta = 0^\circ$ .



» (III)  $\theta = 90^\circ$ .

O vetor  $\vec{n}$  (azul) é um vetor unitário perpendicular à superfície da espira e será utilizado como referência para a medida do ângulo  $\theta$  formado com as linhas de força do campo magnético.

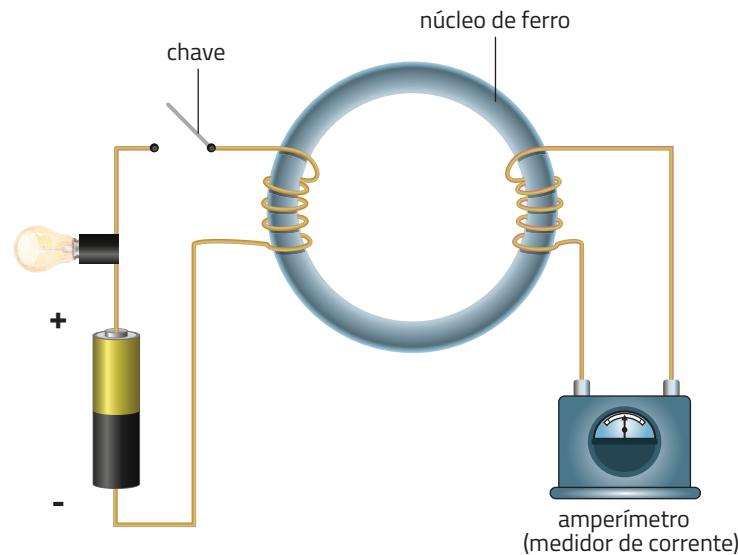
Observe que, na situação (II), em que  $\theta = 0^\circ$ , é aquela em que ocorre a maior incidência de linhas de força do campo sobre a área da espira, enquanto na situação (III) não há incidência de linhas de força atravessando a espira. Já a situação (I) é intermediária entre o que ocorre nas situações (II) e (III).

O fluxo magnético  $\Phi$  através da espira é uma grandeza escalar que mede o número de linhas de força do campo que atravessam a área **A** da espira e é definido por  $\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$  e sua unidade de medida é  $T \cdot m^2$  (tesla vezes metro quadrado), denominada weber (Wb) em homenagem ao físico alemão Wilhelm Weber (1804-1891) por suas contribuições no estudo do magnetismo.

## Corrente elétrica induzida

Em 1831, os cientistas Michael Faraday (1791-1867), britânico, e Joseph Henry (1797-1878), estadunidense, em trabalhos independentes descobriram o fenômeno da indução eletromagnética, verificando que uma corrente elétrica poderia ser criada a partir da variação do fluxo magnético.

Faraday montou um aparato experimental semelhante ao mostrado na figura a seguir.

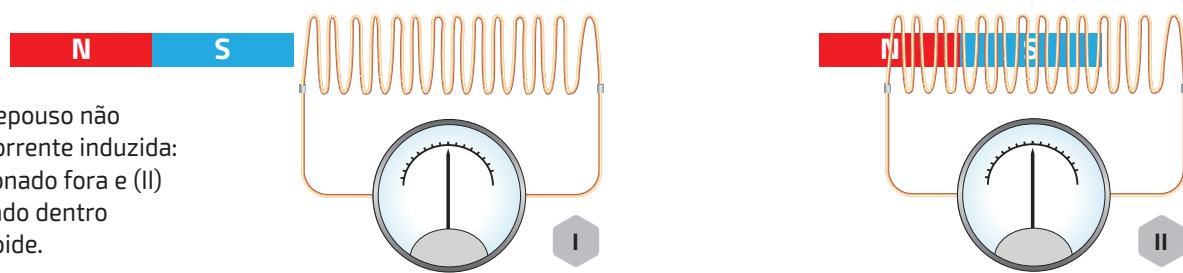


» Representação de circuito montado por Faraday.

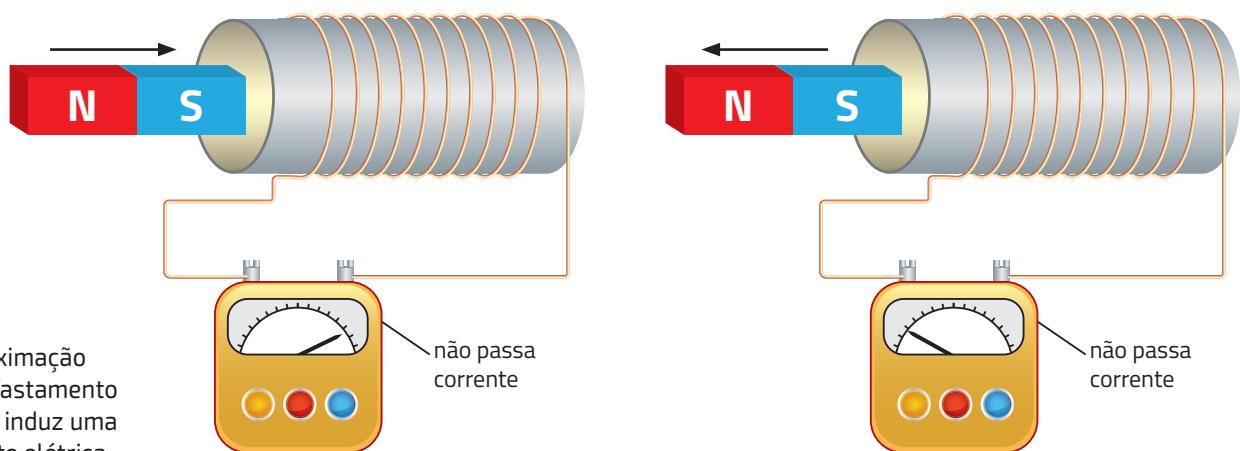
Faraday observou que, toda vez que desligava ou ligava o circuito, o amperímetro (medidor de corrente elétrica) registrava a passagem de corrente elétrica. No entanto, quando o circuito permanecia ligado ou desligado, voltava à marcação nula.

Para entender o que estava ocorrendo, Faraday realizou outros experimentos nos quais uma fonte de campo magnético (o ímã) era aproximada ou afastada do circuito. Em um desses experimentos, utilizou um solenoide fixado ao amperímetro, passando a aproximar e afastar um ímã do conjunto.

» Ímã em repouso não produz corrente induzida: (I) posicionado fora e (II) posicionado dentro do solenoide.



Ao aproximar ou afastar o ímã do solenoide ocorria a passagem de corrente cujo sentido dependia da situação de aproximação ou afastamento do ímã.



De acordo com as observações de Faraday, uma corrente elétrica é estabelecida em um circuito quando uma fonte de campo magnético está em movimento em relação a ele. Esse fenômeno foi denominado **indução eletromagnética** e a corrente resultante é chamada de **corrente elétrica induzida**.

A explicação desse fenômeno é feita a partir da análise da variação do fluxo magnético sobre o condutor. Quando o ímã se aproxima, ocorre um aumento do fluxo magnético no solenoide e quando se afasta ocorre a diminuição. Em ambos os casos ocorre variação do fluxo magnético sobre o solenoide.

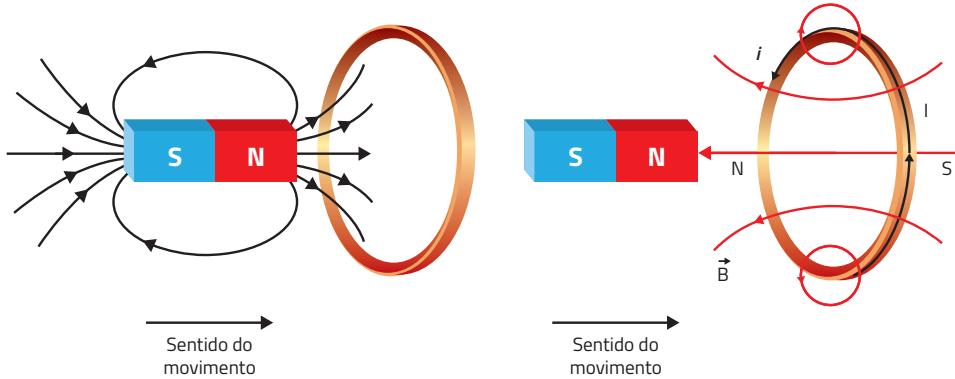
Já nas situações em que o ímã está parado, fora ou dentro do solenoide, não há variação do fluxo.

Pode-se generalizar dizendo que toda vez que ocorre variação do fluxo magnético, tem-se o aparecimento de uma corrente elétrica induzida no circuito.

Como determinar a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida?

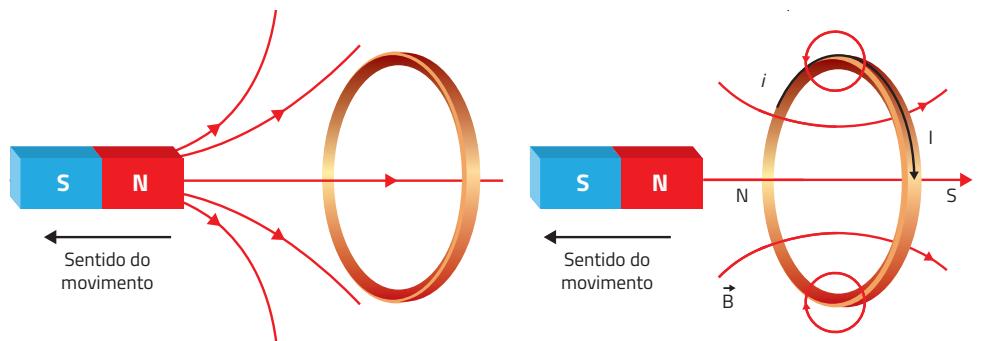
Coube ao físico alemão Heinrich Lenz (1804-1865) encontrar a explicação para o sentido da corrente elétrica induzida em cada situação de aumento ou diminuição do fluxo magnético, indicando que a corrente elétrica induzida surge no sentido de se opor à variação do fluxo. Isto é, o sentido da corrente induzida é tal que o

campo magnético criado por ela se opõe à variação do campo magnético que a produziu. Veja por meio dos exemplos a seguir.



ALEX SILVA

De forma análoga, quando o fluxo está diminuindo, é produzida uma corrente induzida no sentido de produzir um campo para reforçar o fluxo, combatendo a sua diminuição.



ALEX SILVA

Se com o passar do tempo há um aumento das linhas de campo que atravessam uma espira, uma corrente elétrica induzida será criada na espira para produzir um campo magnético no sentido contrário ao que induziu a corrente. De forma análoga, se as linhas de campo que atravessam a espira diminuem com o passar do tempo, uma corrente induzida será criada na espira para produzir um campo magnético no mesmo sentido daquele existente em seu interior. Isso é conhecido por Lei de Lenz.

De acordo com Faraday, a variação do fluxo magnético no decorrer do tempo define a força eletromotriz induzida média através da espira.

Assim, o módulo da força eletromotriz induzida ( $\varepsilon$ ) medida em volt (V) é dada por:

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

Com a força eletromotriz induzida, aplica-se a Lei de Ohm ( $U = R \cdot i$ ) na espira e determina-se a corrente induzida, lembrando que a tensão é  $\varepsilon$ . Assim:

$$i_{\text{ind}} = \frac{\varepsilon}{R}$$

Onde  $R$  é a resistência elétrica do circuito, medida em ohm ( $\Omega$ ).

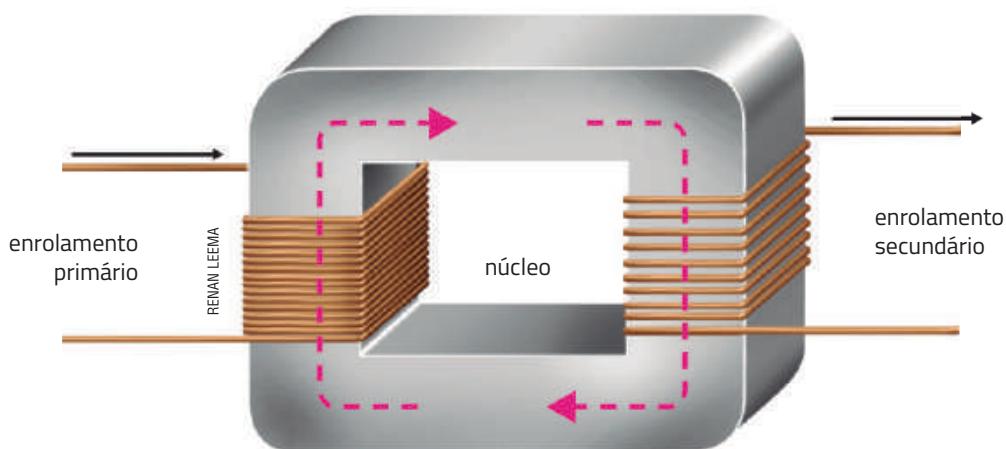
**Saiba mais****Transformadores**

Durante o percurso entre as usinas geradoras de eletricidade e as cidades, a energia elétrica é conduzida por redes de alta tensão e baixas correntes, com a finalidade de evitar perdas excessivas ao longo das linhas de transmissão.

Nesse caminho, passa por diversas subestações, onde aparelhos chamados transformadores aumentam ou diminuem a sua tensão. Ao elevar a tensão elétrica no início da transmissão, os transformadores evitam a perda excessiva de energia ao longo do percurso. Ao rebaixarem a tensão elétrica perto dos centros urbanos, permitem a distribuição da energia por toda a cidade.

Como os transformadores aumentam e abaixam a tensão elétrica?

Eles são formados por um núcleo de ferro laminado no qual são enroladas duas bobinas independentes chamadas de enrolamentos primário e secundário.



» Representação dos enrolamentos primário e secundário de um transformador.

O enrolamento primário é submetido à tensão a ser modificada e o enrolamento secundário é o que vai fornecer a tensão modificada para o circuito.

A passagem de uma corrente elétrica alternada no enrolamento primário induz à formação de uma corrente elétrica alternada no enrolamento secundário. Em um transformador de tensão, a relação entre as tensões primária ( $U_p$ ) e secundária ( $U_s$ ) depende da relação entre o número de voltas em cada um dos enrolamentos:

$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

Onde:

$U_s$  é a tensão no secundário;

$U_p$  é a tensão no primário;

$N_s$  é o número de espiras do secundário;

$N_p$  é o número de espiras do primário.

Assim, é possível concluir que a tensão é diretamente proporcional ao número de voltas e o transformador pode ser de elevação ou de rebaixamento, dependendo da quantidade de espiras do primário e do secundário.

Se  $N_s > N_p \Rightarrow U_s > U_p$ , ocorre elevação de tensão.

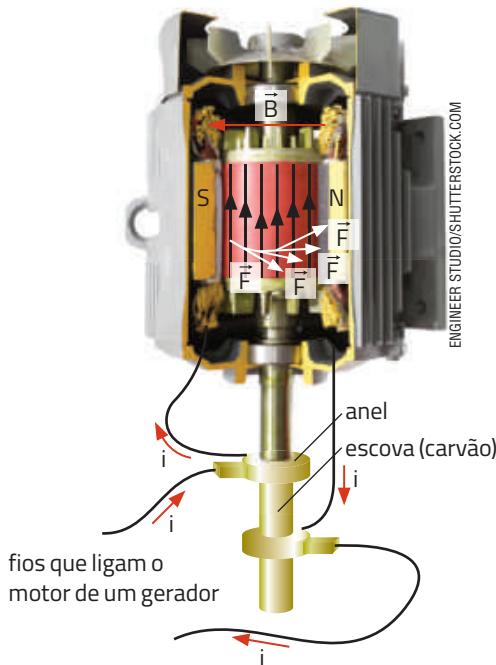
Se  $N_s < N_p \Rightarrow U_s < U_p$ , ocorre rebaixamento de tensão.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Leia o texto a seguir.



O princípio de funcionamento de qualquer máquina é o de transformar um tipo de energia em outro, pois como se sabe, não é possível criar energia. O liquidificador, por exemplo, transforma energia elétrica em energia mecânica ao funcionar e processar os alimentos e frutas. Muitas dessas máquinas funcionam a partir de combustíveis fósseis, que emitem poluentes que agridem o ambiente e ajudam a destruir a camada de ozônio.

Com **a intenção de economizar energia e poupar o meio ambiente (1)**, está se popularizando, nos grandes centros, a utilização de veículos de transporte movidos por motores elétricos, tais como patinetes, bicicletas e carros elétricos.

O funcionamento dos motores elétricos está baseado nos **princípios do eletromagnetismo (2)**.

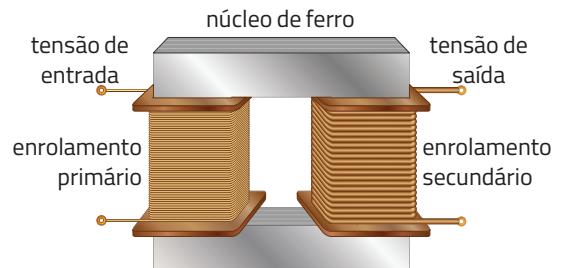
- a) Reúna-se com seus colegas e volte no texto no grifo (1). O que se pode argumentar em prol do que é afirmado no texto? Pesquise sobre o conceito de SUSTENTABILIDADE e cite como o motor elétrico pode ser usado em ações que visam melhorá-la.
- b) Em relação ao grifo (2) do texto, quais os princípios eletromagnéticos envolvidos? Faça uma análise das transformações de energia envolvidas.

2. Uma espira condutora está inserida numa região onde o fluxo do campo magnético que a atravessa vale  $60 \text{ Wb}$ . Inicia-se uma rotação do plano da espira de tal modo que o fluxo se anula após 0,3 segundos. Calcule o módulo da força eletromotriz induzida durante essa rotação.

3. Trabalhadores desenrolam um fio de uma bobina de área  $2 \text{ m}^2$  composta por 50 espiras, como mostra a figura, que não está em escala. Se um fluxo constante de valor  $45 \text{ T} \cdot \text{m}^2$  passa pela bobina, estime o valor da corrente induzida sobre as mãos dos rapazes e avalie se eles poderão receber um choque elétrico caso o fio esteja desencapado e eles não estejam protegidos. Justifique sua resposta.



4. Mário quer produzir um transformador abaixador de tensão. Para isso foi consultar na loja de material elétrico se havia algum que se encaixasse às suas necessidades. O vendedor disse que na loja não havia um que se encaixasse. Mas que, no depósito, havia um que poderia ser reformado. A tensão de entrada era  $6,6 \text{ kV}$  com 3 000 voltas no seu enrolamento primário. Se a tensão de saída que Mário desejava era de  $220 \text{ V}$ , estime o número de voltas que ele deveria realizar no secundário para que o transformador fosse recuperado.



FOUAD A. SAAD/SHUTTERSTOCK.COM

## Atividades extras

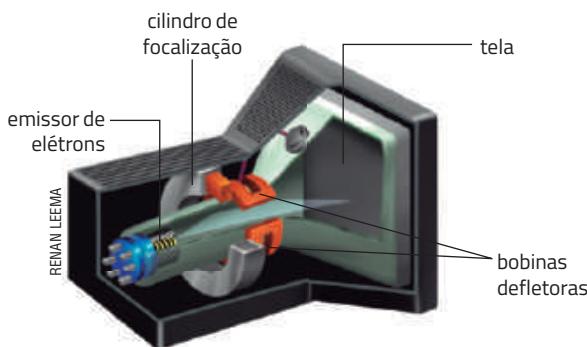
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Num laboratório de física de uma escola de ensino médio um estudante constrói um minimotor elétrico de demonstração utilizando-se de um fio de cobre enrolado com certo número de espiras, cada uma com área **A**. Um imã cuja função é criar um campo magnético de intensidade constante, uma pilha e arames como suporte, além de alguns elásticos.

- a)** Faça um esquema de como poderia ser feito este minimotor. Discuta com seu professor a viabilidade do seu esquema.
- b)** Após o estudante elaborar o motor, o professor questionou sobre os princípios físicos que o faziam funcionar. Colocando-se no lugar do estudante, como seria a sua resposta?

2. Veja a imagem a seguir.



Analisando a figura, descreva qual elemento da televisão é responsável por mudar a direção do feixe de elétrons e como isso é efetuado.

3. Suponha que um elétron se move dentro de um tubo de raios catódicos com uma velocidade de  $1,6 \cdot 10^8$  m/s sob um ângulo de  $90^\circ$ . Sabendo-se que, em dado momento, as bobinas geram um campo da ordem de  $5 \cdot 10^{-4}$  T e que a massa do elétron é da ordem de  $10^{-31}$  kg, estime o valor da força magnética que atua sobre este elétron e o raio de sua trajetória dentro do tubo.

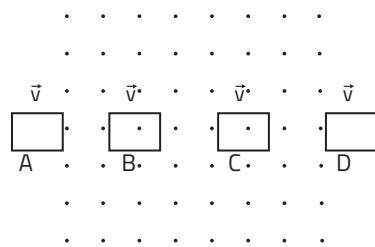
Adote:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

4. (UECE) O módulo do vetor campo magnético gerado por uma corrente elétrica constante passando por um fio retilíneo depende da distância do ponto de medição do campo ao fio. Assim, é correto afirmar que a direção desse vetor é: **Alternativa b.**

- a)** perpendicular ao fio somente para um dos sentidos da corrente.
- b)** perpendicular ao fio independente do sentido da corrente.
- c)** paralela ao fio independente do sentido da corrente.
- d)** paralela ao fio somente para um dos sentidos da corrente.

5. A figura a seguir mostra uma espira retangular nas posições A, B e C e uma região onde o campo magnético tem valor constante B, com direção

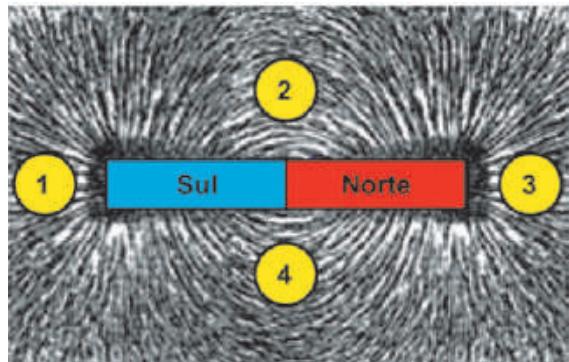
perpendicular à folha de papel, saindo desta. A espira se move com velocidade constante  $\vec{v}$  e sentido de A para C. A partir da observação da figura:



**a)** descreva **QUALITATIVAMENTE** o comportamento do **FLUXO** do campo magnético dentro da espira considerando os deslocamentos parciais de A para B, de B para C e de C para D.

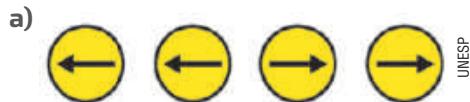
**b)** qual o sentido da corrente induzida (se houver) nos percursos de A para B, de B para C e de C para D? Justifique.

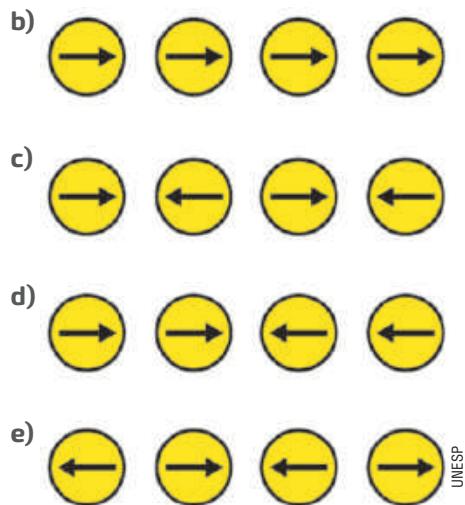
6. (Unesp-SP) Um imã em forma de barra, com seus polos Norte e Sul, é colocado sob uma superfície coberta com partículas de limalha de ferro, fazendo que elas se alinhem segundo seu campo magnético. Se quatro pequenas bússolas, 1, 2, 3 e 4, forem colocadas em repouso nas posições indicadas na figura, no mesmo plano que contém a limalha, suas agulhas magnéticas orientam-se segundo as linhas do campo magnético criado pelo imã.



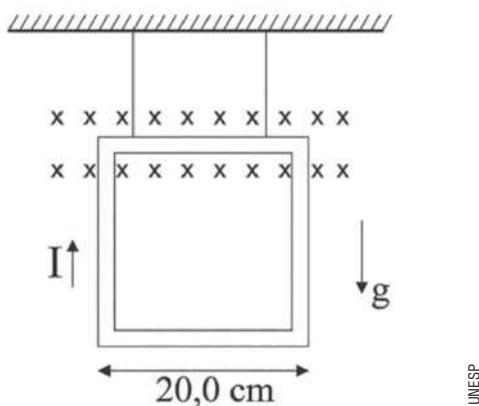
UNESP

Desconsiderando o campo magnético terrestre e considerando que a agulha magnética de cada bússola seja representada por uma seta que se orienta na mesma direção e no mesmo sentido do vetor campo magnético associado ao ponto em que ela foi colocada, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, as configurações das agulhas das bússolas 1, 2, 3 e 4 na situação descrita. **Alternativa c.**





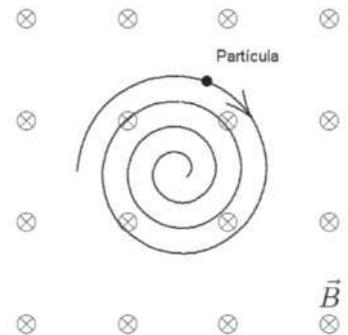
7. (Unesp-SP) Um dos lados de uma espira retangular rígida com massa  $m = 8,0\text{g}$ , na qual circula uma corrente  $I$ , é atado ao teto por dois fios não condutores de comprimentos iguais. Sobre esse lado da espira, medindo  $20,0\text{ cm}$ , atua um campo magnético uniforme de  $0,05\text{T}$ , perpendicular ao plano da espira. O sentido do campo magnético é representado por uma seta vista por trás, penetrando o papel, conforme é ilustrado na figura.



Considerando  $g = 10,0\text{ m/s}^2$ , o menor valor da corrente  $I$  que anula as trações nos fios é **Alternativa a.**

- a)  $8,0\text{ A}$ .
- b)  $7,0\text{ A}$ .
- c)  $6,0\text{ A}$ .
- d)  $5,0\text{ A}$ .
- e)  $4,0\text{ A}$ .

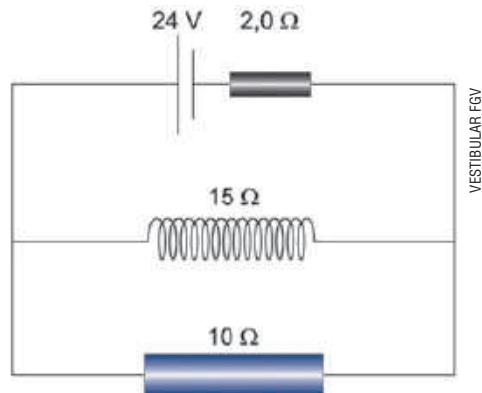
8. (Udesc-SC) Um campo magnético uniforme está entrando no plano da página. Uma partícula carregada move-se neste plano em uma trajetória em espiral, no sentido horário e com raio decrescente, como mostra a figura.



Assinale a alternativa correta para o comportamento observado na trajetória da partícula.

- a) A carga é negativa e sua velocidade está diminuindo. **Alternativa a.**
- b) A carga é positiva e sua velocidade está diminuindo.
- c) A carga é positiva e sua velocidade está aumentando.
- d) A carga é negativa e sua velocidade está aumentando.
- e) A carga é neutra e sua velocidade é constante.

9. (FGV-SP) A figura representa um circuito em que consta um gerador de corrente contínua de força eletromotriz  $24\text{ V}$  e resistência interna de  $2,0\text{ }\Omega$ . O gerador alimenta uma associação em paralelo de um resistor ôhmico de  $10\text{ }\Omega$  e um solenoide com certos comprimento e número de espiras, com resistência ôhmica de  $15\text{ }\Omega$ .



Se o solenoide for substituído por outro, de comprimento duas vezes maior e com o dobro do número de espiras, mas apresentando a mesma resistência elétrica, o campo magnético no interior do novo solenoide, gerado pela corrente elétrica, terá sua intensidade, em relação ao valor inicial,

- a) quadruplicada.
- b) duplicada.
- c) mantida.
- d) reduzida à metade.
- e) reduzida à quarta parte. **Alternativa c.**

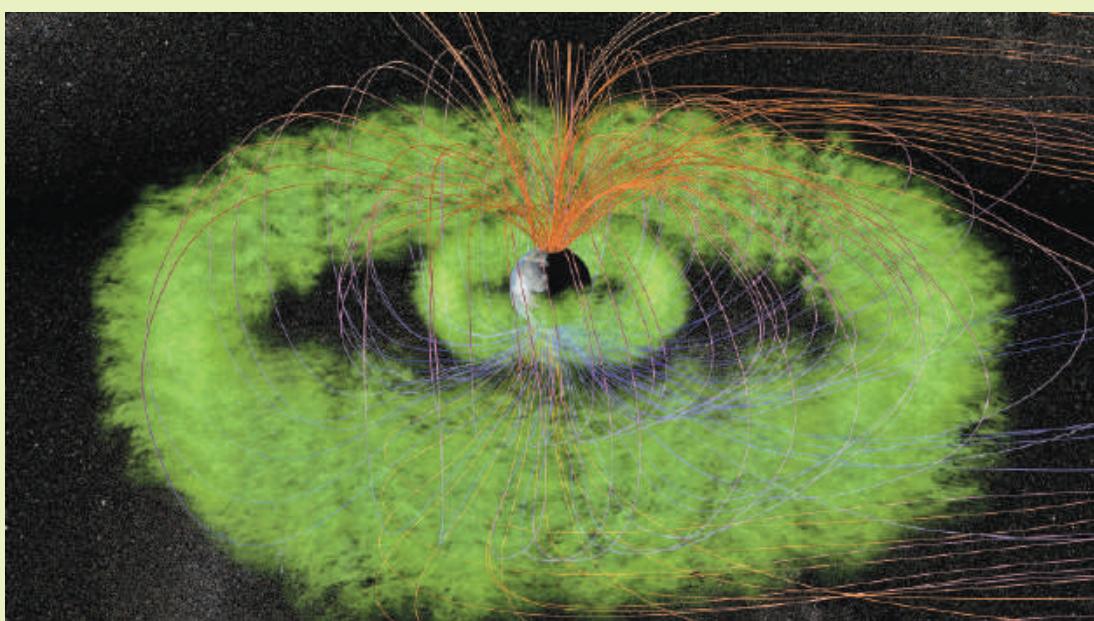
# MAGNETISMO TERRESTRE

» Aurora boreal na Lapônia, região ao norte da Finlândia que faz divisa com Suécia, Noruega e Rússia.

Uma das evidências do magnetismo terrestre são as auroras polares, fenômenos ópticos que acontecem próximo às zonas polares. Quando ocorre no polo norte é chamada de aurora boreal, e quando no polo sul, aurora austral. Este fenômeno se caracteriza por cores esverdeadas, azuladas ou avermelhadas, que se formam na atmosfera podendo ser observadas a olho nu, em céu noturno. Algumas formações lembram cortinas de luz, e podem permanecer visíveis por minutos ou poucas horas.

Este fenômeno acontece quando partículas solares carregadas atingem o campo magnético da Terra descrevendo trajetórias espirais em direção aos polos. As partículas solares são emitidas em virtude da alta temperatura da camada mais externa do Sol. Essa camada apresenta partículas elementares muito energéticas (a maioria elétrons, prótons e núcleos de Hélio – partículas  $\alpha$ ), emitindo fluxos constantes delas para o espaço, fenômeno chamado de vento solar. Por estarem carregadas eletricamente, ao se aproximarem da Terra, interagem com o campo magnético terrestre que é mais intenso nas proximidades dos polos Norte e Sul.

O movimento dessas cargas elétricas na atmosfera gera choques entre elas e as moléculas de oxigênio e nitrogênio que, ao receberem essa energia, atingem um estado denominado excitado, altamente energético. Para voltarem ao seu estado inicial, liberam essa energia adquirida na forma de luz.



» Captura de tela a partir de uma animação gráfica dos cinturões de radiação de Van Allen, mostrando as linhas do campo magnético da Terra e a localização dos cinturões de radiação.

## Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

**Não escreva no livro**

1. Como se formam as auroras polares?
2. O que poderia acontecer, caso não existisse o campo magnético da Terra?
3. O magnetismo terrestre possui influência sobre os seres vivos, e em alguns de maneira

direta, um fenômeno chamado de biomagnetismo. Forme um grupo com seus colegas, faça uma pesquisa sobre este fenômeno, e montem uma apresentação digital com as informações encontradas.

Neste Volume você estudou diversos conceitos importantes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Eles formaram uma base para que algumas competências e habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular fossem trabalhadas. São elas:

### Competências gerais

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

### Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

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.

**(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.

**(EM13CNT104)** Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

**(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.

**(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.

**2.** Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

**(EM13CNT202)** Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

**(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**(EM13CNT207)** Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

**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).

**(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.

**(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises,

pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

**(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**(EM13CNT306)** Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

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

**(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.

**(EM13CNT309)** Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

**(EM13CNT310)** Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

## Referências bibliográficas comentadas

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula.** Tradução de Ana Letícia de Souza Vanz *et al.* 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

- Livro aborda aspectos bioquímicos, estruturais e funcionais das células.

AMALDI, U. **Imagens da Física:** as ideias e as experiências do pêndulo aos *quarks*. Tradução de Fernando Trotta. São Paulo: Scipione, 1995.

- Livro aborda conceitos da Física com indicações de experimentos e contextualizações.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2018.

- Livro aborda conceitos integrados de Química.

BROWN, T. L. *et al.* **Química:** a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

- Livro aborda diversos fenômenos químicos de maneira contextualizada.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 3:** eletromagnetismo. São Paulo: Edusp, 2006.

- Livro aborda os conceitos da eletricidade e do eletromagnetismo de forma contextualizada e prática.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e transformações II:** reelaborando conceitos sobre transformações químicas (cinética e equilíbrio). São Paulo: Edusp, 1998.

- Livro aborda questões relacionadas às transformações e interações da matéria.

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia médica.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

- Livro destinado ao estudo da Fisiologia e da Anatomia do corpo humano.

HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física:** Eletromagnetismo. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. v. 3.

- Livro aborda os conceitos da Eletricidade e do Eletromagnetismo de forma contextualizada e prática.

HEWITT, P. **Física conceitual.** Tradução de Trieste Freire Ricci. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

- Livro aborda variados temas de Física, como a energia e suas transformações.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

- Livro aborda aspectos bioquímicos, estruturais e funcionais das células.

MILLER JUNIOR, G. T. **Ciência ambiental.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

- Livro aborda variados temas relacionados à área de Ecologia.

MORTIMER, E. F. **Introdução ao estudo da Química:** propriedades dos materiais, reações químicas e teoria da matéria. 4. ed. Belo Horizonte: Foco/Cecimig, 2000.

- Livro interpreta diversos fenômenos químicos por meio de situações contextualizadas.

REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell.** 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

- Livro aborda variados temas como Biologia celular, Anatomia, Fisiologia e Ecologia.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

- Livro aborda conceitos relacionados à Ecologia.

TORTORA, G. J; DERRICKSON B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia.** 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

- Livro aborda conceitos relacionados à Anatomia e à Fisiologia do corpo humano.

WARTHA, E. J. *et al.* A maresia no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 26, p. 17-20, nov. 2007.

- Artigo aprofunda os conceitos de oxirredução e corrosão.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

# Manual do Professor

# Apresentação

Olá professores!

Baseado na capacidade criativa, curiosidade, e principalmente em suas necessidades, o ser humano é gerador de constantes transformações, tanto pessoais, quanto do ambiente à sua volta. Atualmente essas mudanças têm ocorrido de maneira acelerada, propiciadas pela facilidade de acesso às informações que podem levar a novas e constantes aprendizagens.

Contudo, é preciso saber construir conhecimentos com base na análise crítica e reflexiva dessas informações, considerando valores éticos e morais que contribuem para a formação de indivíduos conscientes de sua cidadania. Este é o propósito desta coleção: tornar nossos jovens protagonistas na construção de novos saberes baseados no pensamento científico.

Cada volume possui um eixo principal de condução, que permite a distribuição dos conteúdos de maneira clara, objetiva e organizada, oportunizando a integração entre os componentes curriculares de Biologia, Física e Química que formam a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A maneira como os assuntos são conduzidos possibilita aos estudantes construir e mobilizar as habilidades e competências necessárias para sua formação, enquanto agentes participantes e transformadores da sociedade.

Neste Manual do professor você encontrará orientações que podem auxiliar no planejamento de suas aulas, bem como sugestões de textos, atividades complementares para os estudantes, e sugestões de leituras para sua formação continuada.

Desejamos a você, professor(a), um frutuoso trabalho, e que esta coleção seja um eficiente apoio para suas aulas.

Os autores

# Sumário

<b>Proposta organizacional da coleção .....</b>	<b>164</b>
Seções do Livro do estudante .....	164
<b>Orientações didáticas .....</b>	<b>166</b>
O novo Ensino Médio .....	166
O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	168
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	168
As competências gerais e as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC .....	170
O trabalho com as competências e as habilidades da BNCC .....	174
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) .....	175
O ensino de Ciências da Natureza no século XXI.....	176
O atual papel do professor .....	177
Educação, cidadania e valores.....	178
Progressão da aprendizagem.....	179
Produção de análises críticas .....	181
Capacidade argumentativa (oral e escrita) .....	181
Nível inferencial em processos de leitura .....	182
Pensamento computacional .....	183
<b>Orientações metodológicas .....</b>	<b>184</b>
A diversificação dos métodos e das estratégias de ensino.....	184
O planejamento das aulas .....	190
Avaliação .....	190
<b>Referências bibliográficas comentadas .....</b>	<b>192</b>
<b>Orientações específicas para este Volume .....</b>	<b>193</b>
Quadro de conteúdos, competências e habilidades neste Volume .....	194
Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume.....	195
Justificativa da pertinência dos objetivos .....	196
Unidade 1 .....	197
Unidade 2 .....	210
Unidade 3 .....	226
Unidade 4 .....	239
Respostas e resoluções das atividades do Livro do estudante.....	250

# Proposta organizacional da coleção

Esta coleção foi planejada para contemplar os componentes curriculares Biologia, Física e Química pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

Ela é composta de seis volumes. Cada volume é dividido em quatro Unidades vinculadas a um eixo central de condução e integração específico para cada volume. Cada Unidade é composta por temas, cujos conteúdos são enriquecidos com diferentes tipos de recursos gráficos e imagéticos, seções complementares e atividades diversificadas.

Esta configuração permite que as temáticas se interliguem, independentemente do componente curricular preponderante, seja Biologia, Física ou Química.

## Seções do Livro do estudante

### Atividades

As atividades empregam diferentes recursos com o objetivo de aprimorar a competência leitora, e permitem aos estudantes mobilizar habilidades, competências gerais e específicas de maneira a promover seu protagonismo, além de auxiliar na verificação conceitual. Há também questões pontuais presentes no início e ao longo dos temas, que oportunizam ao professor identificar conhecimentos prévios, além de contextualizar e despertar o interesse e a curiosidade do estudante.

### Atividades extras

Permitem a mobilização de habilidades e competências e reforçam a verificação conceitual dos temas da Unidade, por meio de atividades contextualizadas com recursos variados, como fotografias, ilustrações, tirinhas, reportagens, manchetes, entre outros. Também possuem testes de Enem e vestibulares.

### Oficina científica

Esta seção sugere o trabalho com atividades práticas e favorece o desenvolvimento do pensamento científico. Ela se inicia com situações ou questões que contextualizam e direcionam a prática, além de, eventualmente, sugerir o levantamento de hipóteses a partir de observações ou de ideias.

As propostas privilegiam o uso de materiais de fácil acesso e a execução de procedimentos que podem ser realizados no laboratório da escola, ou até mesmo em sala de aula. Em alguns momentos, materiais ou procedimentos podem ser omitidos, de maneira a propiciar o protagonismo dos estudantes, incentivando-os a inferir sobre a melhor maneira de realizar a prática, e/ou testar as hipóteses levantadas.

Ao final da seção existem questionamentos que ajudam a sistematizar as observações dos estudantes à medida que eles elaboram suas conclusões sobre o resultado do trabalho.

### **Falando de ...**

Seção que aborda os temas contemporâneos transversais da BNCC. A seção propicia o aprofundamento da competência leitora, favorece o desenvolvimento da argumentação e desperta a postura crítica dos estudantes frente a temas atuais de relevância científica, social e histórica.

As questões ao final da seção incentivam trabalhos em grupo e a formação de estudantes críticos a partir da construção de argumentos fornecidos pelos textos ou por sugestões de pesquisa.

### **Integrando com...**

Nesta seção, temas complementares aos conceitos estudados são propostos em uma abordagem integrada, permitindo a articulação entre as Ciências da Natureza e outras áreas do conhecimento. Essa relação objetiva romper com os limites entre as diferentes áreas de conhecimento e integrá-las, proporcionando uma aprendizagem mais efetiva aos estudantes por meio de uma compreensão mais abrangente da realidade.

### **Saiba mais**

Boxe presente ao longo dos temas que amplia ou complementa conceitos necessários para o desenvolvimento dos assuntos.

### **Espaços de aprendizagem**

Localizado ao longo da Unidade, este boxe apresenta sugestões de locais para visita, livros e filmes com diferentes temáticas que contribuirão para o aprendizado dos estudantes. Também são indicados *links* para a internet com visitas virtuais, textos de ampliação de conteúdo, imagens, infográficos, simuladores e vídeos para acesso dos estudantes. Essas indicações visam ampliar e reforçar o conhecimento construído em sala de aula por meio da utilização de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs).

# Orientações didáticas

## O novo Ensino Médio

Esta obra foi elaborada em conformidade com o novo modelo de Ensino Médio em estruturação em nosso país. Em síntese, as transformações propostas para essa etapa da Educação Básica resultam da ampla discussão que se intensificou a partir de 2017 e englobam: valorização da aprendizagem pela ampliação da carga horária de estudos, flexibilização do currículo, foco no estudante e em seu desenvolvimento integral e adoção de práticas escolares mais dinâmicas e interativas, que respondam às necessidades de aprendizagem do século XXI.

Preocupações contemporâneas relacionadas a saúde, trabalho, educação, cultura, habitação, recursos naturais, entre outras apontam que os jovens precisam ampliar e atualizar seus conhecimentos científicos, técnicos e tecnológicos e desenvolver novas habilidades e competências que se harmonizem com essas demandas sociais, ambientais e econômicas da realidade.

Diante desse panorama, o Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei n. 13.005/2014, determinou diretrizes, metas e estratégias para a educação brasileira, que devem ser cumpridas entre 2014 e 2024. A reforma do Ensino Médio e a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) são medidas para o cumprimento dessas metas, buscando outros caminhos para o segmento.

Essas buscas de novos caminhos têm como documentos orientadores, em especial, a Lei n. 13.415/2017, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – instituída pela Lei n. 9.394/1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Referenciais Curriculares para Elaboração de Itinerários Formativos.

As finalidades do Ensino Médio orientam esse processo e continuam sendo as estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Art. 35), há mais de vinte anos, desde 1996:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 6 ago. 2020.

A carga horária anual dos estudantes passa de 800 horas para 1 000 horas. E além de compreender essas mudanças, o novo Ensino Médio precisa ser estudado em suas modificações estruturais, principalmente aquelas que devem capacitar o jovem para as transformações sociais em que o protagonismo dele em sua própria formação deve ser destacado.

A nova proposta de organização curricular estabelece direitos de aprendizagens e desenvolvimento a todos os estudantes da nação e aponta para percursos específicos de formação, os itinerários formativos:

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I - linguagens e suas tecnologias;
- II - matemática e suas tecnologias;
- III - ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV - ciências humanas e sociais aplicadas;
- V - formação técnica e profissional.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 6 ago. 2020.

No novo Ensino Médio, o estudante influencia boa parte do currículo, pois há uma flexibilização e não mais uma trajetória única para todos. O conjunto de disciplinas, projetos e outras situações de trabalho que os estudantes poderão escolher passa a ser chamado de itinerário formativo. Neles, as aprendizagens organizam-se em áreas de conhecimento – Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; e Formação Técnica e Profissional.

A comunidade escolar influencia a oferta dos itinerários formativos, considerando desejos e necessidades dos estudantes. Mesmo com essa flexibilidade, algumas disciplinas continuam fazendo parte de um currículo obrigatório para todo o país. Língua Portuguesa e Matemática, como ocorre atualmente, continuam obrigatórias nos três anos do Ensino Médio.

Embora o jovem siga aprendendo sobre todas as disciplinas, pois elas estão contempladas nas habilidades e nas competências da BNCC, tal organização do segmento por áreas de conhecimento estimula novos formatos de aula e incentiva novas formas de atuação do docente e de organização escolar, uma vez que conectam conhecimentos e professores de diferentes áreas e possibilitam práticas escolares mais dinâmicas e interativas.

Conforme a BNCC, uma educação integral tem o compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global do estudante em suas dimensões indissociáveis: intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica. Com essa perspectiva, o novo Ensino Médio propõe a formação de cidadãos responsáveis, críticos e autônomos, que tomam a frente das decisões que conduzirão sua vida na sociedade.

Ainda a proposta do novo Ensino Médio prenuncia o aumento progressivo da oferta de escolas em tempo integral. Merece destaque o fato de que, ao fim de sua formação básica, os estudantes poderão ter diploma de Ensino Médio e também diploma de Ensino Técnico, pois poderão optar por uma formação profissional e técnica dentro da carga horária do Ensino Médio.

Esta obra faz parte deste cenário para oferecer ao professor da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propostas que integram conhecimentos de modo interdisciplinar e propiciam o desenvolvimento de competências e habilidades aos estudantes, para que, de forma ativa, crítica, criativa e responsável, compartilhem atitudes saudáveis, sustentáveis e éticas, em um mundo cada vez mais complexo e imprevisível.

## O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) é uma prova do Governo Federal, realizada em nível nacional e, desde 1998, constitui uma ferramenta de avaliação do Ensino Médio diagnosticando os conhecimentos adquiridos pelos estudantes que concluíram essa etapa da Educação Básica em escolas particulares e públicas.

A partir de 2009, o Enem passou a fazer parte da seleção dos estudantes das escolas públicas ao Ensino Superior em universidades federais e estaduais. Ao longo dos últimos anos, o modelo de avaliação do Enem foi continuamente aprimorado.

Embora mudanças sejam previstas, atualmente o exame consiste em 4 provas objetivas, com 45 questões cada, além da redação de um texto dissertativo-argumentativo, de no máximo 30 linhas, desenvolvido a partir de uma situação-problema. Os conteúdos abordados pelas provas são divididos em quatro áreas:

- Linguagens, Códigos e suas Tecnologias: Língua Portuguesa e Literatura, além de Língua Estrangeira Moderna (inglês ou espanhol);
- Ciências Humanas e suas Tecnologias: História, Geografia, Sociologia e Filosofia;
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Biologia, Química e Física;
- Matemática e suas Tecnologias.

O exame mantém sua característica interdisciplinar, portanto, é esperada dos estudantes a capacidade de integrar conteúdos de diferentes disciplinas para solucionar problemas com base em conhecimentos interdisciplinares. A competência leitora também é valorizada.

O Enem é hoje um dos principais meios de ingresso em Faculdades e Universidades públicas e privadas de todo o Brasil. O aproveitamento do resultado obtido no Enem como substituto ou complementar aos vestibulares de cada instituição é uma das principais novidades dos últimos anos relacionada ao acesso ao Ensino Superior. Grande parte das universidades federais e quantidade razoável de universidades estaduais têm feito seus processos seletivos usando exclusivamente a nota alcançada pelo candidato no Enem. Por meio do Sistema de Seleção Unificado (Sisu), plataforma digital gerenciada pelo Ministério da Educação (MEC), o candidato pode concorrer às vagas em dezenas de universidades públicas usando somente sua nota do Enem.

## A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Base para novos currículos, segundo o Ministério da Educação (MEC), a BNCC, homologada no ano de 2018, é um documento de caráter normativo e definidor do conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais para todos os estudantes desenvolverem, ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

Assim, seu principal objetivo é equalizar a qualidade da educação no país, um documento norteador que prima pelo estabelecimento de um patamar comum de aprendizagem e desenvolvimento a que todos os estudantes do Brasil têm direito.

O documento está disponível na íntegra 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: 7 set. 2020) e é estruturado de acordo com as três etapas da Educação Básica – Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A proposta de aprendizagem na BNCC se alinha com o Plano Nacional de Educação (PNE) e orienta-se pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Propõe que sejam desenvolvidas nos estudantes dez competências gerais.

Por competência, entende-se a:

[...] mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 8.

A proposta de desenvolvimento de competências assumida pela BNCC busca distanciar o ensino de uma abordagem que se concentra em memorizações reprodutivas vazias de sentido, como tradicionalmente o processo de ensino se caracteriza. Correntes pedagógicas com base em desenvolvimento de competências vêm surgindo há algumas décadas, com impacto primeiramente em elaboração de avaliações internacionais da aprendizagem e do desempenho dos estudantes. As dez competências gerais concretizam direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

A etapa do Ensino Médio está organizada, na BNCC, em quatro áreas do conhecimento, que são:

- Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa)
- Matemática e suas Tecnologias (Matemática)
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química)
- Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia)

Essa escolha de organização tem como fundamento a conexão das disciplinas e estimula um trabalho integrado e contextualizado à vida. Essa abordagem coopera para a compreensão dos estudantes da realidade e para que desenvolvam formas de intervir nela e transformá-la, atribuindo mais sentido às vivências escolares.

As práticas escolares de acordo com a BNCC, devem, então, ser repensadas e estruturadas nos planejamentos de modo a garantir a explicitação das articulações entre as áreas, considerando também as especificidades de cada uma delas.

Para cada área de conhecimento, são apresentadas competências específicas. Uma lista de habilidades está atrelada a cada uma dessas competências específicas. De caráter prático, cognitivo e socioemocional, as habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos estudantes, em cada etapa de escolarização prevista na BNCC. São descritas de acordo com determinada estrutura, conforme o exemplo a seguir. Cada habilidade é identificada por um código alfanumérico cuja composição é:

**EM13CNT101**

O primeiro par de letras indica a etapa de **Ensino Médio**

O primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos

Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números). Vale destacar que o uso de numeração sequencial para identificar as habilidades não representa uma ordem ou hierarquia esperada das aprendizagens. Cabe aos sistemas e escolas definir a progressão das aprendizagens, em função de seus contextos locais.

A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou o componente curricular (duas letras):  
**CNT** = Ciências da Natureza e suas Tecnologias  
**LGG** = Linguagens e suas Tecnologias  
**LP** = Língua Portuguesa  
**MAT** = Matemática e suas Tecnologias  
**CHS** = Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 34.

Como o código representa, as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias derivam das competências específicas da área. As habilidades 100 derivam da competência específica 1; as habilidades 200 derivam da competência específica 2; as habilidades 300 derivam da competência específica 3.

## As competências gerais e as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC

A seguir, são apresentadas as dez competências gerais da Educação Básica e as três competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como as habilidades que se relacionam a cada uma dessas competências específicas.

### Competências gerais da Educação básica

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

## Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio

### 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.

Habilidades
<p><b>(EM13CNT101)</b> 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.</p>
<p><b>(EM13CNT102)</b> Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p>
<p><b>(EM13CNT103)</b> Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.</p>
<p><b>(EM13CNT104)</b> Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p>
<p><b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>
<p><b>(EM13CNT106)</b> 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.</p>
<p><b>(EM13CNT107)</b> 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.</p>

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades
<b>(EM13CNT201)</b> Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
<b>(EM13CNT202)</b> Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
<b>(EM13CNT203)</b> Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
<b>(EM13CNT204)</b> Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
<b>(EM13CNT205)</b> Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
<b>(EM13CNT206)</b> Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
<b>(EM13CNT207)</b> Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
<b>(EM13CNT208)</b> Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.
<b>(EM13CNT209)</b> Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

**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).

Habilidades
<b>(EM13CNT301)</b> 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.
<b>(EM13CNT302)</b> Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
<b>(EM13CNT303)</b> Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
<b>(EM13CNT304)</b> Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecno- logias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
<b>(EM13CNT305)</b> Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
<b>(EM13CNT306)</b> Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
<b>(EM13CNT307)</b> Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
<b>(EM13CNT308)</b> 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.
<b>(EM13CNT309)</b> Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
<b>(EM13CNT310)</b> Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

## O trabalho com as competências e as habilidades da BNCC

O novo Ensino Médio requer novas formas de ação do professor e nova organização da escola, práticas mais dinâmicas e interativas, harmonizadas com as demandas dos jovens do século XXI.

A BNCC não é um currículo, não apresenta indicações metodológicas ou didáticas para trabalho docente, nem aspectos específicos relacionados à avaliação. Ela permite a elaboração de currículos fortalecendo as interconexões entre as disciplinas, o que possibilita planos inovadores nas escolas, a partir da autonomia e responsabilidade delas.

Esta obra foi desenvolvida em acordo com a BNCC e, portanto, apresenta propostas que visam efetivar um trabalho que favorece uma aprendizagem amparada no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, bem como o desenvolvimento da capacidade de utilizar esses aprendizados para resolver questões complexas, de forma crítica e propositiva.

Entre os benefícios de uma abordagem que trabalha com as competências e habilidades é possível citar o incentivo aos docentes a impulsionar a melhoria contínua da turma, criando novas dinâmicas de comunicação e interação. Também se estimula o trabalho colaborativo e a criatividade, compartilha as melhores práticas, expande os ambientes de ensino e aprendizagem, estimula atitudes, cria uma nova cultura na instituição escolar e favorece a extensão do trabalho para a comunidade.

Além disso, o trabalho com competências e habilidades possibilita práticas escolares contextualizadas às necessidades da sociedade e do mundo do trabalho, atendimento às demandas da sociedade em permanente transformação e valorização do contexto de cada estudante, usando-o a favor de sua formação educacional.

Por meio das competências é possível comunicar aos estudantes, com eficácia, o que eles sabem e o que eles podem fazer com o que sabem, possibilitando uma compreensão mais ampla sobre os resultados da aprendizagem.

A BNCC, ao estabelecer as dez competências gerais, define as aprendizagens essenciais a que o estudante tem direito. Já as competências específicas explicitam como as competências gerais se expressam em cada área do conhecimento. Diante disso, pode-se afirmar que as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apontam caminhos para o desenvolvimento das competências gerais, com abordagens de temas específicos dessa área do conhecimento.

As habilidades, por sua vez, correspondem às aprendizagens básicas para o desenvolvimento de competências específicas. Dessa forma, as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias indicam os rumos para que as competências específicas sejam trabalhadas em sala de aula. Portanto, implementar o trabalho com a BNCC em sala de aula exige uma mudança de paradigma. Por exemplo, em determinado estudo, inúmeros conceitos de diferentes componentes curriculares podem ser englobados. Os professores desses componentes curriculares podem desenvolver atividades de seus componentes em parceria, nas quais é possível desenvolver uma ou mais habilidades da BNCC.

Nesta obra, os assuntos permitem que as habilidades possam ser desenvolvidas e/ou mobilizadas. Para auxiliar a identificar a necessidade de desenvolver

ou mobilizar uma habilidade, a coleção apresenta estratégias metodológicas que serão descritas posteriormente. Elas podem ser utilizadas pelo professor, de maneira a garantir que, ao final, as habilidades sejam eficientemente mobilizadas e auxiliem no desenvolvimento de uma competência, seja ela específica ou geral. Considerando que os estudantes já desenvolveram diversas habilidades durante o Ensino Fundamental, é possível que parte delas seja mobilizada nesta etapa de ensino, mas cabe ao professor tal discernimento.

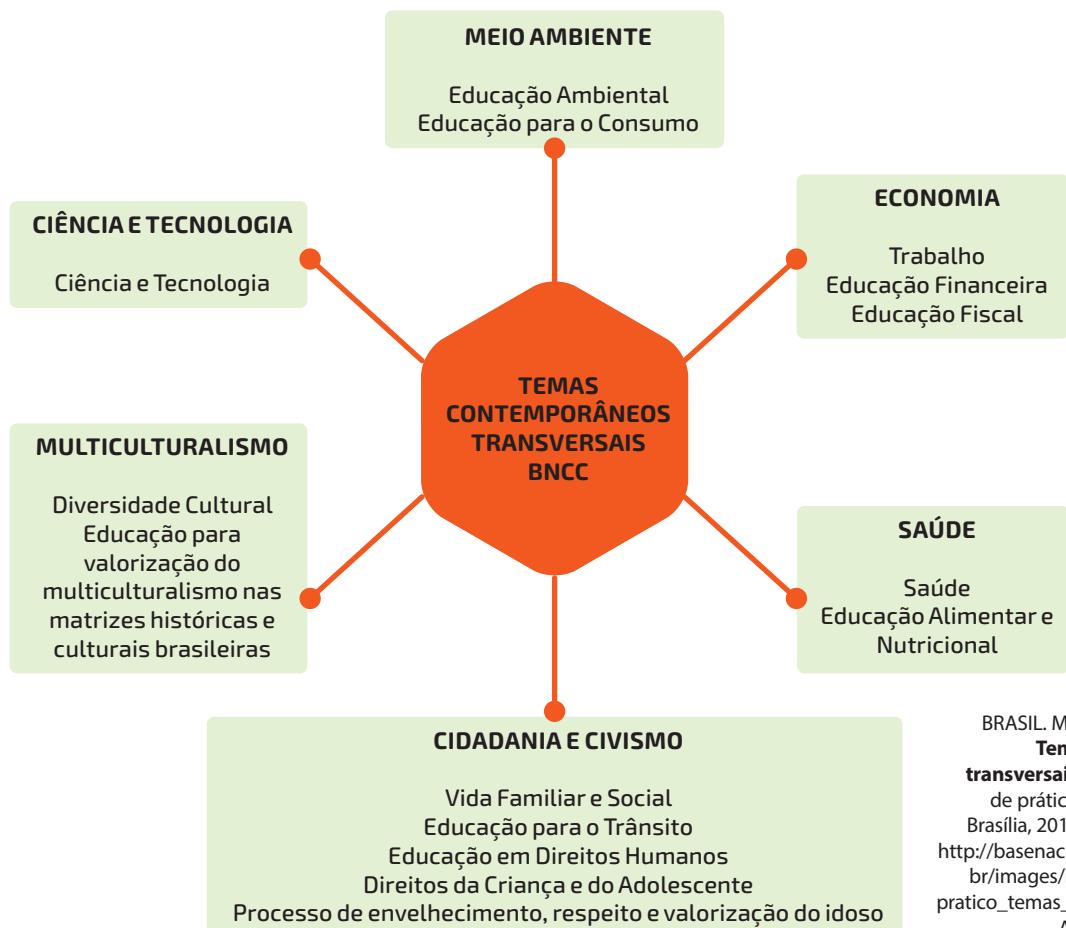
## Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs)

Conforme a BNCC,

[...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora. [...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 19.

Assim, com essa finalidade, o Ministério da Educação estabeleceu 15 Temas Contemporâneos Transversais, ou TCTs, dispostos em seis macroáreas temáticas, conforme representa o esquema a seguir.



BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC**: propostas de práticas de implementação. Brasília, 2019. p. 7. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia\\_pratico\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf). Acesso em: 8 set. 2020.

Os TCTs se relacionam com as situações da realidade contemporânea e correspondem a temas que não são objeto específico de nenhum componente curricular, podendo ser abordados pelas diferentes disciplinas. Eles têm como propósito abordar aspectos práticos da vida dos jovens que impactam a vida humana em escala local, regional e global.

A abordagem dos TCTs é, portanto, requisito essencial para a superação da fragmentação do conhecimento e para a formação integral do ser humano, com o desenvolvimento de uma visão ampla de mundo.

Nesta obra, os TCTs são trabalhados em diversos momentos, seja no texto principal, nas seções ou nas atividades, por meio de questões relativas a assuntos das diferentes macroáreas temáticas, em que os estudantes são levados, por exemplo, a avaliar os impactos causados pelas ações dos sujeitos no ambiente em que vivem, a refletir sobre modo de vida sustentável, abordando a questão do excesso de resíduos descartados no mundo e em nossa nação.

## O ensino de Ciências da Natureza no século XXI

A falta do letramento científico pode fazer com que um cidadão venha a ter dificuldades na resolução de problemas de seu cotidiano, ou encontre soluções mais complexas, o que, por vezes, pode gerar impactos em diversas áreas de sua vida e/ou da sociedade, como impactos ambientais e financeiros. Dessa maneira, o comprometimento com o letramento científico na formação do cidadão se faz necessário, com destaque para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O letramento científico seria uma ferramenta de resolução de problemas, dos indivíduos e das sociedades, e também uma abertura para novas visões de mundo, visto que é muito intensa a presença da Ciência e da Tecnologia e sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos hoje. Sobre essa presença, a BNCC considera que:

[...] do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. [...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 547.

Assim, a educação científica deve promover o pensamento crítico, encorajar a alfabetização científica em uma perspectiva social e instrumentalizar as pessoas, diariamente confrontadas por questões éticas e morais, próprias da excessiva oferta de informação na sociedade tecnológica.

O papel da cultura científica, nesse contexto, é a formação e a capacitação de cidadãos para compreender e modificar o mundo, extrapolando a visão reducionista e parcial de um ensino apenas atento às expectativas do mercado.

Especificamente na área de Ciências da Natureza, os objetivos educacionais incluem o letramento científico que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BRASIL, 2018). Dessa forma, a principal característica é a atuação efetiva na vida cotidiana em função da importância do papel da ciência. Isso significa que a formação de uma população não deve se limitar à sua capacidade de ler e escrever, mas precisa envolver também uma alfabetização matemática, científica e tecnológica de qualidade, porque isso torna os indivíduos mais autônomos.

A BNCC propõe, para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, competências e habilidades que garantam a formação integral dos estudantes, o desenvolvimento de uma percepção integrada das Ciências, aprofundando o letramento científico iniciado na etapa anterior da educação básica. Assim, na definição das competências específicas e das habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram priorizados conhecimentos levando-se em consideração a continuidade do proposto no Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio.

Nesse cenário, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe, para o Ensino Médio, o trabalho com as temáticas Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos, como um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, propostas para o Ensino Fundamental.

## O atual papel do professor

Em um contexto de ensino com base em competências e habilidades, quais são as ações ou condutas esperadas do professor?

Neste contexto, ao papel essencial do professor, soma-se o de mediador da aprendizagem, orientando caminhos aos estudantes a fim de que sejam protagonistas na construção de seu conhecimento e desenvolvimento pessoal.

Durante este processo de mudanças, o professor deve ter em mente que suas decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências e habilidades, trazendo o estudante para seu papel de sujeito mais consciente e ativo, a desenvolver o aprendizado de forma crítica, autônoma, ética e responsável. Pode-se afirmar que o professor é um participante que simultaneamente ensina e aprende, num movimento de trocas com o estudante.

Esse conceito de aprendizagem centrada no estudante favorece o desenvolvimento do protagonismo juvenil e abre espaço a um modelo de produção coletiva, cooperativa, com compartilhamento do conhecimento. Reiterando, um modelo em que o professor passa a ser o mediador entre o conhecimento e o estudante.

Nesta obra há ênfase no estudante como protagonista de seu processo, e no professor como mediador desse processo. Assim, não se pretende que o estudante seja um receptor, e não se espera que o professor possua todos os conhecimentos envolvidos, mas sim que atue como incentivador e orientador do protagonismo dos jovens no processo de aprendizagem.

## Educação, cidadania e valores

Cidadania é uma palavra usada com frequência, em diversos contextos e pode ser definida como:

...] o direito de ter uma ideia e poder expressá-la. É poder votar em quem quiser sem constrangimento. É processar um médico que cometa um erro. É devolver um produto estragado e receber o dinheiro de volta. É o direito de ser negro sem ser discriminado, de praticar uma religião sem ser perseguido.

Há detalhes que parecem insignificantes, mas revelam estágios da cidadania: respeitar o sinal vermelho no trânsito, não jogar papel na rua [...] Por trás desse comportamento está o respeito à coisa pública.

O direito de ter direitos é uma conquista da humanidade. [...]

DIMENSTEIN, G. **O cidadão de papel:** a infância, a adolescência e os direitos humanos no Brasil. São Paulo: Ática, 2005. p. 12-13.

A noção de cidadania apoiada em direitos e deveres e no reconhecimento da diversidade social, econômica, racial e cultural contribui para uma educação que gera convívio e respeito entre os povos. Para isso, os estudantes devem ser confrontados a situações que envolvam respeito mútuo, justiça, solidariedade, empatia, resolução de conflitos, cooperação, direitos humanos, acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

Na busca para a construção da cidadania, os valores merecem destaque. As temáticas dos valores e das habilidades socioemocionais não estavam explícitas nos currículos e programas das escolas. Agora, a BNCC traz essas dimensões para o centro dos objetivos da educação integral.



CIENPIES DESIGN/SHUTTERSTOCK.COM

O texto a seguir aborda alguns aspectos da relevância dos valores na sociedade.

[...]

O nosso futuro depende, em parte, dos nossos valores. As tendências de consumismo e materialismo, embora insustentáveis a longo prazo, sofrem grande influência social e cultural e, portanto, podem mudar assim como podem alterar valores de uma cultura. Os valores sociais também determinam onde uma cultura em particular se encontra em uma sequência de vários valores, como antagonismo e tolerância, individualismo e coesão social, materialismo e busca por um significado mais profundo.

Quando começamos a considerar coletivamente os valores alternativos que seriam mais sustentáveis globalmente e de satisfação pessoal, estamos respondendo tanto aos incentivos, com base na necessidade e ansiedade em relação à direção em que nossos valores atuais estão nos levando, quanto aos desincentivos do desejo por sistemas sociais melhores, com base nos valores alterados.

Incentivos	Desincentivos
Ansiedade em relação ao futuro	Promessa de segurança e coesão social
Preocupação de que ajustes na política são insuficientes para evitar crises	Ética de assumir responsabilidade pessoal pelos outros, pela natureza e pelo futuro
Medo de perder a liberdade e as escolhas	Participação engajada na vida comunitária, política e cultural
Alienação devido à cultura dominante	Busca por significado pessoal e propósito
Estilos de vida estressantes	Tempo para paixão pessoal e ligações mais fortes com a natureza

FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões**: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

Assim, tanto no novo Ensino Médio como nesta obra, as dimensões da cidadania, dos valores e das habilidades socioemocionais estão diretamente conectadas às intervenções pedagógicas.

## Progressão da aprendizagem

No modelo da aprendizagem significativa os conceitos estão hierarquicamente organizados na estrutura cognitiva de um sujeito, e a aprendizagem depende de um vínculo de conceitos inclusores, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Dessa forma, a aprendizagem é um processo de construção do conhecimento, em que o aprendiz utiliza o seu conhecimento anterior para construir o novo. Assim, aprender significa organizar e integrar o material na estrutura cognitiva. A construção dos significados conceituais depende de esquemas cognitivos prévios de cada estudante e da interação discursiva com o professor, que seleciona, organiza, sequencia e comunica certo conteúdo. A estrutura cognitiva apresenta-se como uma hierarquia de conceitos, que são abstrações da experiência do indivíduo e que podem servir de base para a ancoragem de novas ideias ou conceitos (MOREIRA; MASINI, 2006).

Mas para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que o material a ser aprendido seja incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz também de modo não literal, mas com significado. Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

Um dos princípios da aprendizagem significativa é a organização dos conceitos em um processo denominado diferenciação progressiva, um movimento contínuo no qual os significados mais abrangentes se estabelecem em novas relações conceituais. Em contraste com a aprendizagem significativa, na aprendizagem mecânica, as novas informações têm pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva e, neste caso, pode-se dizer que a nova informação é armazenada de maneira arbitrária.

A aprendizagem, assim, caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio de forma não literal e não arbitrária: o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, adquirindo mais estabilidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Seguindo este raciocínio, a estrutura conceitual se mantém de forma não rígida, mas busca as relações entre as significações conceituais e proposicionais, de acordo com as diferenças e similaridades, na busca de uma reconciliação integrativa entre os conceitos prévios e os que estão sendo incorporados nesta estrutura mental (AUSUBEL, 2000).

Esse processo de interiorização é mediado por interações e intercomunicações sociais, nas quais a linguagem é fundamental. Praticamente tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um conhecimento ou de um conteúdo é conhecer sua linguagem.

Problemas linguísticos estão relacionados à aquisição de uma cultura científica, pois o estudante precisa aprender a usar termos científicos específicos, mas às vezes não possui familiaridade com tais termos ou desconhece o significado do conceito. Além disso, o conhecimento científico é complexo e estruturado. Para construí-lo, os estudantes precisam traduzi-lo ou decodificá-lo com base no seu conhecimento prévio.

Considerando que cada modo comunicativo contribui de maneira especializada e cooperativa para dar significado e explicitar conceitos, o uso de multimodos de representação realizados nesta obra apresenta uma direta relação com a aprendizagem significativa de conceitos. Um episódio de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhar de significados entre estudante e professor sobre conhecimentos veiculados por materiais educativos do currículo, onde há a busca da congruência de significados.

Há um reconhecimento entre os pesquisadores da área de que os significados das representações estão diretamente relacionados ao processo de construção e abstração de um conceito científico. Para que haja intercâmbio e “negociação” de significados, a linguagem torna-se um instrumento básico e essencial (MOREIRA; MASINI, 2006).

Assim, construção de novas significações não é vista como exclusivamente dependente da linguagem (escrita ou falada), mas como resultado da interação entre diversos sistemas de representação que incluem imagens, gráficos e diagramas, passando pelo uso de gestos e atividade física, como a observação e manipulação de objetos.

A percepção e a compreensão das características que definem um conceito são imprescindíveis para o aprendizado. E toda palavra, assim como cada figura, diagrama, equação, simbolismo envolvidos por trás das ações e dos procedimentos, pertencem a um contexto e são parte de uma possível troca de significados entre diferentes membros de uma comunidade.

Por isso, as dificuldades do aprendizado de Ciências da Natureza vão além dos problemas advindos das tentativas de apropriação da chamada “linguagem da ciência”. Aprender Ciências da Natureza não significa somente se apropriar do discurso científico ou decorar determinados termos científicos; aprender Ciências da Natureza é ultrapassar a esfera puramente conceitual e envolver simultaneamente a compreensão de diferentes linguagens.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, o conhecimento deve ser explorado em um contexto diferente daquele que a aprendizagem ocorreu e os novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos ou fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, que se torna capaz de explicar situações ou resolver problemas com suas próprias palavras. Assim a aprendizagem passa a existir quando um mesmo conceito ou uma mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, mas com significados equivalentes.

## Produção de análises críticas

Formular pensamento crítico pode ser confundido com buscar defeitos, ou também com outras atividades como participar de uma discussão, emitindo opinião e posicionando-se diante de problemas, muitas vezes fazendo ecoar ideias do senso comum.

O pensamento crítico reúne análises, avaliações, estabelecimento de relações entre diferentes saberes, reflexões sobre a vida diária e questionamento de valores. Tomando como foco do aprendizado os estudantes e suas experiências como jovens cidadãos, o processo escolar de ensino-aprendizagem deve estimular neles uma leitura de mundo sustentada em uma visão crítica da realidade. Ao analisar criticamente a realidade observada, ele toma decisões imprescindíveis para avançar nas demandas do século XXI.

É importante considerar que a análise crítica é fundamental também no processo de investigação científica. Sem ser capaz de realizar a análise crítica, o estudante não propõe soluções a problemas.

A produção de análises críticas está atrelada à ampliação das possibilidades de construção de sentidos, e isso requer: interesse e envolvimento com uma leitura apurada do material analisado ou do texto em questão, para entender melhor do que trata e quais são os argumentos apresentados; requer compreender o que este material analisado se propõe a fazer, identificando as passagens mais importantes dele; relacioná-lo com suas condições de produção e seu contexto sócio-histórico de circulação (leitor/audiência previstos, objetivos, pontos de vista e perspectivas, papel social do autor, época, gênero do discurso etc.), tudo isso para a ampliar as possibilidades de construção de sentidos e, por fim, de análise crítica.

O pensamento crítico está atrelado à capacidade dos estudantes de efetuar bons julgamentos e responsabilizar-se por eles, com a sensibilidade de perceber o impacto das suas colocações. Da perspectiva escolar, é preciso levar os estudantes a ter critérios para distinguir a diferença entre exprimir o que se pensa a respeito de algo e a realização de análise crítica de algo. Isso requer habilidades de ordem prática, cognitiva e socioemocional, sobre as quais o jovem precisa de apoio e orientação do professor.

Nesta obra, são previstos momentos que levam o estudante a diferenciar o pensar crítico do pensar acrítico, por meio da realização de inúmeras atividades, com a mediação do professor, em que eles passam de conhecimentos superficiais ligados ao senso comum, a saberes estruturados, realizando a análise crítica da realidade e, consequentemente, buscando a autonomia diante das diversas situações cotidianas.

## Capacidade argumentativa (oral e escrita)

Na contemporaneidade, a argumentação científica está em destaque no Ensino Médio, e possui papel importante na sustentação do ensino de Ciências Naturais. Assim, levar o jovem a tecer argumentos empregando dados deve ser objeto de ensino em discussões e práticas na escola, pois quando se pretende convencer outra pessoa de algo é necessário argumentar, em vez de emitir opiniões infundadas.

Conforme a competência geral 7 da BNCC, a argumentação deve ser feita:

[...] com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 9.

Apreender o mundo e expressar-se requer bons argumentos com base em fatos; portanto, o trabalho com os jovens demanda que suas colocações se fundamentem em observar fenômenos e coletar, analisar e sistematizar dados, fatos e informações, elaborando de modo mais claro e objetivo afirmações e conclusões sobre aquilo que observaram.

Em nossa realidade, com alta circulação de *fake news* é relevante que o estudante tenha intimidade com o processo de investigação científica e compreenda a necessidade de superar o senso comum e adotar uma visão objetiva da realidade, compreendendo a obtenção e a construção de dados como uma etapa indispesável na elaboração de seus argumentos. No ensino de Ciências, os estudantes se deparam com essa maturidade de argumentos pautados em conceitos científicos.

Nesta obra, o trabalho com desenvolvimento da capacidade argumentativa surge, por exemplo, quando há trocas de ideias entre os estudantes, momentos de interação, bate-papos, mesas-redondas e debates, com o professor atuando como mediador nesses processos. Nestes momentos, cabe ao professor valorizar a importância de refletir, coletar e analisar evidências e posicionar-se para defender ou refutar um argumento. E, os estudantes, ao avaliarem diferentes opções, precisam escolher a que considerarem mais confiável. Então, nessas atividades baseadas em argumentações, os estudantes se apropriam da linguagem científica e passam a estruturar enunciados, avançando no desenvolvimento da sua autonomia. O trabalho com esta obra em sala de aula propicia aos estudantes vivenciar momentos em que podem argumentar tanto na forma oral quanto na forma escrita, pois que cada uma dessas modalidades tem características próprias.

Enfim são variadas as situações propostas para os estudantes argumentarem, apresentarem evidências e desenvolverem o respeito por opiniões diferentes das suas. Com a argumentação, os estudantes participam de questões sociais e desenvolvem a capacidade de tomar decisões, ações necessárias ao pleno exercício da cidadania.

## Nível inferencial em processos de leitura

A competência leitora é tão indispesável à formação integral dos estudantes, que é abordada pela BNCC em todas as etapas da Educação Básica.

Um leitor, ao realizar um procedimento de leitura, interage com o texto e o contexto no qual está inserido. A qualidade da sua leitura está intimamente conectada à qualidade das suas inferências. E quando ele faz essas conjecturas a partir do que lê, é com sua capacidade inferencial que o faz. Daí a relevância deste tema ser abordado no processo de ensino e aprendizagem.

A capacidade inferencial é ferramenta para o estudante ir além de um primeiro entendimento do texto, associando as informações explícitas às informações que possui. Nesse processo, percebe elementos não explicitamente indicados no texto e estabelece conexão de ideias, para então concluir algo e gerar sentido para o texto.

Inferência é o resultado de um processo cognitivo por meio do qual uma assertiva é feita a respeito de algo desconhecido, tendo como base uma observação. No dia a dia, é possível, por exemplo, inferir a riqueza de uma pessoa pela observação do seu modo de vida, a gravidade de um acidente de trânsito pelo estado dos veículos envolvidos e o sabor de um alimento pelo seu aroma. A inferência revela-se como uma conclusão de um raciocínio, uma expectativa, fundamentada em um indício, uma circunstância ou uma pista. Assim, fundamentando-se em uma observação ou em uma proposição são estabelecidas algumas relações – evidentes ou prováveis – e chega-se a uma conclusão decorrente do que se captou ou julgou.

DELL'ISOLA, R. L. P. Inferência na leitura. In: **Glossário Ceale**. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em: <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/inferencia-na-leitura>. Acesso em: 18 set. 2020.

Quanto mais amplo esse seu repertório de conhecimentos, mais capaz é de compreender um texto, uma vez que a inferência não está no texto, mas na leitura, e se dá à medida que o leitor vai interagindo com o que lê. A leitura inferencial tem como resultado os sentidos do texto, e tais sentidos não estão prontos no texto à espera do leitor. Há um processamento das informações pelo leitor, sustentado pelo seu próprio repertório de conhecimentos, de vivências, de ideias etc.

Nesta obra, a leitura inferencial é realizada por meio de inúmeras atividades: os estudantes são desafiados a debater assuntos e negociar sentidos, a partir da leitura de textos escritos, de imagens, de gráficos, de esquemas, de tabelas. O estudante quando lê um texto, na situação de aprendizagem dada, é levado a interagir com este texto e, ao mesmo tempo, desenvolver sua capacidade de realizar suposições sobre ele, considerando informações não explícitas, elaborando hipóteses sobre o que ocorrerá, pronunciando interpretações do que está subentendido. Isso evidencia que as inferências são de diversos tipos na obra.

A capacidade de inferência do estudante, assim como outras, pode variar muito de acordo com o seu perfil sociocultural, com suas necessidades especiais, caso as tenha, ou com seu nível de desenvolvimento intelectual. Por isso, a avaliação do nível inferencial do estudante deve ser feita prioritariamente de maneira particularizada, considerando o progresso individual dele, no desenvolvimento das atividades e na aquisição de novas capacidades.

É por meio da leitura inferencial que um leitor identifica problemas de seu entorno e propõe soluções para eles, com protagonismo. Dessa forma, é importante enfatizar que a capacidade de leitura inferencial de um estudante é muito relevante para ajudá-lo a converter conhecimentos em propostas de soluções de problemas e transformações na trajetória de vida.

## Pensamento computacional

As sociedades atuais são fortemente marcadas pelo desenvolvimento tecnológico e vêm passando por profundas transformações nas relações humanas e de trabalho. A computação e as tecnologias digitais de informação e comunicação estão cada vez mais presentes na vida, em ambientes profissionais, em escolas, em nossos bolsos, em nossas casas, em nossos automóveis.

A tendência é essa característica se intensificar ainda mais. Assim, muito se ouve falar que as estratégias didáticas devem favorecer o **desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes, ou seja**, o uso da lógica de programação para a resolução de um problema.

O Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. Tese (Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172208/001054290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 27 de jul. 2020.

Segundo a BNCC:

[...] pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 474.

O pensamento computacional caracteriza-se como uma estratégia para identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, mediante a utilização de etapas organizadas e sintetizadas em: decomposição do problema; capacidade de abstração; pensamento algorítmico e reconhecimento de padrões. Em alguns momentos, cada uma dessas etapas é explorada nesta obra. Elas podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- **Decomposição do problema:** Compreende análise de problema complexo, dividindo-o em partes menores e mais simples, o que possibilita aos estudantes visualizar os detalhes do problema.
- **Capacidade de abstração:** Foco, filtragem e classificação dos elementos mais relevantes para a resolução do problema.
- **Pensamento algorítmico:** Criação de uma sequência de passos, um plano, para a resolução do problema. Um conjunto de regras ou instruções claras e indispensáveis à resolução do problema.
- **Reconhecimento de padrões:** Com o objetivo de facilitar um trabalho, resolvendo-o de modo mais eficiente, a solução aplicada a um determinado problema pode ser replicada em outras situações.

Para o jovem viver em uma sociedade em constante mudança, em que se prepara para profissões que ainda nem existem, é uma necessidade urgente que ele entre em contato com conceitos que o auxiliem a atuar de modo mais integrado ao universo digital, considerando essa ágil evolução permanente.

Diante das tecnologia que têm impactado o mundo, ter conhecimentos de computação, distinguir o pensamento computacional e suas habilidades se tornou muito relevante, por isso a sua incorporação ao processo de ensino-aprendizagem, por seu potencial de organizar os procedimentos dos estudantes, enriquecer a prática docente e propiciar a eles uma atuação criativa e mais domínio do processo de construção do conhecimento.

## Orientações metodológicas

### A diversificação dos métodos e das estratégias de ensino

No Livro do estudante, diversas são as estratégias de ensino utilizadas para a condução dos assuntos, de maneira a expandir as oportunidades de aprendizado. Estratégias como levantamento de conhecimentos prévios, contextualização, problematização, atividades práticas e outras estratégias enriquecem as abordagens dos temas, dos conteúdos e do trabalho com as competências e habilidades. Além disso, são sugeridos acessos a sites, filmes, livros e visitas a espaços não formais de aprendizagem.

#### Levantamento de conhecimento prévio: mapear conhecimentos, habilidades, atitudes e valores

É recorrente a ideia de que aquilo que cada estudante já sabe é a estrutura que torna possível o saber mais. Portanto, um trabalho inicial do professor, ao abordar um novo tema, deve ser o mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas tratados, identificando alguns valores, certas competências e habilidades já em desenvolvimento ou não por eles, o que possibilita ao professor ter algumas noções sobre o modo como os estudantes se percebem e concebem o mundo, assim como suas ideias para o futuro.

Atualmente, é uma característica da prática dos professores considerar que os estudantes passam de um conhecimento mais simples a outro mais elaborado e assim iniciar a abordagem de um conteúdo identificando o que eles conhecem efetivamente sobre o que será tratado. Quem primeiramente observou a importância dessa prática foi o cientista suíço Jean Piaget (1896 – 1980). Este tema também ganhou a atenção do estadunidense psicólogo da educação, David Ausubel (1918-2008), para quem, a ideia-âncora do estudante, ou seja, aquilo que ele já sabe é a ponte para a construção de um novo conhecimento por meio da reconfiguração das estruturas mentais existentes ou elaboração de novas.

Ainda que a maioria dos professores já considere que produzir conhecimento é esse processo de sucessivas fases, algumas reflexões se fazem necessárias: mapear conhecimentos prévios dos estudantes precisa ser uma prática esclarecida, para de fato influenciar o aprendizado do estudante com aquilo que é levantado sobre o que cada um já sabe. Não raramente, professores realizam o mapeamento, sondam as ideias-âncora dos estudantes, contudo, o resultado deste mapeamento não influencia o planejamento do trabalho cotidiano. É necessária a intervenção na prática docente a partir do mapeamento realizado.

Outro ponto que requer reflexão é o modo por meio do qual são identificados os saberes dos estudantes. Para essa identificação é importante levá-los a desafios para que se vejam na necessidade de mobilizar o que possuem para resolvê-los. Muitas vezes, apenas conversar com os estudantes sobre o que já sabem não é suficiente.

Assim, é necessário, para a intervenção verdadeiramente eficaz na sua prática, que o professor considere que, os conhecimentos prévios podem também ser esse obstáculo. E ter a consciência desse obstáculo também é fundamental para o professor criar as condições para a aprendizagem, quem sabe usar o obstáculo como uma contribuição, para propor um processo de ensino e aprendizagem de acordo com seus estudantes.

Com base nestas premissas, o levantamento de conhecimento prévio se torna uma excelente oportunidade para mapear conhecimentos, habilidades, atitudes e valores dos estudantes, o que significa considerar heterogeneidade dos saberes, assim como níveis de interesse diversos, alguns com mais facilidade para determinados temas, ou dificuldades. Cada estudante é singular, e isso se revela em sua maneira de ser, de relacionar-se e aprender.

Esse é um dos grandes desafios da prática docente, ter clareza da diversidade dos estudantes em uma mesma turma e apresentar saídas para que se sintam integrados, seguros e com condição de realizar o trabalho proposto, com autonomia crescente.

Após o diagnóstico inicial, diante das necessidades individuais dos jovens, as estratégias educacionais podem ser ajustadas de várias maneiras, como por exemplo, no lugar de um registro escrito, pode se optar por outra prática de linguagem que leve o estudante a ampliar sua capacidade expressiva. Outra alternativa é explorar diferentes arranjos entre os estudantes, iniciando com trabalho coletivo, seguido de atividade individual, ou ao contrário, iniciando com trabalho individual seguido de atividade em duplas, trios ou grupos maiores. O momento individual serviria para reflexões e registros pessoais, para avaliar o que o estudante aprendeu, ou o que lhe falta aprender. Os grupos maiores possibilitariam o desenvolvimento de inúmeras competências determinadas pela BNCC.

É plausível o professor dosar ocasiões em que os estudantes organizam os próprios grupos de trabalho e aquelas em que ele intencionalmente determina tais grupos. Dessa forma, é possível reduzir práticas de segregação entre os estudantes, caso ocorram na sala de aula.

Outro procedimento que pode favorecer bons resultados é a composição de grupos misturando níveis distintos de conhecimento conceitual. Contudo, cabe ao professor observar como cada estudante se comporta nos grupos, visto que essa prática é benéfica desde que haja um diálogo de qualidade entre os componentes.

Com base no mapeamento e diagnóstico realizado, outras possibilidades estratégicas surgem ao professor: trabalhos com conceitos e conteúdos podem ser realizados com mais detalhamento e compassadamente ou com mais agilidade; sequências de atividades podem ser revistas; determinadas atividades podem ser eliminadas ou acrescidas, de acordo com cada estudante, seu nível de aprendizagem e desenvolvimento e seus contextos.

Nesta obra, as atividades de mapeamento são feitas por meio de levantamentos de conhecimentos prévios dos estudantes, principalmente nos inícios de unidades e temas. As atividades de mapeamento, no entanto, podem ser realizadas em outros momentos nos quais o professor sinta a necessidade, como nas atividades propostas, o que possibilita, por exemplo, avançar ou se demorar em um conteúdo respeitando o tempo de aprendizagem e as limitações dos estudantes, considerando os diferentes estágios no desenvolvimento de uma competência ou de uma habilidade de cada um deles. Esse aprendizado pode continuar por toda a vida.

## Contextualização

Uma pergunta que sempre reverbera: o que se requer para levar o jovem a aplicar os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos e comprometer-se com o seu letramento científico?

A ideia de contextualização do conhecimento escolar é tarefa fundamental para a atribuição de sentidos e significados a ele. Segundo a BNCC, a escola que acolhe as juventudes precisa se estruturar de maneira a garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.

Tal contextualização é uma tarefa imprescindível. Das operações mais simples às mais elaboradas, os estudantes devem ser instigados a aprender a contextualizar, superando a fragmentação de conteúdos. O estudante quando levado a contextualizar o conhecimento escolar confere mais significado a ele.

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais no que se refere à contextualização social, cultural, ambiental e histórica dos conhecimentos, o que favorece a apreensão deles e intervenção na realidade.

Contextualizar, enxergar aplicabilidade no que é tratado na escola, fomenta experiências significativas de exercício do protagonismo juvenil; traz naturalidade à articulação com as demais áreas do currículo, os interesses e as escolhas pessoais dos jovens; coopera para a aprendizagem conceitual mais efetiva. Isso leva, naturalmente, a uma ação consciente sobre a realidade.

Essa abordagem envolve um esforço para realizar transposições didáticas, contextualizar e humanizar a ciência escolar, para que mais facilmente e mais cedo se desperte o gosto pelo seu estudo.

O conhecimento contextualizado, derivado das situações vividas pelo educando, deixa de ser passivo. Para isso, a Ciência deve apoiar-se em currículos vinculados à realidade, ao mundo. Quanto mais articulação, flexibilidade e dinamismo no currículo, mais conexões existirão entre conceito científico e realidade, acelerando o letramento científico. Nesta obra, a contextualização está presente no início das unidades e dos temas, bem como em exemplificações do texto principal, em atividades e em seções.

## Problematização

Segundo a BNCC, a escola que acolhe as juventudes deve permitir aos estudantes construir projetos pessoais e coletivos apoiados em solidariedade, cooperação, sustentabilidade e outros elementos.

Nessa perspectiva, a resolução de problemas consiste em ferramenta que pode beneficiar esse caminho. Na metodologia de resolução de problemas, o estudante assume o papel de agente de construção dos próprios conhecimentos, pois estimula a capacidade de pensar sobre os problemas apresentados e os possíveis recursos que serão utilizadas para resolvê-los.

É muito importante criar um clima com os estudantes de verdadeiro desafio intelectual, e isso é mais facilmente alcançado se a situação de aprendizado for elaborada a partir de situações reais do cotidiano do estudante, o que possibilita que sejam efetivamente problemas significativos, condição para o processo de problematização.

A obra traz problematizações trabalhadas em grupos e, assim, permite que habilidades e competências relacionadas ao trabalho em equipe sejam desenvolvidas. Cada estudante, no primeiro momento, contribui com seus conhecimentos e experiências prévias e com os conhecimentos adquiridos, para cooperar com o grupo e solucionar o problema.

Nessa metodologia, o levantamento de dúvidas sobre a resolução do problema vai fazer com que os educandos mobilizem aspectos cognitivos específicos. O problema deve motivá-los a buscar o conhecimento, respaldados em conceitos científicos.

Para isso, várias atividades da obra são centradas no estudante, que assume um papel ativo e responsável pelo seu aprendizado, sendo motivado a buscar informações relevantes para o desenvolvimento das tarefas. Nessa perspectiva, os conhecimentos conceituais da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias constituem uma base que lhes permite investigar, analisar, discutir, compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

## Atividades práticas

Diante as inúmeras mudanças que a nova proposta de Ensino Médio traz para a escola, para os professores e para os estudantes, espera-se que sejam realizadas mais atividades práticas, nas quais o estudante deve ser protagonista da produção do conhecimento. Essas atividades têm como objetivos a observação, a demonstração e a manipulação de materiais de fácil acesso, de maneira a oferecer aos estudantes as mais diversas possibilidades de aproximações práticas dos temas investigados.

Ao ofertar propostas de atividades práticas, é possível ampliar o protagonismo do estudante, omitindo determinadas etapas, sejam de procedimentos ou mesmo de materiais, de maneira que eles possam se aproximar da vivência de metodologias científicas, da observação de fenômenos, do registro sistematizado de dados, da formulação e do teste de hipóteses e da inferência de conclusões, como ocorre nesta obra. Durante a prática, o professor pode solicitar aos estudantes que apresentem expectativas de resultados, expliquem aqueles obtidos na demonstração e os comparem aos esperados, sempre orientando discussões e levantando problemas.

Assim, atividade prática é muito mais que ilustrar a teoria, ela une a interpretação do sujeito aos fenômenos. Sua importância se revela no auxílio à compreensão de fatos e fenômenos explicados pelos conceitos. Por fim, atividades práticas podem contribuir para a superação de obstáculos da aprendizagem, visto que garantem um espaço de demonstração, reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, facilitando também a fixação de conteúdos. Importa dizer ainda que concomitantemente favorecem a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e o desenvolvimento de habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de materiais.

## Espaços não formais de aprendizagem

A educação é um processo que não acontece somente no espaço da escola e não se limita ao período em que o estudante permanece sob as atividades escolares, em formação. É necessário que as estratégias utilizadas com estudantes englobem a escola e a comunidade, discutindo propostas de expansão dos espaços educativos, tudo visando à melhoria da coletividade e do bem comum.

É necessário, diante disso, desenvolver ações em ambientes fora do espaço formal escolar, como centros culturais, museus, jardins botânicos, clubes de ciências, trabalhos de campo, entre outros espaços não formais de aprendizagem, presentes nesta obra no boxe *Espaços de aprendizagem*. E os estudantes devem reconhecer a existência desses diferentes tipos de espaços.

Isso fará com que percebam que existem outras bases de produção, circulação e transmissão de conhecimentos, que podem se entrecruzar com aquelas bases consideradas consagradas nos espaços formais de produção de saber. Assim, fazer uso de metodologias de ensino variadas, enfatizando a visita a espaços não formais de aprendizagem possibilita refletir sobre a importância de planejar atividades extraclasses. Muitas sensações despertadas em uma visitação a espaço não formal não poderiam surgir em um contexto de sala de aula.

## Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)

A preocupação com as transformações causadas na realidade pelas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) é manifestada na BNCC logo nas competências gerais para a Educação Básica.

Na atualidade, o funcionamento da sociedade e do mundo do trabalho são fortemente impactados pelas TDIC, que influenciam cada vez mais a dinâmica da vida das pessoas em ambientes profissionais, escolas, casas, automóveis. Outro ponto que requer o cuidado da escola e para o qual a BNCC chama a atenção é o fato de grande parte das informações produzidas pela humanidade estar armazenada digitalmente.

Assim, a escola deve garantir aos jovens oportunidades de aprendizagens para atuar nesse cenário, preparando-os para profissões que ainda não existem, para o uso de tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas ainda desconhecidos.

As TDIC, ao mesmo tempo, vão afetando muitas profissões e criando novos modelos de trabalho com base na internet. E esses impactos representam apenas uma situação embrionária do que os seres humanos vão experimentar nas próximas décadas, com o ritmo de mudanças cada vez mais veloz.

Se as TDIC são responsáveis por todo esse impacto, à escola que acolhe as juventudes cabe o papel de participar dessa realidade. Para auxiliar nesse propósito, a obra optou pela abordagem das TDIC em atividades que desafiam os estudantes a produzir novos gêneros digitais, além de envolvê-los em ações de seleção, validação, tratamento e organização de informação, responsabilizando-os pela curadoria e confiabilidade dela, e também pelo recorte e foco no que é essencial, sendo orientado sobre a abundância de informações nos ambientes digitais e a profusão de informações falsas.

A obra ainda apresenta atividades que despertam o interesse do estudante e sua identificação com o mundo digital e as TDIC, por meio de sugestões de pesquisas na internet, compartilhamentos em mídias sociais, desenvolvimento de trabalhos em softwares de apresentações de *slides* e outros.

Por fim, é importante refletir de acordo com a BNCC, que é preciso garantir às juventudes o direito de acesso às práticas dos letramentos valorizados, trazendo para o processo de ensino

e aprendizagem novos gêneros que surgem ou se transformam com as TDIC, como *post, meme, playlist* comentadas, e também:

[...] novas ações, procedimentos e atividades (curtir, comentar, redistribuir, compartilhar, taguear, seguir/ser seguido, remidiar, remixar, curar, colecionar/descolecionar, colaborar etc.) que supõem o desenvolvimento de outras habilidades.[...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 487.

## A abordagem da história da Ciência

A história da Ciência tem como prioridade o estudo de episódios fundamentais do trajeto do pensamento científico. E o trabalho escolar com a história da Ciência dá ao estudante subsídios para que ele tenha melhor entendimento sobre a construção da ciência e o trabalho do cientista.

A importância desse trabalho também está em realizar a contextualização histórica dos conhecimentos da área, fundamental para que a Ciência seja compreendida como construção humana e social e que sejam analisados os recursos intelectuais e práticos dos quais um cientista dispunha em dado contexto histórico.

Assim, é essencial refletir sobre a qualidade dessa contextualização histórica, ela não se restringe apenas à menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência. Essa contextualização histórica dos conhecimentos da área supera ainda a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas.

O trabalho com a história da Ciência enfatiza a relação do cientista com o seu tempo, e a Ciência não é uma atividade que pode ser ensinada isolada da sociedade e da cultura, pois o seu desenvolvimento está diretamente vinculado aos aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. A abordagem histórica nas aulas de Ciências da Natureza, presente em variados momentos nesta obra, coopera para a cultura do estudante e auxilia na resolução de problemas.

Sendo assim, a aprendizagem dos estudantes deve valorizar a aplicação dos conhecimentos em sua vida individual, em seus projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo deles no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde e outras. Competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio exploram situações-problema envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras.

O trabalho com a história da Ciência leva os estudantes a aprofundarem e ampliarem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. E quando há a aproximação com a natureza do trabalho científico há a melhor compreensão de como se constroem e se modificam os conhecimentos científicos.

O dinamismo da Ciência está presente em um percurso histórico, enquanto conquista humana, com caráter evolutivo, progressivo e não linear. Por isso, é importante que o estudante perceba a Ciência como construção humana e que seus principais processos, práticas e procedimentos investigativos são derivados de erros e acertos, que geram mudanças em conceitos e teorias.

## O planejamento das aulas

Com sua organização e planejamento, os docentes da área devem avançar no processo de implementação da BNCC, buscando promover a aprendizagem dos sujeitos na perspectiva da Educação Integral, o que requer um planejamento integrado e com propostas integradoras. Para o bom andamento de um trabalho que tem como objetivo principal o desenvolvimento de competências e habilidades, é necessário que os professores atuem de maneira colaborativa com seus pares.

Trabalhar coletivamente no planejamento promove a integração necessária entre as disciplinas. Conforme apregoado na BNCC, a organização do Ensino Médio por áreas não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas.

No trabalho colaborativo dos docentes com seus pares, ao compartilhar recursos e ações pedagógicas, eles transformam o planejamento em um diálogo investigativo que facilita a inovação, considerando que aprender é algo dinâmico.

Outro ponto relevante a destacar é a diversificação do planejamento, como a realização de atividades de forma coletiva, exposições do professor, exercícios individuais, entre outros. Esses itens, sem a pretensão de esgotar o tema, trazem uma visão geral dos professores atuais diante da tarefa de planejar as aulas.

É importante que um planejamento seja revisitado no decorrer no processo, e caso necessário sejam feitas correções de rota. Os professores devem ficar livres para realizarem ajustes, que podem tornar o trabalho viável e mais relevante para os estudantes e a realidade local. Nessa perspectiva, os professores podem intervir na obra, adaptar questões, eliminar determinadas atividades, acrescentar ou modificar atividades, sempre considerando interesses e necessidades dos jovens.

As avaliações, que permitem aferir o desenvolvimento dos estudantes, permitem também identificar as intervenções que são necessárias no planejamento inicial, para que se transforme em um planejamento mais adequado à turma e à escola.

Sendo o protagonismo juvenil um objetivo das práticas escolares, se o planejamento não é capaz de fazer os estudantes se engajarem, isso fornece indícios de que ele precisa ser ajustado, pois se falta o protagonismo, o estudante permanece um agente passivo em sua aprendizagem.

## Avaliação

Tradicionalmente, a avaliação valorizada por famílias e pela sociedade, e muitas vezes pelos próprios estudantes, é aquela que mede e quantifica o aprendizado. Por isso, é urgente que concepções mais atuais de avaliação circulem socialmente e estejam mais presentes, transformando a avaliação em um diálogo contínuo entre professor e estudante, para eliminar seu caráter punitivo e excluente, restrito à medição de resultados, e passar a avaliar o estudante de maneira formativa e continuada, além de possibilitar ao professor ter clareza do que funcionou ao longo do processo e daí que precisa ser ajustado.

Como seria se a avaliação não fosse algo anexado ao final do processo de ensino-aprendizagem, mas passasse a integrá-lo? Avaliação é ferramenta que o professor possui para diagnosticar, analisar, sistematizar e orientar suas ações pedagógicas.

Assim, sugere-se que a avaliação inicial no processo de ensino-aprendizagem

seja uma avaliação diagnóstica, para identificar evidências do que os estudantes sabem, trazer à tona conhecimentos prévios deles sobre o tema a ser estudado e quais são as formas de aprendizagem mais adequadas a eles, diante de suas singularidades e seus contextos.

Ao longo das atividades, é fundamental que ocorra avaliação formativa, que pode se dar por vários instrumentos: comentários, feedbacks individuais ou para pequenos grupos, ou ainda para a turma inteira, conversas informais, relatórios escritos com pontos positivos e pontos a melhorar, breves anotações escritas, roteiros de avaliação, rubricas, entre outros. A finalidade da avaliação formativa é contribuir com a trajetória de aprendizagem do estudante e também dilatar a visão do professor para perceber se são necessárias adaptações nas próximas etapas do trabalho.

É muito relevante que o processo de avaliação seja claro, e os estudantes sejam estimulados a refletir sobre o próprio comportamento e aprendizado. Assim, é essencial compartilhar com eles detalhes do processo avaliativo, considerando diferentes modalidades de avaliação, cada uma conectada a seu objetivo. E o professor, em seu papel de mediador, deve ter a avaliação como instrumento de construção de conhecimento compartilhado, não como um ato de controle, que tornaria a avaliação uma forma de seleção, exclusão e competição.

Enfatiza-se a importância de haver um canal de comunicação entre estudantes e professor, para que a avaliação, por meio de cada instrumento, contemple o desenvolvimento das competências e habilidades da BNCC.

A ação avaliativa também está presente no momento final de um processo, para recapitulação, o que caracteriza a avaliação somativa. Para o professor serve para verificação dos aprendizados consolidados e autoavaliação de seu próprio trabalho.

Os critérios da avaliação, seja formativa ou somativa, precisam ser apresentados e discutidos coletivamente com os estudantes, antes de sua aplicação, para que saibam como e sob quais aspectos serão avaliados. O resultado de toda avaliação deve ser devolvido ao estudante e revisado com ele, para perceber o ensino como um processo, o que implica rever os motivos dos erros a fim de avançar na aprendizagem.

Por exemplo, em caso de testes ou provas escritas, após a sua aplicação, é importante o professor explicar novamente aos estudantes quais foram seus critérios, reler as questões, discutir as respostas e retomar o trabalho realizado em sala de aula, para que a avaliação faça sentido.

Considerando o exposto, o processo de avaliação nesta obra está presente desde a abertura das unidades, permeando os temas e por meio da apresentação de textos e imagens e questionamentos que propiciam conversas, produções textuais, debates, seminários, apresentações digitais, rodas de conversa, relatórios, gravações de vídeos, entre outros.

# Referências bibliográficas comentadas

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

- Nesta obra, o autor trata do conhecimento como um produto significativo de um processo que envolve a interação entre ideias anteriores da estrutura dos conhecimentos do aprendiz para adquirir e reter outros conhecimentos.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

- Os autores tratam do papel e da amplitude da psicologia educacional, da aprendizagem significativa, da aquisição e do uso de conceitos, entre outras abordagens como fatores afetivos e sociais na aprendizagem.

BACICH, L; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

- O livro apresenta práticas pedagógicas que valorizam o protagonismo dos estudantes. Uma reunião de capítulos de autores brasileiros que analisam por que e para que usar metodologias ativas na educação.

BAUMAN, Z. **Identidade**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

- O autor aborda a importante e atual questão acerca da construção da identidade no contexto atual, em que a sociedade passa de uma identidade sólida para uma identidade líquida, que oscila na maior parte do tempo.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**.

Tese (Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172208/001054290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Nesta tese, o autor aborda o pensamento computacional, abordagem de ensino que usa técnicas oriundas da Ciência da Computação, que vem gerando um novo foco educacional, visto que computadores impactam em quase todos os aspectos de nossas vidas e as escolas precisam acompanhar esse caminho sem volta.

BRASIL. **Lei n. 13.415, de 2017**. Altera as Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei n. 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei n. 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Secretaria-Geral, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/civil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm](http://www.planalto.gov.br/civil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm). Acesso em: 18 set. 2020.

- Lei que institui a política de fomento à implementação de escolas de Ensino Médio em tempo Integral.

BRASIL. Ministério da Educação. **Aprendizagem significativa**: breve discussão acerca do conceito. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/191-aprendizagem-significativa-breve-discussao-acerca-do-conceito>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Nesta breve discussão sobre aprendizagem significativa, afirma-se que o conhecimento existente na estrutura de conhecimentos do sujeito permite dar significado a um novo conhecimento.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. 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 set. 2020.

- A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de implementação do Novo Ensino Médio**. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/#/guia>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Este guia tem o objetivo de auxiliar técnicos das redes de ensino e gestores escolares na efetivação das mudanças previstas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução n. 3, de 21 novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio. Brasília, DF, 21 nov. 2018. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnenm.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020

- Documento com as normas obrigatórias para este segmento da Educação Básica que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino.

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC**: Propostas de práticas de implementação. Brasília, DF, 2019. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia\\_pratico\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf). Acesso em: 8 set. 2020.

- Material que complementa a abordagem dos temas contemporâneos transversais presentes na BNCC, promovendo sua relevância para o desenvolvimento cidadão dos estudantes.

DAMON, W. **O que o jovem quer da vida?**: como pais e professores podem orientar e motivar os adolescentes. São Paulo: Summus, 2009.

- Nesta obra, o autor analisa por que tantos jovens não conseguem se dedicar a algo que traga realizações para si e para o coletivo e mostra o que pensam jovens bem-sucedidos.

DELL'ISOLA, R. L. P. Inferência na leitura. In: **GLOSSÁRIO Ceale**. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em: <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/inferencia-na-leitura>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Neste texto sobre leitura inferencial, afirma-se que o resultado da compreensão de um texto depende da qualidade das inferências geradas em sua leitura.

DIMENSTEIN, G. **O cidadão de papel**: a infância, a adolescência e os direitos humanos no Brasil. São Paulo: Ática, 2005.

- O livro tem o objetivo de levar para a sala de aula a discussão da cidadania em nosso país, de modo inovador e crítico.

FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões**: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

- A obra destaca necessidades de transformações na educação, além de ser uma discussão sobre as competências de que nossos estudantes precisam para prosperar no mundo atual e futuro.

KLEIMAN, A. **Leitura**: ensino e pesquisa. Campinas: Pontes, 2001.

- O livro busca reavaliar o que está proposto nas escolas na área de leitura e a coerência entre fundamentação teórica e ação prática.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

- Nesse livro, a aprendizagem significativa é apresentada como interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos: um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

OQUE é pensamento computacional? **Pensamento Computacional**. c2020. Disponível em: <http://www.computacional.com.br/#oqueeh>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Este artigo trata o tema pensamento computacional como uma abordagem feita nas mais diversas áreas do conhecimento para resolução de problemas utilizando os fundamentos da computação.

# Orientações específicas para este volume

As orientações específicas para este volume estão organizadas neste Manual do professor de maneira a facilitar seu trabalho. Elas são complementadas por seções que auxiliam o desenvolvimento dos conteúdos do Livro do estudante, possibilitando práticas de trabalho mais assertivas e dinâmicas, sempre norteadas pela BNCC. Além disso, são oferecidas oportunidades de aprofundamento para professores e estudantes.

Nessa proposta, as seções que compõem as orientações específicas para este volume são as apresentadas a seguir.

## UNIDADES

No início das orientações específicas para cada Unidade é apresentado um planejamento com sugestões da quantidade de aulas a serem dispensadas para cada tema. São apresentadas também sugestões de quais professores integrantes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias podem trabalhar preferencialmente cada tema e uma descrição de quais competências gerais, competências específicas e habilidades da BNCC são abordadas durante os temas, evidenciando propostas específicas da Unidade que favorecem esse trabalho com competências e habilidades.

## Temas

Nos temas estão as orientações didáticas que trazem comentários específicos sobre os assuntos trabalhados no texto principal do Livro do estudante. Para facilitar o acesso às informações, as orientações foram organizadas em títulos que apresentam o nome dos assuntos trabalhados no Livro do estudante. Os comentários podem ser complementados por textos citados, tabelas, gráficos, esquemas e imagens.

## #FICA A DICA, professor!

Esta seção apresenta sugestões de *sites*, livros, artigos, documentários e filmes, que oportunizam ao professor um aprofundamento sobre determinados assuntos, e complementam sua formação continuada.

## #FICA A DICA, estudante!

Seção na qual o professor pode indicar *sites*, livros, simuladores, filmes e documentários aos estudantes, entre outros materiais, que venham complementar os assuntos abordados no livro.

## Ampliando

Apresenta uma atividade extra, teórica ou prática, que pode ser realizada pelos estudantes como complemento ao conteúdo do livro-texto. No caso de atividades práticas, sugestões de materiais e procedimentos são apresentados para o preparo prévio do professor.

## Quadro de conteúdos, competências e habilidades neste Volume

Conteúdos, competências e habilidades neste Volume			
Unidade	Tema	Conteúdos	Competências e habilidades
Unidade 1 Fontes de energia	Tema 1	Fontes de energia não renováveis.	<b>Competências gerais:</b> 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT101, EM13CNT106, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT309, EM13CNT310
	Tema 2	Fontes de energia renováveis.	
	Tema 3	Matrizes energéticas e elétricas; investimento em fontes energéticas alternativas.	
	Tema 4	Geração e distribuição de energia elétrica.	
Unidade 2 Eletricidade	Tema 1	Carga elétrica; eletrização; força elétrica.	<b>Competências gerais:</b> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT207, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT307, EM13CNT308
	Tema 2	Campo elétrico; tensão elétrica.	
	Tema 3	Corrente elétrica; resistência elétrica; 1 <sup>a</sup> Lei de Ohm; potência elétrica.	
	Tema 4	Circuitos elétricos; associação de resistores: em série, em paralelo, mista; geradores e receptores elétricos.	
	Tema 5	Equipamentos elétricos; consumo de energia elétrica; cuidados para evitar acidentes com eletricidade.	
Unidade 3 Eletroquímica e bioeletricidade	Tema 1	Oxidação, redução e corrosão.	<b>Competências gerais:</b> 1, 2, 5, 7, 8, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT101, EM13CNT104, EM13CNT107, EM13CNT202, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT307, EM13CNT308
	Tema 2	Pilhas.	
	Tema 3	Eletrólise.	
	Tema 4	Eletricidade no corpo humano; transmissão de impulsos nervosos.	
Unidade 4 Eletromagnetismo	Tema 1	Campo magnético de ímãs e de correntes (fio reto, espira circular, solenoide); campo magnético terrestre.	<b>Competências gerais:</b> 1, 2, 4, 5 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT307, EM13CNT308, EM13CNT309
	Tema 2	Força magnética sobre cargas em movimento e sobre fio reto percorrido por corrente elétrica.	
	Tema 3	Indução eletromagnética; fluxo magnético; corrente elétrica induzida.	

## Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

### Objetivos da Unidade 1:

- Analisar diferentes formas e fontes de energias renováveis e não renováveis utilizadas no mundo.
- Diferenciar e identificar fontes de energia renováveis e não renováveis.
- Relacionar as matrizes energéticas e elétricas do mundo às características geográficas, às condições ambientais, à necessidade energética e aos recursos financeiros de cada país, com destaque para o Brasil.
- Identificar a importância de investimentos em fontes alternativas de energia.
- Analisar as demandas por geração, transporte e distribuição de energia elétrica.

### Objetivos da Unidade 2:

- Identificar as características da eletricidade e investigar fenômenos de eletrização.
- Analisar circuitos elétricos e investigar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos.
- Prever o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, avaliando o consumo de energia elétrica e sua relação com o ambiente, e propor ações que visem à sustentabilidade.

### Objetivos da Unidade 3:

- Identificar fenômenos de oxirredução e eletrólise.
- Reconhecer a relação entre as reações químicas e os fenômenos de produção elétrica em pilhas e baterias.
- Interpretar e prever fenômenos naturais e resultados de atividades práticas.
- Analisar a produção de energia no corpo humano.

## Objetivo da Unidade 4:

- Identificar a presença do magnetismo na Terra e investigar as relações entre magnetismo e eletricidade.

## Justificativa da pertinência dos objetivos

A energia elétrica tem grande importância na vida das pessoas, sendo fundamental até mesmo para o funcionamento do nosso corpo.

Houve uma época em que essa energia era de difícil acesso, mas, atualmente, a energia elétrica é uma das principais formas de energia do mundo. Grande parte das fontes de energia presentes no mundo é utilizada para gerar eletricidade, que faz funcionar a maioria dos equipamentos presentes em nossas casas e os aparelhos eletrônicos a que temos acesso em nosso cotidiano. Estas e outras importâncias e relações serão abordadas neste volume.

Na **Unidade 1** analisaremos as diferentes formas e fontes de energia renováveis e não renováveis utilizadas no mundo, assim como as matrizes energética e elétrica, com destaque para o Brasil. Também estabeleceremos relações entre estas matrizes e as fontes de energia, analisando as características geográficas e presentes disponíveis nos países. Debateremos questões sobre a dependência do mundo em relação às fontes de energia não renováveis e os impactos disso ao ambiente e à sociedade. E, por fim, analisaremos as demandas de geração, transporte e distribuição de energia elétrica. Na **Unidade 2** o estudo se foca na eletricidade, suas características, e na investigação e análise de circuitos elétricos e o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos. Também nesta Unidade realizaremos previsões sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes. Por fim, avaliaremos o consumo de energia elétrica e sua relação com o ambiente, e proporemos ações que visem à sustentabilidade. Na **Unidade 3**, analisaremos a relação entre a química e os fenômenos de produção elétrica em pilhas e baterias, bem como investigaremos a produção de energia no corpo humano. Por fim, na **Unidade 4** analisaremos a presença do magnetismo na Terra, e investigaremos as relações entre o magnetismo e a eletricidade.



## Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Fontes de energia não renováveis): 5 aulas;
- Tema 2 (Fontes de energia renováveis): 5 aulas;
- Tema 3 (Matrizes energéticas e elétricas): 6 aulas;
- Tema 4 (Geração e distribuição de energia elétrica): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

## A BNCC nesta Unidade

**Competências gerais da BNCC:** 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1 e 3

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT106, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT309, EM13CNT310

Esta Unidade propicia o estudo de questões relacionadas às demandas energéticas e elétricas mundiais e brasileiras. Destacam-se as fontes de energia renováveis e não renováveis que são amplamente utilizadas ao redor do planeta, sobretudo as que compõem as matrizes energética e elétrica do mundo e do Brasil. São analisados diversos fatores relacionados ao uso dessas fontes, considerando questões econômicas, sociais e ambientais. Também são proporcionadas discussões sobre a dependência do mundo em relação às fontes de energia não renováveis, reiterando a importância do uso de outras fontes, sobretudo as menos poluentes. Por fim, é apresentado como se dá a geração e a transmissão de energia elétrica.

Ao proporcionar o estudo de processos tecnológicos, no caso, relacionados ao setor elétrico, baseando-se nas interações entre matéria e energia, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Essa competência também é desenvolvida quando se discutem estratégias e ações que podem ser adotadas pelos países de modo que os impactos socioambientais decorrentes do setor elétrico sejam minimizados, bem como ações que aperfeiçoem os processos produtivos que possibilitem o uso mais eficiente de fontes de energia renováveis. Além disso, ao longo da Unidade são proporcionados momentos de investigações de situações-problema que possam estar presentes no cotidiano dos estudantes, de modo que possam propor soluções a elas e as comunicar à comunidade escolar utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, inclusive com utilização de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação. Deste modo, a Unidade também permite o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** inicia a abordagem das fontes energéticas. Neste caso, são apresentadas as fontes energéticas não renováveis, como os combustíveis fósseis e os materiais radioativos. Conforme as fontes são mostradas, destacam-se seus principais usos na sociedade e os impactos socioambientais que podem provocar. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**, com a possibilidade de realização de um trabalho integrado com o(a) **docente de Biologia** durante a abordagem dos impactos ambientais das fontes não renováveis.

O conhecimento dos impactos socioambientais provocados pelo uso das fontes de energia não renováveis permite a mobilização da habilidade **EM13CNT309**. Essa habilidade pode ser mobilizada nas atividades **1** e **2** da seção **Atividades** deste tema, pois são analisadas questões relacionadas à dependência mundial em relação aos combustíveis fósseis, sobretudo o esgotamento desses recursos. Também é proporcionada uma discussão sobre o investimento em fontes energéticas alternativas, com o uso de novas tecnologias e de novos materiais, considerando o cenário analisado.

Além disso, na atividade **1**, ainda é possível desenvolver a **competência geral 4**, pois os estudantes vão utilizar conhecimentos das linguagens matemática e científica para a resolução de questões e para partilhar as informações e ideias de modo a produzir entendimento mútuo.

O **Tema 2** continua a abordagem das fontes energéticas, destacando as fontes energéticas renováveis. No caso, são apresentadas as seguintes fontes: água, Sol, vento, biomassa e temperatura interna da Terra. Assim como feito anteriormente, destacam-se seus principais usos na sociedade e impactos socioambientais que podem provocar. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Para aprofundar o estudo dos biocombustíveis, peça aos estudantes que acessem um infográfico interativo disponibilizado na internet. Proporciona-se, assim, o desenvolvimento da **competência geral 5**, pois eles vão utilizar tecnologias digitais de informação para a produção e comunicação de conhecimentos.

Na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, é possível promover uma discussão do papel do engenheiro elétrico, responsável por administrar os sistemas de geração e distribuição de energia elétrica em residências, estabelecimentos comerciais e industriais, por exemplo. A discussão sobre a atuação profissional e o mundo do trabalho faz parte do projeto de vida dos estudantes, possibilitando o desenvolvimento da **competência geral 6**. Nesta mesma atividade, ao solicitar a eles que se coloquem no lugar de um engenheiro elétrico para propor soluções às situações-problema do cotidiano, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes terão de interpretar dados para avaliar e justificar conclusões para o enfrentamento de uma situação-problema.

O **Tema 3** apresenta as matrizes energéticas e elétricas mundiais e brasileiras, promovendo discussões sobre as fontes que as compõem, relacionando-as às características ambientais dos países e à disponibilidade de tecnologias e de recursos financeiros para que sejam exploradas. Aproveita-se o assunto para enfatizar a dependência mundial em relação às fontes de energia não renováveis, sobretudo aos combustíveis fósseis, de modo geral. O tema é finalizado considerando alternativas energéticas em estudo quanto a seu potencial para se tornarem representativas das matrizes energéticas e/ou elétricas dos países. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Os assuntos deste tema possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT309**, já que os estudantes devem analisar questões socioambientais, políticas e econômicas que permitem a discussão sobre a dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis, amplamente utilizados, além de discutirem sobre alternativas tecnológicas para a geração de energia. É possível mobilizar a habilidade **EM13CNT106**, pois eles vão avaliar questões associadas às fontes de energia

adotadas pelos países para a geração elétrica, como disponibilidade dos recursos e suas características geográficas e ambientais, associando-as às demandas de geração de energia elétrica.

Também é possível que os estudantes desenvolvam uma consciência ambiental com relação ao setor energético e elétrico, de modo que possam construir argumentos, baseados em informações confiáveis, sobre o uso das fontes de energia, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 7**.

Na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT309**, sobre a análise de questões socioambientais, políticas e econômicas relativas aos recursos não renováveis, visando discutir alternativas e novas tecnologias energéticas. Além disso, possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT303** ao solicitar a interpretação de um texto de divulgação científica, considerando dados apresentados por meio de uma tabela para que os estudantes possam construir argumentos consistentes visando ao estabelecimento de conclusões coerentes.

Na atividade **2** é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT106**, sobre a avaliação da geração de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, as características ambientais de determinada localidade e a eficiência energética das fontes de energia. Além disso, os estudantes deverão avaliar a produção de resíduos e os impactos ambientais associados a ela. A atividade também contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2** ao solicitar que os estudantes façam a investigação de situações-problema e proponham soluções fundamentadas na análise das informações fornecidas, recorrendo à abordagem própria das Ciências.

O **Tema 4** aborda a geração e a distribuição de energia elétrica. No caso, apresenta-se o funcionamento de diversos tipos de usinas elétricas, como as hidrelétricas, termelétricas, termonucleares, eólicas, solares, geotérmicas e oceânicas. Além disso, são destacados os componentes de uma rede de transmissão, responsável por levar a energia elétrica produzida em usinas até o consumidor final. Sugere-se que este tema seja abordado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**, possibilitando um trabalho integrado com o(a) **docente de Biologia**, que pode fomentar discussões sobre os impactos socioambientais associados à construção e ao funcionamento de usinas elétricas.

Os assuntos desse tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT101** ao possibilitarem a representação e a análise das transformações de energia em processos produtivos, envolvendo situações que busquem o desenvolvimento sustentável, como é feito, por exemplo, no estudo das usinas oceânicas e geotérmicas.

Ao requisitar a avaliação dos estudantes de possíveis soluções para a geração, transporte e distribuição de energia elétrica, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT106**. Além disso, a requisição para que investiguem e avaliem a infraestrutura dos serviços básicos associados à rede elétrica torna possível a mobilização da habilidade **EM13CNT310**. Essas habilidades são solicitadas na atividade **2** da seção **Atividades**, quando os estudantes se envolvem com a reflexão e a análise de situações-problema e são motivados a propor soluções, desenvolvendo a **competência geral 2**. As soluções propostas para a universalização do acesso à energia elétrica representam uma ação coletiva e individual responsável, com base em princípios democráticos e inclusivos, conforme previsto na **competência geral 10**.

Na atividade **3**, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT106**, pois os estudantes deverão avaliar possíveis soluções para as demandas de energia elétrica, considerando sua disponibilidade de geração e sua distribuição.

Na atividade **4**, é requerida a avaliação de riscos envolvidos em situações pertencentes ao mundo do trabalho, sobretudo aos trabalhadores responsáveis pela manutenção da rede elétrica, justificando a importância do uso de equipamentos de segurança. A realização desta atividade mobiliza a habilidade **EM13CNT306**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisitar os conteúdos abordados ao longo dos temas. A atividade **1** possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT303**, pois requer a interpretação de textos científicos relativos às temáticas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, considerando a apresentação de dados por meio de gráficos. Além disso, essa atividade pode mobilizar a habilidade **EM13CNT309**, ao requisitar a análise da dependência mundial de recursos não renováveis, considerando questões econômicas, sociais e ambientais.

As atividades **2** e **3** possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT106**, pois os estudantes são requisitados a fazer uma análise das demandas por energia elétrica associadas à sua geração, considerando a disponibilidade de fontes de energia no país e a eficiência de fontes energéticas.

Na seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, apresentam-se aspectos relativos à matriz energética e aos transportes. Na atividade **1** desta seção, os estudantes deverão discutir esse assunto, expondo suas opiniões e pontos de vista. As discussões permitem que sejam exercidos o diálogo, a empatia e a cooperação, além do respeito ao outro. Portanto, é possível o desenvolvimento da **competência geral 9**. Outra possibilidade é o desenvolvimento da **competência geral 7**, relacionada à defesa de pontos de vista com base na construção de argumentos consistentes, apoiados em fatos, dados e informações confiáveis. Além disso, a análise de questões relativas à dependência mundial de fontes de energia não renováveis, utilizando como contexto o setor de transportes, permite a mobilização da habilidade **EM13CNT309**.

Na atividade **2**, os estudantes deverão ilustrar, por meio de tecnologias digitais, um modelo de carro movido a hidrogênio ou a energia solar. A realização desta atividade possibilita o desenvolvimento da **competência geral 4**, relacionada ao uso de linguagem artística e científica para compartilhar ideias e informações, além da **competência geral 5**, relacionada ao uso de tecnologias digitais.

## Tema 1 • Fontes de energia não renováveis

Este tema aborda as fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) e os minerais radioativos (urânio). Para averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes e planejar o andamento das aulas, sugerimos alguns questionamentos:

- “O que são fontes de energia não renováveis?”. Espera-se que a maioria dos estudantes reconheça que elas têm essa classificação porque sua reposição não pode ser realizada conforme são usadas, tendendo ao esgotamento. O petróleo, por exemplo, demora milhões de anos para ser produzido. Sendo assim, não é possível reabastecer os estoques de petróleo enquanto os seus produtos são consumidos em uma velocidade muito maior.
- “Por que é importante utilizar as fontes de energia de modo consciente, avaliando os impactos socioambientais produzidos?”. É possível que os estudantes citem alguns efeitos de fontes de energia poluidoras do ambiente, como as mudanças climáticas (decorrentes da intensificação do efeito estufa), a chuva ácida, entre outros. Ressalte que esses efeitos podem devastar os ecossistemas e ameaçar a biodiversidade.

Na abertura deste tema há uma imagem que apresenta fontes de energia indicadas em diferentes placas. Analise a imagem com os estudantes e peça a eles que respondam aos questionamentos orais. Oriente-os a conversar sobre suas respostas e a elaborar critérios para a classificação das placas em dois grupos, conforme solicitado pelas questões orais. Os critérios indicados podem ser registrados no quadro para ampliar a discussão para toda a turma.

## » Combustíveis fósseis

Pergunte aos estudantes se eles conhecem combustíveis que não sejam originados de fósseis. São exemplos a lenha e o carvão vegetal.

Faça a leitura da figura com os estudantes, perguntando-lhes o que entendem sobre o processo descrito. É possível que eles compreendam que as rochas sedimentares são originadas da deposição de resíduos minerais em camadas, formando uma textura específica que lembra estriadas. Assim, a matéria orgânica depositada passa por transformações químicas, em um longo processo de decomposição. Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o texto indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**

A matéria orgânica forma uma rocha com aspecto escuro e pode ser utilizada para produzir energia em indústrias termelétricas. Logo, o calor (energia térmica) produzido pela queima do carvão provoca a vaporização da água, que passa por uma tubulação específica. O vapor, então, promove o movimento de turbinas (energia mecânica), que acionam os geradores, produzindo energia elétrica. O funcionamento das termelétricas é explorado no **Tema 4** desta Unidade.

Explique aos estudantes que a formação de petróleo e gás depende de uma série de reações químicas de oxidorredução. Dessa forma, os materiais orgânicos são decompostos em hidrocarbonetos que contêm poucas saturações e baixo peso molecular.

Os hidrocarbonetos do petróleo são compostos apolares e de baixa densidade, coletados em plataformas marítimas ou poços de coleta. Nas refinarias é realizada a purificação da mistura de compostos químicos, podendo ser possível a fabricação de *diesel* e gasolina, entre outros produtos.

Para que os estudantes aprimorem a compreensão desse tema, pode-se realizar um trabalho com o(a) docente de Geografia ou História para reforçar a importância do petróleo e de seus derivados para o desenvolvimento industrial. Conflitos armados relacionados com a disputa por essa matéria-prima ocorreram em diferentes períodos e países.

Ao tratar de eficiência energética dos combustíveis, mencione que a maior eficiência energética consiste na geração de energia com o menor consumo de recursos naturais. Se desejar, indique aos estudantes a leitura sugerida na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

Comente que a emissão de gases de efeito estufa contribui para as mudanças climáticas. Além disso, gases poluentes, de modo geral, provocam o aumento da poluição atmosférica e a acidificação dos oceanos devido à precipitação ácida sobre eles. A acidificação dos oceanos pode causar o branqueamento de corais e a morte de diversos seres vivos associados a eles. Caso queira que os estudantes aprofundem seus estudos sobre os impactos provocados pela emissão de gases estufa, sobretudo de gás carbônico, indique a eles o documentário da seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

## » Minerais radioativos

Se desejar, mencione aos estudantes que a radiação foi descoberta pela cientista Marie Curie, vencedora de dois prêmios Nobel: o de Física, em 1903, e o Química, em 1911. A geração de energia elétrica em usinas nucleares, a inovação de terapias médicas por meio do uso de isótopos radioativos e a abertura de novas frentes de pesquisas científicas são alguns dos avanços tecnológicos relacionados com os estudos sobre radiação.

Nas usinas termonucleares, o urânio (energia nuclear) passa por reações que liberam calor (energia térmica). O calor produzido provoca a vaporização de água, que passa por uma tubulação específica. O vapor, então, promove o movimento de turbinas (energia mecânica), que acionam os geradores elétricos, produzindo energia elétrica. Se desejar, apresente essas

informações aos estudantes. Contudo, elas serão detalhadas no **Tema 4**, juntamente ao funcionamento de usinas termonucleares.

Um dos problemas da geração de energia elétrica a partir da radiação é o acúmulo de pastilhas de urânio, que são armazenadas em piscinas de resfriamento. Ainda não há um consenso sobre a destinação dessas pastilhas após a lotação das piscinas de resfriamento. Os rejeitos são classificados de acordo com o grau de radiação térmica emitida. Eles são mantidos em tanques de armazenamento, que podem ser concretados ou revestidos por resinas plásticas; em depósitos geológicos; ou podem ser reaproveitados por meio de uma reação com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

## #FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre eficiência energética, acesse o *link* a seguir. BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Eficiência energética**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 8 set. 2020.
- Para saber mais sobre os impactos decorrentes da emissão de gases estufa, sobretudo de gás carbônico, recomenda-se o documentário: UMA verdade inconveniente. Direção: Davis Guggenheim. EUA: Lawrence Bender Productions, 2006. Vídeo (100 min).

## #FICA A DICA, Professor!

- Caso queira obter mais informações sobre a produção de carvão mineral, acesse o documento sobre carvão mineral disponibilizado no *link* abaixo.  
BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Parte III: Fontes não renováveis. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf). Acesso em: 8 set. 2020.

## Tema 2 • Fontes de energia renováveis

Este tema aborda as fontes de energia renováveis, como água, Sol, vento, biomassa e temperatura interna da Terra. A fim de analisar os conhecimentos prévios e espontâneos dos estudantes, é possível fazer questões de diagnóstico, como a sugerida a seguir:

- “Os ventos são uma fonte de energia renovável? Por quê?”. Provavelmente, a maioria dos estudantes reconhece os ventos como fonte de energia renovável, pois sua taxa de consumo é inferior à sua reposição no ambiente. É possível que alguns discordem dos colegas de classe. Considere também seus argumentos e, se julgar oportuno, proponha um debate entre os que concordam com a classificação dessa fonte de energia e os que discordam dela. Espera-se que, ao final do debate, todos cheguem a um consenso sobre o vento ser uma fonte renovável de energia.

A abertura deste tema apresenta a lâmpada de Moser. Sua criação possibilitou a utilização de uma lâmpada a partir da energia solar refletida em uma garrafa PET. A reflexão da luz na garrafa permite a iluminação de ambientes fechados durante o dia, podendo ser usada para economizar energia elétrica, ou de locais sem abastecimento elétrico. Essa lâmpada representa a aplicação de conhecimentos científicos na solução de problemas cotidianos, proporcionando a melhoria da coletividade e do bem comum. Desta forma, trabalha o tema contemporâneo relacionado à cidadania.

## » Água

Se desejar, explique aos estudantes que a energia hídrica consiste em energia potencial de um volume de água. Comente que a expressão energia hidrelétrica pode ser utilizada para se referir à energia hídrica usada em hidrelétricas para a geração de energia elétrica.

A água é inesgotável, pois faz parte de um ciclo biogeoquímico na natureza. No caso, a água perpassa por diferentes reservatórios (corpos d'água, solo, seres vivos, atmosfera etc.), assumindo diferentes estados físicos. Contudo, é importante ressaltar que a escassez de água, amplamente mencionada na mídia, refere-se à água potável, própria ao consumo humano. Por isso, é importante repensarmos nosso consumo diário, de modo a contribuir para a economia e o uso sustentável desse recurso. Ao propor essa discussão, é possível incentivar os estudantes a agir com responsabilidade, baseando-se em princípios sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 10**.

Embora não emita gases poluentes, comente com os estudantes que as barragens também provocam impactos ambientais, pois o represamento necessita de enormes áreas alagadas. Essa construção altera a dinâmica dos rios, sendo responsável pela morte de animais e plantas do ecossistema aquático. Para que eles compreendam os efeitos ambientais decorrentes da construção de uma usina hidrelétrica, é possível realizar um trabalho de pesquisa sobre a usina de Belo Monte (PA), inaugurada em 2019. Ela levou oito anos para ser construída e é considerada a quarta maior usina hidrelétrica do mundo.

## » Sol

Neste momento, é possível retomar a abertura do tema, que apresenta as lâmpadas de Moser. Destaque que, apesar das limitações relacionadas ao uso da energia solar como fonte de energia para o funcionamento dessas lâmpadas (principalmente por causa da dependência das condições climáticas), elas representam uma opção de baixo custo, fácil acesso e são menos poluentes se comparadas às lâmpadas que funcionam à base de energia elétrica (que, em muitos países, são dependentes da geração de energia elétrica oriunda de fontes poluentes, como os combustíveis fósseis).

## » Vento

Ao trabalhar a energia eólica, explique que os ventos se formam por variações de temperatura e pressão das camadas de ar; podem ser ascendentes, descendentes ou verticais, quando a camada de ar quente tende a subir pelo maior estado energético. As correntes dos ventos dependem da topografia da região, ou seja, da formação de morros, montanhas ou vales de uma localidade. Sendo assim, o local escolhido para implantar os aerogeradores é um importante ponto a ser considerado na produção de energia elétrica. Para explicar a formação dos ventos, é possível solicitar o auxílio do(a) docente de Geografia, permitindo uma abordagem mais integrada dos temas. O propósito do tema não é explicar a formação do vento, mas apresentar o potencial da energia eólica como fonte de energia.

Sugerimos uma leitura sobre a energia eólica na seção **#FICA A DICA, Professor!**, caso queira se aprofundar no assunto.

## » Biomassa

A biomassa pode ser utilizada para reduzir os custos da produção em processos industriais. A matéria orgânica que seria descartada passa a ser vista como potencial energético na formação de biogás

ou na geração de energia em termelétricas, além de poder ser usada na produção de *biodiesel*. Atualmente, esses materiais, que eram descartados no ambiente, são considerados produtos de valor.

Oriente os estudantes a acessar o infográfico indicado no boxe **Espaços de aprendizagem**. Esta é uma oportunidade para que aprofundem seus estudos por meio de tecnologias digitais.

### » **Temperatura interna da Terra**

Comente com os estudantes que essa fonte energética ainda é pouco explorada pelos países ao redor do mundo. Isso se deve, principalmente, à limitação dos locais em que as usinas geotérmicas podem operar, além dos elevados custos operacionais.

### **#FICA A DICA, Professor!**

- Caso queira obter mais informações sobre a energia eólica, acesse este texto do Portal Energia. REIS, P. Energia eólica. **Portal Energia**, 10 fev. 2019. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/energia-eolica/>. Acesso em: 8 set. 2020.

### **Ampliando**

Nesta seção, sugere-se a produção de materiais de divulgação das práticas sustentáveis. Desse modo, os estudantes devem organizar grupos para discutir e avaliar ações individuais ou coletivas que propiciem o desenvolvimento de políticas públicas sustentáveis relacionadas à energia. Os grupos deverão levantar informações confiáveis para propor o uso de energia sustentável, como as citadas no **Livro do Estudante**.

As fontes renováveis podem ser comparadas com as não renováveis, destacando o potencial de geração de energia elétrica, a emissão de gases poluentes, investimentos necessários para sua construção e os impactos ambientais causados tanto na construção quanto na geração de energia. Em seguida, eles podem organizar materiais de divulgação da energia renovável, sendo possível criar uma página na internet, canal de vídeos, artigo ou texto escrito e até memes.

Caso opte por fazer essa atividade, será uma oportunidade para se trabalhar a educação ambiental.

## **Tema 3 • Matrizes energéticas e elétricas**

Neste tema são analisados os seguintes tópicos: utilização das fontes de energia no mundo, matriz energética, matriz elétrica e investimento em fontes energéticas alternativas. Para que as aulas possam ser planejadas de modo eficiente, bem como sejam analisados os conhecimentos prévios dos estudantes, sugerimos algumas perguntas:

- “Quais são as fontes de energia mais utilizadas no Brasil?”. Os estudantes podem mencionar os combustíveis fósseis e a água, por exemplo. Explique a eles que o uso de fontes de energia não é realizado apenas para gerar energia elétrica. Em alguns casos, a fonte de energia é usada para abastecer veículos, para participar de processos industriais, entre outros.
- Na sequência, pode-se perguntar: “Quais são as características do nosso país que possibilitam a grande utilização dessas fontes energéticas?”. É importante que eles relacionem a presença do recurso em terras brasileiras ou a possibilidade de comprá-lo, no caso de recursos que podem ser transportados e vendidos, como os combustíveis fósseis.

Na abertura do tema é apresentado um breve histórico sobre as mudanças proporcionadas ao modo de vida da sociedade e à matriz energética mundial em decorrência do advento da energia elétrica. Comente que o óleo das baleias era utilizado para acender lampiões até o final do século XIX, pois não havia a geração de energia elétrica em escala industrial. Contudo, após seu advento, houve a substituição do óleo por combustíveis fósseis para a geração, principalmente, de energia elétrica.

Em relação à caça às baleias, comente que, em 1946, foi instaurada a Comissão Baleeira Internacional (CBI). A partir de 1986, a CBI empenhou-se em proibir a caça às baleias em todo o mundo. Embora a maior parte dos países tenha concordado, a pesca predatória ainda é realizada, por exemplo, no Japão, que havia proibido a caça e voltou a permiti-la em 2018. As baleias estão ameaçadas de extinção e a proibição de sua caça é importante para preservá-las. Se quiser obter mais informações sobre o assunto, leia a reportagem sugerida na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

A continuidade do texto fornece exemplos de tipos de energia usados pelos países. Comente que o desenvolvimento tecnológico e científico proporciona a melhoria das condições de vida da sociedade. Esse tema pode ser usado para trabalhar a historicidade da ciência, analisando as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

### » Utilização das fontes de energia no mundo

Ressalte aos estudantes que a energia solar depende da localidade e do clima da região para ser aproveitada de modo satisfatório. Antes de instalar uma usina solar são feitas medições de insolação para se ter uma ideia do potencial energético que será gerado. São fatores importantes: a média anual de insolação solar diária em horas e a da radiação solar global diária. Nesse caso, na região Nordeste, os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba apresentam números muito promissores para a geração de energia. Outras regiões também apresentam dados interessantes e poderiam gerar energia elétrica a partir da energia solar.

Para mais informações sobre a energia solar, sugere-se a leitura indicada na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### » Matriz energética

Professor(a), para a introdução das matrizes energéticas, faça perguntas para averiguar o conhecimento prévio dos estudantes, por exemplo:

- “Quais atividades do cotidiano necessitam de energia?”. É possível que eles citem o movimento dos veículos, o uso de equipamentos eletrodomésticos, entre outros. A análise de cada objeto pode ser feita com base no tipo de energia utilizada por ele. As citações dos estudantes podem ser anotadas no quadro para que, posteriormente, sejam classificadas as atividades ou equipamentos que demandam uso de energia e de qual tipo. Explique a eles que a maior parte das ações do dia a dia requerem energia elétrica, mas a matriz energética se refere a todas as fontes de energia utilizadas na sociedade, incluindo a geração de energia elétrica.

Peça aos estudantes que observem os gráficos e identifiquem as fontes de energia usadas no processo de combustão e, portanto, que emitem gases poluentes na atmosfera. É possível que eles reconheçam que o consumo de gás natural, carvão mineral e derivados do petróleo depende de processos de combustão. A utilização de biomassa para gerar energia também é feita por meio de processos de combustão. Ressalte, porém, que sua combustão emite menos gases poluentes que os demais processos. A realização dessa atividade estimula os es-

tudantes a relacionar geração de energia e ambiente. A partir da interpretação dos gráficos, eles podem tirar conclusões sobre os recursos naturais utilizados para a obtenção de energia no mundo e no Brasil, relacionando-os com impactos ambientais.

### » **Matriz elétrica**

No boxe **Saiba mais** é trabalhada a importância da Revolução Industrial para o desenvolvimento de bens de consumo que geraram impactos nas relações humanas. Caso julgue necessário, pode ser feito um trabalho de pesquisa com as disciplinas de História e Geografia sobre os impactos da Revolução Industrial na sociedade.

Converse com os estudantes sobre o gráfico representativo da matriz elétrica mundial e, em seguida, peça a eles que a comparem com a matriz energética brasileira. É possível notar que o consumo de carvão mineral é bastante utilizado para geração de energia elétrica em ambos os casos. Destaque os impactos ambientais associados à emissão de gases poluentes pela combustão do carvão mineral, como a formação da chuva ácida e as mudanças climáticas. Desta forma, pode-se mobilizar a habilidade **EM13CNT309**.

Com relação à matriz energética brasileira, comente com eles que, de modo bastante diverso do que ocorre no mundo, o Brasil assumiu a energia hídrica como principal fonte de energia elétrica. Reforçam essa preferência as construções das usinas de Itaipu, Jirau e Belo Monte. É possível que os estudantes tenham uma visão equivocada sobre as usinas hidrelétricas. Ressalte que elas também provocam impactos no ambiente, os quais não decorrem da emissão de gases poluentes, mas da enorme área represada para geração de energia potencial. O alagamento provoca impactos na dinâmica hídrica e pode levar algumas espécies à morte, além de deslocar populações ribeirinhas.

O investimento em energia hídrica deve-se ao fato de o Brasil ser rico em bacias hidrográficas.

### **#FICA A DICA, Professor!**

- Para mais informações sobre a caça às baleias, acesse o *link* da reportagem a seguir. Por que o Japão decidiu voltar a caçar baleias apesar de proibição internacional. **BBC Brasil**, 25 dez. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-46651862>. Acesso em: 8 set. 2020.
- Caso queira saber mais sobre a energia solar, leia este documento. **BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Energia solar**. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em: 8 set. 2020.

## **Tema 4 • Geração e distribuição de energia elétrica**

Neste tema são apresentados os seguintes assuntos: distribuição de energia elétrica e geração de energia elétrica, exemplificando o funcionamento de diferentes tipos de usina, como as hidrelétricas, termelétricas, termonucleares, eólicas, solares, geotérmicas e oceânicas. Para que o tema seja trabalhado em maior profundidade, é desejável que os estudantes conheçam as fontes de energia, vistas nos **Temas 1 e 2** desta Unidade. Sendo assim, é possível fazer algumas perguntas para averiguar o conhecimento deles:

- “Quais fontes de energia não emitem gases poluentes?”. É esperado que os estudantes reconheçam as energias solar, eólica e hídrica, por exemplo. Caso isso não ocorra, retome os assuntos estudados nos **Temas 1 e 2**. Então, questione-os se essas fontes energéticas não geram qualquer

tipo de impacto ambiental quando utilizadas na geração de energia elétrica. É importante que eles concluam que todas as usinas elétricas, independentemente da fonte usada, produzem impactos ambientais.

- Na sequência, questione: “Quais impactos ambientais podem ser provocados durante a geração de energia elétrica?”. É possível listar as respostas dos estudantes no quadro e promover um debate a respeito delas, avaliando a magnitude desses impactos no ambiente.

Na abertura do tema são apresentados os investimentos brasileiros em usinas solares. Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Os investimentos nesse tipo de usina elétrica são explicados por sua alta eficiência energética, em dias ensolarados, e pela minimização dos impactos ambientais produzidos. Se desejar, solicite um trabalho multidisciplinar com o(a) docente de Sociologia e de Geografia para estudar as condições materiais e tecnológicas para realizar investimentos em fontes de energia menos poluentes, como a energia solar. É possível destacar os interesses políticos que permeiam a disputa por energia e as relações institucionais envolvidas nessa situação-problema.

### » **Produção e distribuição de energia elétrica**

Ressalte aos estudantes que a energia elétrica é produzida por uma usina geradora, mas isso não é o suficiente para que ela chegue às residências e empresas do país. Faça a leitura conjunta da imagem para que eles compreendam a função das subestações elevadoras, torres de transmissão e subestações distribuidoras de energia até os fios, que vão conduzir a eletricidade até os usuários finais (residências, estabelecimentos comerciais e indústrias).

Explique aos estudantes que a interrupção dos fios condutores pode levar a um apagão ou queda do fornecimento de energia. Portanto, é necessário fazer a manutenção desses componentes para que não falte energia elétrica. Essa manutenção não é livre de custos, os quais são incorporados nas contas de consumo de energia elétrica.

### » **Usina hidrelétrica**

Ao tratar sobre energia hidrelétrica, destaque que o represamento de um rio pode provocar um grande dano ambiental, pois as áreas alagadas impactam a sobrevivência de animais e plantas, e a dinâmica dos rios é alterada, contribuindo para uma mudança radical no ecossistema. Os ciclos reprodutivos de peixes podem ser interrompidos pelas barragens, que impedem a comunicação entre os trechos do rio, provocando a morte de diversas populações de peixes e de outros seres vivos com os quais estabelecem relações. Além disso, populações ribeirinhas são obrigadas a se deslocar, deixando suas moradias. Assim, a construção de usinas hidrelétricas acarreta impactos socioambientais que não devem ser desconsiderados.

### » **Usina termelétrica**

Comente com os estudantes que, além da emissão de gases poluentes, a usina termelétrica que utiliza carvão mineral depende de uma intensa atividade de mineração que também causa impactos ambientais. Além disso, o descarte da água utilizada para o resfriamento das tubulações diretamente em mares e oceanos representa outra agressão ambiental, já que as águas devolvidas ao ambiente encontram-se em temperaturas elevadas, podendo interferir na dinâmica dos ecossistemas aquáticos.

## » Usina termonuclear

Ao comentar sobre usinas termonucleares, retome a importância de os trabalhadores dessas usinas utilizarem equipamentos de segurança que lhes confirmam proteção em decorrência da radiação emitida pelos minerais radioativos utilizados como fonte energética. Destaque que, além dos equipamentos, é necessário que a estrutura da usina seja construída com materiais que evitem a emissão de radiação ao ambiente.

## » Usina eólica

Ressalte que a energia eólica tem crescido em vários países do mundo e que essa fonte energética tem um grande potencial, já que os ventos ocorrem tanto durante o dia quanto à noite, sem a necessidade de interrupção de energia, ao contrário da energia solar. Contudo, em algumas condições climáticas desfavoráveis, a intensidade dos ventos pode diminuir, afetando a eficiência energética.

Caso queira saber mais sobre usinas eólicas, realize a leitura sugerida na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

## » Usina solar

Após o trabalho com as usinas solares, retome o questionamento presente na abertura deste tema sobre seu funcionamento. Peça aos estudantes que o respondam novamente, verificando se o que haviam respondido anteriormente foi distinto do que fora estudado. Essa dinâmica permite que os estudantes verifiquem a construção de seu próprio aprendizado. É importante ressaltar o respeito às respostas dos colegas, evitando a prática de *bullying*.

## » Usina geotérmica

Explique as possíveis dificuldades para implantação da energia geotérmica no Brasil. Se possível, solicite um trabalho em conjunto com o(a) docente de Geografia para destacar regiões propícias para a utilização dessa energia. Utilize o boxe **Saiba mais** para que eles possam compreender melhor o funcionamento dessa usina.

## » Usina oceânica

Leia com os estudantes o esquema representativo da energia oceânica. Peça a eles que indiquem possíveis impactos ambientais causados por essa fonte de energia. Eles podem citar a liberação de óleos e outros componentes dos braços mecânicos no oceano ou a própria fabricação dos componentes industriais. Comente com a turma que essa é uma fonte energética muito pouco explorada no Brasil, cujo potencial está sendo estudado.

## #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre a implantação da energia solar em nosso país, acesse o *link* a seguir, que disponibiliza uma notícia sobre o crescimento da energia solar no Brasil. SOLTEP. Cresce a procura por energia solar no Brasil. **G1**, 17 jul. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/especial-publicitario/soltep/noticia/2020/07/17/cresce-a-procura-por-energia-solar-no-brasil.ghml>. Acesso em: 8 set. 2020.

- Caso deseje mais informações sobre as usinas eólicas, recomenda-se a leitura deste artigo. ZAPAROLLI, D. Ventos promissores a caminho. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 275, jan. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ventos-promissores-a-caminho/>. Acesso em: 8 set. 2020.

## Ampliando

A fim de aprimorar seus conhecimentos sobre a geração de energia elétrica, sugere-se que os estudantes sejam organizados em grupos. Cada grupo deverá escolher um tipo de usina elétrica e criar maquetes que expliquem o seu funcionamento. É importante que eles usem materiais recicláveis, incentivando sua consciência ambiental. As maquetes podem ser expostas à comunidade escolar e utilizadas como parte da avaliação de seu aprendizado sobre o assunto trabalhado neste tema.

## Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Nesta seção, propomos uma integração com a área das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas na abordagem de alguns aspectos relacionados à matriz energética e ao setor de transportes. É solicitado aos estudantes que analisem e avaliem criticamente questões relativas às cadeias produtivas, considerando a exploração dos recursos naturais.

O desenvolvimento de carros elétricos pode ser uma alternativa para mitigar o efeito da emissão de gases poluentes na atmosfera. Esses carros funcionam a partir do carregamento de baterias, as quais fornecem energia elétrica ao motor. No passado, não havia tecnologia que fornecesse potência aos carros elétricos, mas as pesquisas aplicadas possibilitaram um desempenho muito maior desses veículos.

Ao tratar sobre os carros elétricos, destaque que nem todos são movidos exclusivamente por energia elétrica, como os veículos elétricos puros. Os carros híbridos, por exemplo, podem apresentar um motor de combustão interna, utilizando gasolina. Nesse caso, ocorre uma redução da emissão de poluentes, pois as baterias mantêm a rotação do motor e diminuem o consumo de combustível. Além disso, os carros *plug-in* podem ser carregados ou abastecidos por combustíveis. Comente as vantagens e desvantagens de cada tipo de veículo em relação à emissão de poluentes e eficiência energética.

Se desejar, explique aos estudantes que alguns carros possuem sistemas de frenagem regenerativa, ou seja, podem ser usados dispositivos eletromecânicos que transformam a energia cinética dos freios em energia elétrica. Essa energia é utilizada para carregar baterias e reduzir o consumo de combustíveis. Nesse caso, os freios são eletromagnéticos, e não a disco, sendo comuns em veículos elétricos e em veículos de corridas de competição esportiva.

Os dados relativos à frota de veículos elétricos no Brasil foram obtidos em *link* do Ministério da Infraestrutura. Para mais informações sobre essa frota, acesse o *link* sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

## #FICA A DICA, Professor!

- Se desejar mais informações sobre a frota de veículos no Brasil, acesse o *link* a seguir. BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Frota de veículos – 2020**. Disponível em: <https://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/9484>. Acesso em: 8 set. 2020.

## Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Carga elétrica e eletrização): 5 aulas;
- Tema 2 (Campo elétrico): 6 aulas;
- Tema 3 (Princípios de eletrodinâmica): 6 aulas;
- Tema 4 (Circuitos elétricos): 7 aulas;
- Tema 5 (Utilização de equipamentos e consumo de energia elétrica): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

## A BNCC nesta Unidade

**Competências gerais da BNCC:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT207, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT306, EM13CNT307, EM13CNT308

Esta Unidade propicia o estudo do comportamento e das propriedades de cargas elétricas, tanto em repouso (eletrostática) quanto em movimento (eletrodinâmica), permitindo a compreensão de suas aplicações em equipamentos elétricos utilizados na vida cotidiana. Também são estudadas as precauções que devem ser tomadas em relação aos perigos relacionados ao uso inadequado da eletricidade e formas de economia de energia elétrica.

Ao proporcionar o estudo de fenômenos naturais e de processos tecnológicos baseando-se nas interações entre matéria e energia, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Essa competência também é desenvolvida quando se discute estratégias e ações que podem ser adotadas pelas pessoas de modo que os impactos socioambientais decorrentes do setor elétrico sejam minimizados. No mesmo sentido, ao possibilitar que os estudantes fundamentem decisões éticas e responsáveis, com relação ao uso de equipamentos elétricos em suas residências, é possível desenvolver a **competência específica 2**. Além disso, em alguns momentos da Unidade, são proporcionadas ações de investigação de situações-problema que possam estar presentes no cotidiano dos estudantes, bem como a avaliação da aplicação dos conhecimentos científicos na sociedade. Desta forma, a Unidade também permite o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, ela foi estruturada em cinco temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** proporciona o estudo das cargas elétricas e dos processos de eletrização. Destacam-se a definição de carga elétrica e a medida de sua quantidade em um corpo, bem como o princípio de conservação de carga elétrica. São apresentados também condutores e isolantes elétricos. Com relação aos processos de eletrização, são abordadas a eletrização por atrito, por contato e por indução. O tema é finalizado por meio do estudo da força elétrica. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Ao destacar materiais condutores e isolantes elétricos, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT307**, pois as propriedades dos materiais serão analisadas pelos estudantes, de modo que sejam capazes de avaliar suas aplicações no cotidiano. Além disso, ao apresentar conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico para a explicação da realidade, no caso, das cargas elétricas e da força elétrica, pode-se contribuir para o desenvolvimento da **competência geral 1**.

É possível desenvolver também a **competência geral 5** ao pedir aos estudantes que utilizem textos da internet que são objeto de reflexão e análise crítica para aprofundar seu aprendizado sobre proteção contra raios. Ao incentivar o autocuidado, desenvolve-se, também, a **competência geral 8**.

Na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes deverão elaborar hipóteses sobre as grandezas físicas representadas na figura da atividade. Essa mesma habilidade pode ser mobilizada nas atividades **3** e **4**, com relação à interpretação de modelos explicativos. A atividade **2** permite a mobilização da habilidade **EM13CNT303**, pois os estudantes vão interpretar um infográfico de divulgação científica sobre o número de mortes nos estados brasileiros decorrentes de acidentes com raios, entre os anos 2000 e 2019.

A seção **Oficina científica** permite o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois os estudantes vão recorrer à abordagem e à linguagem próprias das Ciências para interpretar os resultados obtidos e elaborar conclusões a seu respeito. A interpretação de resultados experimentais propicia também o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**.

O **Tema 2** aborda aspectos relativos ao campo elétrico, como linhas de força, intensidade e tensão elétrica. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Ao apresentar o funcionamento de pilhas, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos, mobiliza-se a habilidade **EM13CNT107**. Essa mesma habilidade é mobilizada na atividade **4**, presente na seção **Atividades** do tema.

Além disso, nas atividades ao longo do tema, bem como na atividade **1** da seção **Atividades**, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes deverão elaborar hipóteses para explicação de fenômenos que envolvem cargas elétricas. Nas atividades **2** e **3**, é possível o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois eles vão, respectivamente, propor soluções para situações-problema do cotidiano, com base nos conhecimentos construídos referentes ao tema, e realizar procedimentos para identificar a presença de campo elétrico na situação expressa.

O **Tema 3** introduz o estudo dos princípios da eletrodinâmica. São abordados a definição de corrente elétrica, sua intensidade e seus efeitos, como efeito magnético, efeito térmico, efeito químico, efeito fisiológico e efeito luminoso. Além disso, também são abordadas a resistência elétrica e a Lei de Ohm, além da potência elétrica. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) **docente de Química**, que pode aprofundar o trabalho com o efeito químico da corrente elétrica, e com o(a) **docente de Biologia**, que pode apresentar maiores informações a respeito do efeito fisiológico da corrente elétrica.

Os assuntos desse tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT107**, pois é possível realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, pilhas e baterias com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos. Também há a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, tendo em vista que tal tema permite investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos para compreender as tecnologias contemporâneas. Essa mesma habilidade pode ser desenvolvida nas atividades **1, 2 e 4** presentes na seção **Atividades** deste tema.

Ainda a atividade **2** possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes deverão interpretar dados e elaborar previsões e estimativas a respeito do funcionamento de equipamentos elétricos. Ainda a atividade **4** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**, uma vez que os estudantes vão criar soluções para situações-problema do cotidiano, considerando o funcionamento de equipamentos elétricos.

Ao ser abordado o efeito fisiológico da corrente elétrica, desenvolve-se a **competência geral 8**, relacionada ao autocuidado.

O **Tema 4** permite o estudo de circuitos elétricos. São apresentadas a associação de resistores em série, a associação de resistores paralelos e a associação mista de resistores. Também se destacam geradores e receptores elétricos. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) **docente de Química**, que pode aprofundar o funcionamento de geradores químicos, como pilhas e baterias.

Este tema possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, tendo em vista que os estudantes poderão investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. A habilidade **EM13CNT107** também pode ser mobilizada, pois é possível realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, pilhas e baterias com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos. Essa habilidade também é trabalhada na atividade **2** da seção **Atividades** deste tema.

Além disso, na atividade **1**, é possível a mobilização da habilidade **EM13CNT302**, pois se requer que os estudantes comuniquem à turma resultados de análises feitas sobre o recorte de um circuito elétrico fechado. Para a resolução da atividade, é possível o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois os estudantes vão recorrer à abordagem e à linguagem própria das ciências.

Por fim, na atividade **3**, pode ser promovida uma discussão a respeito do uso de celulares pelos jovens. Quando seu uso se faz de forma excessiva, compreende uma vulnerabilidade à qual estão expostos. A análise de aspectos relacionados a essa situação, bem como a proposição de ações para combater os malefícios decorrentes do uso excessivo dos celulares, é uma forma de se mobilizar a habilidade **EM13CNT207**. A proposição de ações voltadas à promoção da saúde representa uma forma de agir individual e coletivamente com responsabilidade, conforme previsto pela **competência geral 10**, que pode ser desenvolvida nessa atividade.

O **Tema 5** apresenta alguns assuntos relacionados ao consumo de energia elétrica pelas residências, como a fórmula para calculá-lo e a escolha de equipamentos elétricos que permitem a economia de energia. Além disso, destacam-se cuidados que devem ser adotados quanto à rede elétrica. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Uma vez que o funcionamento de equipamentos elétricos será apresentado, de modo que os estudantes sejam capazes de avaliar seu consumo mensal, é necessária a mobilização da habilidade **EM13CNT308**. Essa habilidade também pode ser mobilizada na atividade **4** da seção **Atividades** deste tema. Para tanto, utilizarão conhecimentos da linguagem matemática, desenvolvendo parte da **competência geral 4**.

Ao se abordar a escolha de equipamentos elétricos com base no consumo de energia elétrica mensal, é proporcionado aos estudantes que se apropriem de conhecimentos relacionados à educação para o consumo e façam escolhas responsáveis e conscientes em seu cotidiano. Ou seja, é possível desenvolver a **competência geral 6**. Além disso, em uma das atividades presentes ao longo do tema, os estudantes são convidados a propor ações que podem ser adotadas por sua família para minimizar o consumo mensal de energia elétrica de sua residência, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 10**, já que os estudantes vão agir com responsabilidade, baseando-se em princípios sustentáveis.

Ao se apresentar os riscos envolvidos em atividades cotidianas relacionadas à rede elétrica, de modo que os estudantes sejam capazes de propor e de adotar comportamentos de segurança a seu respeito, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT306**. Nesse sentido, é possível desenvolver a **competência geral 8**, relacionada ao cuidado com a saúde física. Sobre o assunto, os estudantes são convidados a produzir um panfleto digital que informe a comunidade sobre os riscos relacionados, de modo a evitá-los, proporcionando também o desenvolvimento da **competência geral 3**. Portanto, no caso, tecnologias digitais de informação serão utilizadas para disseminar informações, permitindo o desenvolvimento da **competência geral 5**. Ainda sobre o assunto, na atividade **3** deste tema, os estudantes devem elaborar um texto que comunique um incidente por eles vivenciado. Nesse caso, o uso da linguagem verbal escrita para compartilhar experiências permite o desenvolvimento da **competência geral 4**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, o estudante poderá revisitar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **4**, os estudantes podem mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, uma vez que farão estimativas quanto à energia hidrelétrica da matriz elétrica brasileira.

Na seção **Integrando com Matemática e suas Tecnologias**, apresentam-se aspectos relativos à energia elétrica e à sustentabilidade. Na atividade **1** desta seção, é solicitado que os estudantes investiguem o consumo mensal de energia elétrica da escola e proponham ações para minimizá-lo. Essa atividade, portanto, contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**, uma vez que vão participar de uma investigação e recorrer à abordagem própria das ciências, e da **competência geral 10**, pois a atividade representa uma forma de ação pessoal e coletiva de modo responsável, com base em princípios sustentáveis.

Ainda nesta atividade, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT302**, uma vez que vão comunicar os resultados obtidos em suas investigações à comunidade escolar. A comunicação é feita com base nos conhecimentos da linguagem matemática, portanto, também é possível o desenvolvimento da **competência geral 4**.

## Tema 1 • Carga elétrica e eletrização

Neste tema são abordados os seguintes conteúdos: as definições de carga elétrica, quantidade de carga elétrica, condutores, isolantes, processos de eletrização e força elétrica (Lei de Coulomb). A fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação a esses assuntos, sugerimos que sejam realizados os seguintes questionamentos:

- “Por que, em algumas ocasiões, as pessoas levam um pequeno choque ao colocar a mão na maçaneta de uma porta, por exemplo?” É possível que a palavra eletricidade seja citada. Sabe-se que este fenômeno se deve ao fato de que a maçaneta da porta, nessa situação, apresenta um excesso de carga elétrica. Quando uma pessoa encosta a mão nela, acaba atuando como um fio terra, neutralizando-a.

- “Por que alguns caminhões de combustíveis utilizam cabos de aço que são arrastados pelo asfalto durante seu movimento?”. É possível que muitos estudantes não tenham conhecimento deste recurso nem o associem ao conceito de eletricidade. Contudo, incentive-os a elaborar explicações para essa prática. Esses cabos são usados para descarregar para o solo eventuais excessos de cargas acumuladas na carroceria, pois quando o caminhão está em movimento pode ocorrer eletrização por atrito. O cabo no asfalto atua como um fio terra, descarregando o excesso de carga no combustível e carroceria, que eventualmente poderia gerar uma pequena centelha ou faísca.

Na abertura desse tema é apresentada a imagem de um carro sendo atingido por um raio. Com relação a essa situação, comente que a maior parte do Brasil está localizada na zona tropical, o que facilita a formação de tempestades. Contudo, um estudo realizado pelo cientista Osmar Pinto Junior, coordenador do Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE, concluiu que os raios diminuíram muito com a redução da poluição na cidade de São Paulo, em 2020, por causa do distanciamento social adotado pelo governo municipal em razão da covid-19.

Caso deseje saber mais sobre o motivo de o Brasil ser campeão mundial em incidência de raios, como os raios são formados, bem como sobre o estudo realizado pelo cientista Osmar Pinto Junior, acesse os *links* sugeridos na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Oriente os estudantes a acessar o *link* disponível no boxe **Espaços de aprendizagem** para conhecerem os procedimentos que devem adotar para se proteger de raios. Exercer o cuidado com a saúde física é uma forma de desenvolver parte da **competência geral 8**. Se desejar, incentive-os a produzir panfletos com base nas informações do *site* e a distribuí-los na comunidade escolar, de modo a conscientizá-la sobre o assunto.

### » **Medida de quantidade de carga elétrica**

Se possível, discuta o experimento de Millikan que possibilitou a determinação da carga elementar e aborde a quantização da carga elétrica do corpo como um múltiplo inteiro positivo desse valor.

### » **Condutores e isolantes elétricos**

Se possível, explique aos estudantes que a prata se destaca como o melhor metal para a condução da corrente elétrica, pois é um dos sólidos que mais possuem elétrons livres em sua última camada. Comente que o cobre possui menos elétrons livres do que a prata, sendo, por isso, menos eficiente na condução de corrente elétrica.

Diga a eles também que são dois os motivos para a maior utilização do cobre nas instalações elétricas: seu baixo custo e o fato de apresentar propriedades mecânicas que atendem às necessidades de projetos simples.

### » **Princípio da conservação da carga elétrica**

Pergunte aos estudantes se as cargas elétricas podem ser criadas ou destruídas. É possível que alguns tenham a concepção de que cargas elétricas podem ser criadas, em razão do uso da expressão “geração de energia elétrica”. Contudo, diga que as cargas elétricas não podem ser criadas ou destruídas e que a quantidade de cargas elétricas de um sistema isolado se mantém constante. Explique também que o uso da expressão anteriormente citada é própria do senso comum; na

realidade, nas usinas elétricas, ocorre a transformação de energia até a obtenção de energia elétrica. Se necessário, retome os assuntos estudados na **Unidade 1** relacionados às usinas elétricas.

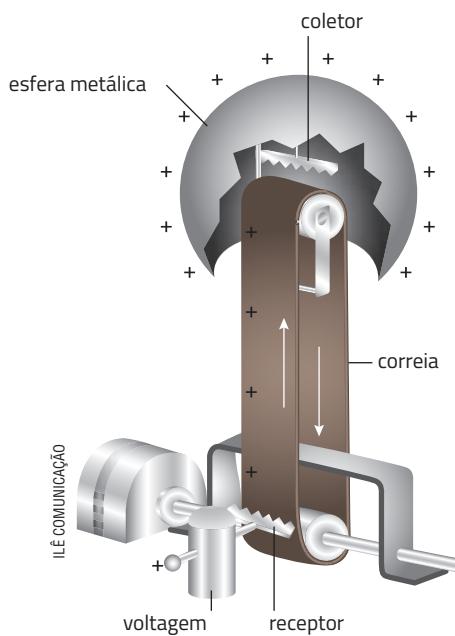
## » Processos de eletrização

Para introduzir o estudo dos processos de eletrização, realize a seguinte atividade. Peça a um estudante que atrite várias vezes um canudo plástico a um pedaço de papel-toalha, esfregando-o no mesmo sentido. Depois, oriente-o a encostar o canudo na parede e a soltá-lo. O canudo ficará suspenso. Nesse momento, incentive os estudantes a elaborar hipóteses para explicar esse fenômeno, mobilizando a habilidade **EM13CNT301**. Neste caso, após o atrito, tanto o canudo quanto o papel ficarão eletrizados e, dependendo da afinidade elétrica de cada material, um deles cede e outro recebe elétrons. Como o canudo é de plástico e por estar abaixo do papel na série triboelétrica, o canudo ficará com cargas negativas e o papel, com cargas positivas. Ao encostar o canudo na parede, ele ficará grudado nela e começará outro processo de eletrização, a eletrização por contato.

Se desejar, explique a eles o funcionamento do gerador de Van de Graaff. Esse aparelho é constituído por um pequeno motor, que movimenta uma correia isolante, utilizada para transportar cargas elétricas que se acumulam em uma esfera metálica oca. Dois pentes metálicos são os responsáveis pela troca de carga entre a correia e a esfera metálica, na parte superior, e entre a terra e a correia, na parte inferior.

O arrastamento da camada de ar entre o pente e a correia pode resultar em transferência de cargas negativas na parte inferior. Nessa situação, o pedaço da correia submetido a atrito ficará com excesso de cargas positivas. Esta porção da correia é então movimentada até o topo do aparelho, onde fica localizado o pente superior, o qual está conectado internamente à esfera metálica. Nesse momento ocorre transferência de cargas negativas da esfera para a correia por meio do pente, com o intuito de neutralizar as cargas positivas que chegam através da correia isolante.

As cargas negativas que fluem da esfera para a correia deixam a esfera com excesso de cargas positivas. Desse modo, ela acumula cargas positivas e origina uma diferença de potencial elétrico de milhares de volts.



» Gerador de Van de Graaff (imagem sem escala; cores-fantasia)

## » Força elétrica

Se desejar, comece a discussão sobre força elétrica com a análise proporcional, identificando o que são grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais.

Realize as atividades resolvidas na lousa, com os estudantes, de modo que exerçam os conhecimentos que construíram durante o estudo deste tópico. Para isso, convide alguns voluntários até a lousa e incentive-os a resolver a atividade. Nesta dinâmica, destaque a importância do respeito ao outro, de modo que os voluntários não se sintam envergonhados de participar da resolução conjunta.

Após as explicações sobre eletrização e força elétrica, realize a atividade sobre eletrização proposta na seção **Oficina científica** deste tema.

### » Oficina científica

Os objetivos desta oficina são:

- Construir um eletroscópio de folhas;
- Verificar a eletrização de corpos.

Para a realização da oficina, é possível separar os estudantes em grupos, incentivando a comunicação e a colaboração entre eles. Se desejar, utilize como materiais complementares um objeto pontiagudo, que deve ser usado para furar a rolha ou a tampa plástica. O furo deve ser feito por você, professor(a), a fim de evitar possíveis acidentes com os estudantes.

Para a construção, oriente os estudantes a associar o modelo da imagem aos materiais que serão utilizados para que eles consigam fazer abstrações sobre a montagem do eletroscópio. Neste processo são trabalhadas a criatividade e a resiliência, características pessoais de extrema importância relatadas na literatura científica, principalmente quando se considera o movimento da Psicologia Positiva. Caso deseje saber mais a respeito do assunto, leia o livro sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre raios, acesse uma das páginas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) destinadas a esse assunto. BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Perguntas frequentes. INPE. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=8>. Acesso em: 8 set. 2020.
- Para saber mais sobre o estudo realizado pelo cientista Osmar Pinto Junior, acesse a matéria publicada no jornal **Folha de S.Paulo** em junho de 2020. WATANABE, P. Raios em São Paulo diminuem com isolamento social e menos poluição. **Folha de S.Paulo**, 29 jun. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2020/06/raios-em-sao-paulo-diminuem-com-isolamento-social-e-menos-poluicao.shtml>. Acesso em: 8 set. 2020.
- Para saber mais sobre o motivo de o Brasil ser campeão mundial em incidência de raios, acesse a página indicada do portal Terra. OKUMURA, R. Por que o Brasil é campeão em incidência de raios? Veja perguntas e respostas. **Terra**, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/por-que-o-brasil-e-campeao-em-incidencia-de-raios-veja-perguntas-e-respostas,b94cd219e3fbad085f71b65bc9210cc4ecodmztc.html>. Acesso em: 8 set. 2020.
- Para saber mais sobre o tema criatividade e resiliência, leia o seguinte livro: FADEL, C.; BIALIK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões**: as competências que os estudantes devem ter para atingir o sucesso. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

## Tema 2 • Campo elétrico

Neste tema são abordadas as definições de campo elétrico, linhas de campo elétrico, intensidade de campo elétrico de uma carga puntiforme e diferença de potencial elétrico. É possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos por meio de algumas questões, conforme as sugestões apresentadas a seguir. Esse levantamento é importante para o planejamento do trabalho do tema, já que podem ser identificadas eventuais necessidades relativas ao conteúdo que será abordado.

- “O que é ‘tensão elétrica’ ou ‘diferença de potencial elétrico?’”. É possível, neste momento, que os estudantes associem esses termos com o conceito de energia elétrica. A definição de tensão elétrica será fornecida no decorrer desse tema e, por isso, sugerimos que ela não seja fornecida de imediato, o que os incentivará a propor explicações próprias.
- “O carro é um local seguro em uma tempestade de raios?”. Espera-se que eles respondam que sim e identifiquem os pneus (isolantes elétricos) como fatores de segurança, conforme estudado no **Tema 1** desta Unidade. Contudo, alguns estudantes podem identificar o carro como um abrigo de risco por ser um condutor metálico. Explique o conceito de campo elétrico. Quando um raio atinge um carro, as cargas elétricas se espalham pela sua superfície metálica externa, de modo que o campo elétrico no seu interior seja zero. Esse fenômeno é conhecido como blindagem eletrostática e foi descoberto por Michael Faraday, em 1936. Caso queira apresentar uma evidência deste fenômeno para os estudantes, realize a atividade sugerida na seção **Ampliando**.

Na abertura desse tema, uma figura mostra o fogo de santelmo em uma embarcação, o qual é produzido por um fenômeno denominado “poder das pontas”. Este fenômeno é explicado no boxe **Saiba mais**, localizada ao final do tema.

Se desejar, é possível fazer uma comparação entre o campo gravitacional terrestre e o campo elétrico produzido por uma determinada carga. Explique aos estudantes que o campo gravitacional é percebido quando uma massa de prova é colocada em determinado ponto e ela sofre a ação de uma força gravitacional. De modo similar, um campo elétrico é percebido quando se coloca uma carga de prova em determinado ponto e ela sofre a ação de uma força elétrica. O Sistema Internacional de Unidades (SI) adota o N/C como unidade de campo elétrico e o N/kg como unidade de campo gravitacional.

### » Linhas de força de um campo elétrico

Utilize a figura de duas placas paralelas, uma carregada positivamente e a outra negativamente, resultando em um campo elétrico uniforme, para associá-la a um capacitor de placas paralelas, dispositivo eletrônico usado para armazenar cargas elétricas.

### » Intensidade do campo elétrico de uma carga puntiforme

A atividade resolvida **2** aborda, além do conceito de força elétrica, outros dois tipos de forças mecânicas: peso e tração. Explique aos estudantes que o peso é força de campo e depende da aceleração gravitacional do local. Essa força pode ser calculada por meio da seguinte equação:

$$P = m \cdot g$$

em que **m** é a massa do corpo e **g** a aceleração gravitacional no local.

A força exercida em um corpo por meio de cordas ou cabos esticados, por exemplo, recebe o nome de tração. Esta força é representada pela letra T.

### » **Tensão elétrica**

Caso queira saber mais sobre o surgimento da primeira pilha, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Explique aos estudantes que, para o funcionamento de uma televisão, é necessária uma grande quantidade de energia por carga e, por isso, ela é conectada a uma tomada de 127 V ou 220 V. Um controle remoto, por sua vez, não necessita de muita energia por unidade de carga, podendo, desse modo, utilizar pilhas de 12 V para colocá-lo em funcionamento.

### » **Diferença de potencial elétrico (tensão) entre dois pontos de um campo elétrico uniforme**

Ao explorar o boxe **Saiba mais**, que aborda o poder das pontas e o para-raios, evidencie aos estudantes que a capacidade que as cargas elétricas possuem de se concentrar em superfícies pontiagudas de um condutor recebe o nome de poder das pontas. É nesse conceito que é fundamentado o funcionamento do para-raios.

Em um condutor esférico as cargas distribuem-se uniformemente sobre a superfície, mas em um condutor pontiagudo a densidade superficial de cargas elétricas é maior do que em superfícies planas ou arredondadas.

Se desejar, retome o questionamento sugerido no início dos comentários sobre um carro ser seguro em uma tempestade de raios e, então, explique aos estudantes que o carro pode ser considerado um condutor esférico.

Ao explicar o “poder das pontas” é possível citar o “efeito corona”. O campo elétrico se torna muito intenso nas pontas em razão da grande concentração de cargas elétricas, podendo resultar em descargas elétricas próximas às pontas dos condutores, fenômeno conhecido por “efeito corona”. Em decorrência disso, as pontas atraíram íons de sinais opostos e repeliram íons de mesmo sinal. As descargas elétricas nas pontas são provocadas pela atração dos íons de sinais opostos. Resumindo, o “efeito corona” é uma descarga elétrica resultante de um campo elétrico suficientemente intenso para promover a ionização do ar.

### **#FICA A DICA, Professor!**

- Para saber mais sobre a pilha de Volta, acesse o artigo indicado sobre pilha elétrica. TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, maio 2000. Disponível em: <http://qnesc.sq.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf>. Acesso em: 8 set. 2020.

### **Ampliando**

Se desejar, realize a seguinte atividade para evidenciar o fenômeno descoberto por Faraday. Para tanto, serão necessários dois celulares ligados e um pedaço de papel-alumínio com tamanho suficiente para embrulhar um deles.

Inicialmente, realize uma ligação de um celular para o outro, demonstrando que o segundo

aparelho recebe ligações. Na sequência, embrulhe o celular que recebeu a ligação em um papel-alumínio. Tente ligar para o celular embrulhado e peça aos estudantes que observem o que acontece (no caso, a ligação não é completada). Incentive-os a elaborar possíveis explicações para o fenômeno, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 2**.

A comunicação entre os aparelhos celulares ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, que se propagam através de campos elétrico e magnético variáveis. Quando embrulhado no papel-alumínio, o celular perde o sinal, pois o papel atua como um condutor metálico. Desse modo, todas as ondas eletromagnéticas que chegam a ele distribuem-se uniformemente por sua superfície, resultando em um campo elétrico nulo em seu interior. Essa atividade, portanto, demonstra que o papel-alumínio atua do mesmo modo que um carro em uma tempestade com raios.

## Tema 3 • Princípios de eletrodinâmica

Neste tema são abordadas as definições de corrente elétrica, resistores, Lei de Ohm e potência elétrica. Elabore algumas questões para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes com relação a uma parte desses conteúdos, como:

- “O que é uma corrente elétrica?”. Espera-se que, nesse momento, os estudantes associem a palavra elétrica com eletricidade ou choque. É provável que não digam que a corrente elétrica é constituída de elétrons.
- “Por que, ao instalar um chuveiro novo, deve-se abrir inicialmente a torneira com o chuveiro desligado?”. Esta é uma situação muito comum e, por isso, espera-se que os estudantes deduzam que o chuveiro pode ser danificado ou até mesmo queimar. É provável que eles conheçam a consequência desse descuido, mas não entendam o que originou o dano. A peça responsável pelo aquecimento da água é o resistor, popularmente conhecido por resistência. Quando a corrente elétrica flui através desse resistor, ela interage com as moléculas que o constituem, resultando em fenômeno denominado efeito Joule, ou seja, esse fenômeno nada mais é que a transformação de energia elétrica em térmica (calor). Quando isso acontece, a temperatura do resistor tende a aumentar e ele só não queima porque transfere calor imediatamente para a água que entra em contato com ele. Em razão disso, quando um chuveiro novo é instalado, a água deve chegar ao resistor antes de o equipamento ser ligado, pois, caso contrário, o resistor não vai transferir calor para ela, podendo ser danificado. Como o efeito Joule será abordado no decorrer desse tema, sugerimos que essa explicação não seja fornecida de imediato, a fim de incentivar os estudantes a elaborar hipóteses e a formular respostas para essa situação, mobilizando, desse modo, a habilidade **EM13CNT301**.

A fotografia de abertura desse tema mostra um desfibrilador sendo usado em um paciente. Esses dispositivos são utilizados para o reestabelecimento do ritmo cardíaco, que é explicado na **Unidade 3** deste Volume. Se desejar, nesse momento, é possível convidar o(a) **docente de Biologia** para um trabalho conjunto sobre o assunto.

### » Corrente elétrica

Explique que o movimento dos elétrons ocorre do polo negativo para o positivo, evidenciando que a corrente elétrica é formada por partículas negativas (elétrons). É importante frisar que, por convenção (devido ao sentido do campo elétrico), adota-se para a corrente elétrica o sentido do polo positivo ao negativo, mesmo não sendo esse o sentido do movimento realizado pelas cargas elétricas.

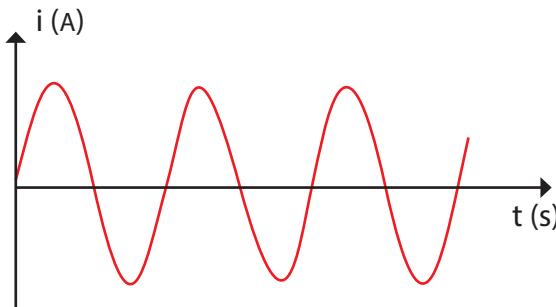
## » Efeitos da corrente elétrica

Ao apresentar o efeito Joule, retome o questionamento oral sugerido neste material para explicá-lo por meio de uma situação comum do dia a dia dos estudantes e acrescente exemplos práticos em que percebemos os efeitos da corrente elétrica.

## » Intensidade da corrente elétrica

Ao comentar sobre a fotografia de uma tomada queimada, converse com os estudantes sobre os cuidados com segurança relacionados com instalações elétricas e os riscos a que estão expostos os que fazem “gambiarras”.

Se desejar, explique a eles que o principal caso de corrente variável é a corrente alternada, que altera o sentido de condução dos elétrons rapidamente, resultando em uma oscilação em sentidos opostos periodicamente. Isso é possível em decorrência da indução eletromagnética em geradores, os quais são formados por uma espiral condutora, que gira em alta velocidade quando situada entre ímãs de campos magnéticos intensos. Essa rotação resulta em uma mudança no fluxo magnético através de sua área, induzindo, assim, a formação de uma corrente elétrica variável. Esse tipo de corrente elétrica pode ser representado do seguinte modo:



SONIA VAZ

A corrente elétrica utilizada no Brasil percorre o condutor 60 vezes em um sentido e 60 vezes em sentido contrário a cada segundo, sofrendo 120 inversões. Esse tipo de corrente é utilizado em sistemas de grandes potências, indústrias, máquinas elétricas, além de ser usado para chegar às nossas residências. Quando a energia é transmitida por uma corrente alternada, não ocorre grande dissipação dessa energia, ao contrário de uma corrente contínua.

Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

## » Resistência elétrica e Lei de Ohm

Caso queira, discuta o que é e qual a função de um resistor em um circuito, exemplificando com o resistor do chuveiro elétrico.

## » Potência elétrica

Explique aos estudantes que as lâmpadas de filamento possuem uma potência elevada em relação, por exemplo, às lâmpadas de LED. No entanto, a energia elétrica consumida pelas lâmpadas incandescentes (filamento) é dissipada, em sua maior parte, em energia térmica. Uma lâmpada de LED de 10 W de potência produz praticamente a mesma energia luminosa que

uma lâmpada incandescente de 100 W de potência. Por fim, enfatize que, apesar de a lâmpada de LED do exemplo ter uma potência bem menor que a incandescente, o efeito é o mesmo e a economia de energia é evidente. Esse assunto é trabalhado no **Tema 5** desta Unidade.

Caso queira que os estudantes conheçam mais sobre a evolução das lâmpadas, disponibilize para eles o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

### **#FICA A DICA, Estudante!**

- Para saber mais sobre a evolução das lâmpadas ao longo da história, acesse o *link* desta matéria veiculada no jornal **Folha de S.Paulo** sobre esse assunto. A EVOLUÇÃO das lâmpadas ao longo da história. **Folha de S.Paulo**, 2 jul. 2015. Disponível em: <https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/36342-evolucao-das-lampadas>. Acesso em: 8 set. 2020.

### **#FICA A DICA, Professor!**

- Para saber mais sobre corrente alternada, acesse o *link* de documento disponibilizado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. SEGUNDO, A. K. R.; RODRIGUES, C. L. C. **Eletricidade em CA**. Ouro Preto: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2015. Disponível em: [https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/12/01\\_eletricidade\\_ca.pdf](https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/12/01_eletricidade_ca.pdf). Acesso em: 8 set. 2020.

## **Tema 4 • Circuitos elétricos**

Neste tema são abordados os conceitos relacionados a circuitos elétricos, associação de resistores (em série, em paralelo e mista), além de geradores e receptores elétricos. A fim de orientar a planificação do trabalho deste tema, sugerimos que os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos sejam levantados. Para tanto, é possível fazer questionamentos simples. Veja uma sugestão a seguir.

- “Qual é a diferença entre uma pilha e um ventilador?”. Alguns estudantes podem identificar diferenças quanto às suas funções no cotidiano, citando, por exemplo, o uso de bateria para manter o funcionamento de aparelhos elétricos e o do ventilador para ventilar ambientes. Verifique se alguns deles apontam diferenças quanto às funções que desempenham em um circuito elétrico. No caso, a pilha atua como um gerador elétrico, ou seja, possui a capacidade de transformar energia não elétrica em elétrica. O ventilador, por sua vez, atua como um receptor, apresentando, como principal característica, a transformação de energia elétrica em não elétrica, desde que não seja totalmente em energia térmica. Esse assunto é abordado no decorrer do tema.

Na abertura do tema é apresentada a fotografia de um benjamim (T) e duas réguas de extensão elétrica, dispositivos comumente encontrados em residências. Promova uma discussão sobre os riscos envolvidos com o uso desses dispositivos, de modo a mobilizar a habilidade **EM13CNT306**. Caso os estudantes não sejam capazes de apontar riscos, é possível retomar a discussão após o estudo da associação de resistores em paralelo. Oriente-os a comunicar seus familiares e colegas dos riscos discutidos, a fim de que possam agir coletivamente com responsabilidade, desenvolvendo a **competência geral 10**.

## » Circuito elétrico simples

Ao iniciar o assunto, pergunte aos estudantes quais são os elementos principais de um circuito elétrico simples. Para que possam chegar a essa conclusão, questione-os sobre as funções de uma bateria, de um fio de ligação e de um interruptor. Caso não sejam capazes de apontar suas funções, conduza um raciocínio com eles, de modo que as percebam em seu dia a dia e as relacionem ao circuito elétrico.

## » Associação de resistores em série

Ressalte que, na associação em série, a corrente elétrica que atravessa um resistor (lâmpada) atravessa todos os outros resistores conectados a este tipo de circuito. É possível citar, como exemplo, as lâmpadas colocadas em árvores de natal (que piscam), embora a tendência seja de não usar mais resistores em série nesse objeto.

Nessa associação, quando uma lâmpada queima, a corrente deixa de fluir pelo circuito, apagando todas as outras lâmpadas. Para solucionar o problema, é necessário descobrir a lâmpada danificada e trocá-la por outra que funcione, permitindo, desse modo, que a corrente elétrica volte a fluir pelo circuito.

## » Associação de resistores em paralelo

Ao explicar a associação de resistores em paralelo, retome a questão sobre os dispositivos benjamim e régua de extensão, proposta na introdução do tema do **Livro do estudante**. Peça a eles que apontem os riscos relacionados com esses dispositivos.

Após o trabalho com a associação de resistores, sugere-se que seja realizada uma atividade experimental, indicada na seção **Ampliando**.

## » Associação mista de resistores

É importante esclarecer que ela é composta por partes em série e partes em paralelo. Para que o assunto seja bem elucidado entre os estudantes, realize com eles as atividades resolvidas.

## » DDP nos terminais de geradores e receptores elétricos

Seria interessante retomar, neste momento, o questionamento feito no início deste tema para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a diferença entre uma pilha e um ventilador. Explique a eles que a pilha atua como um gerador de energia elétrica, enquanto o ventilador atua como receptor, pois ele transforma energia elétrica em mecânica (cinética).

É possível citar, como exemplo, os geradores usados em usinas hidrelétricas e eólicas, que transformam energia mecânica em elétrica. Do mesmo modo, podem ser identificados como receptores os televisores, as lâmpadas, entre outros aparelhos.

## Ampliando

Realize esta atividade para mostrar aos estudantes uma associação de pilhas em série e em paralelo em circuitos elétricos. Para realizá-la, são necessários os seguintes materiais: pedaço de fio condutor, fita adesiva, alicate, duas pilhas comuns de 1,5 V cada e lâmpada de 3 V. O procedimento de montagem do circuito em série é descrito a seguir.

- Use a fita adesiva para fixar as duas pilhas unidas sobre uma mesa, de modo que o polo negativo de uma esteja em contato com o polo positivo da outra.
- Pegue o alicate e, em seguida, corte dois pedaços de fios elétricos.
- Use-o também para desencapar cerca de dois centímetros de cada extremidade dos fios.
- Utilize novamente a fita adesiva para prender as pontas desencapadas dos fios em cada um dos polos das extremidades da associação.
- Conecte a extremidade livre de cada fio elétrico nos contatos da lâmpada.  
O procedimento de montagem do circuito em paralelo é descrito a seguir.
- Use a fita adesiva para fixar as duas pilhas unidas sobre uma mesa, de modo que suas laterais estejam juntas e seus polos estejam voltados para o mesmo lado.
- Pegue o alicate para cortar dois pedaços de fios elétricos.
- Use-o também para desencapar cerca de dois centímetros de uma extremidade e quatro centímetros da outra.
- Utilize novamente a fita adesiva para prender o fio elétrico (mais desencapado) nos polos positivos da associação. A parte desencapada deve encostar nos dois polos positivos da associação de maneira simultânea.
- Repita o que foi realizado no polo positivo para o polo negativo da associação.
- Conecte a extremidade livre de cada fio elétrico nos contatos da lâmpada.

Na associação em série, o circuito fica submetido a uma diferença de potencial de 3 V (1,5 V + 1,5 V), possibilitando que a lâmpada de 3 V funcione com intensidade máxima de luz. Na associação em paralelo, o circuito é submetido a uma diferença de potencial de 1,5 V, metade do potencial exigido para o funcionamento normal da lâmpada. Logo, a intensidade da luz emitida é menor. Considerando essas informações, peça aos estudantes que expliquem os resultados observados na demonstração, relacionando-os ao tipo de associação representada.

## Tema 5 • Utilização de equipamentos e consumo de energia elétrica

Neste tema são abordados aspectos relativos ao consumo de energia elétrica. Faça alguns questionamentos para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, como:

- “O que significa o termo ‘consumo sustentável’?”. Neste momento, eles podem relacionar esse termo com a utilização consciente da energia elétrica, produtos recicláveis, proteção ao ambiente etc. No caso, a sustentabilidade relaciona-se com o tripé econômico, social e ambiental. Portanto, um consumo sustentável se refere àquele que é economicamente viável, proporciona benefícios sociais e minimiza eventuais impactos ambientais.
- “É possível prever a economia de energia elétrica no momento de comprar uma lâmpada, por exemplo?”. Espera-se que os estudantes digam que sim, apontando que o consumo de energia elétrica está relacionado à potência do equipamento elétrico. Verifique se eles apresentam respostas destoantes a essa. No caso, sugere-se que seja feita uma revisão da potência elétrica, apresentada no **Tema 3** desta Unidade.

Na abertura deste tema, é apresentada uma fotografia com lâmpadas incandescente, fluorescente, halógena e LED, para uso cotidiano em soquetes de modelo padrão. São dois os objetivos nesse momento: discutir o princípio de funcionamento de cada uma delas e iniciar uma reflexão sobre economia de energia elétrica.

### » **Consumo de energia elétrica**

Explique aos estudantes que informações sobre a potência e a diferença de potencial a que o equipamento deve ser submetido são sempre apresentadas na embalagem de cada produto. Desse modo, pode-se projetar o consumo de energia diário do equipamento, além de não danificá-lo, o que ocorre quando ele é conectado a uma tensão superior à que foi projetado para funcionar.

Na seção **#FICA A DICA, Professor!** é disponibilizado um *link* que mostra o consumo de energia no Brasil e no mundo. Vale ressaltar que o artigo não trata apenas do consumo de energia elétrica, mas, caso tenha interesse em saber mais sobre o assunto, recomenda-se essa leitura.

Indique aos estudantes a leitura da reportagem sugerida na seção **#FICA A DICA, Estudante!**, sobre fatores que interferem no consumo de energia de residências.

### » **Escolha de equipamentos elétricos**

Neste momento, é possível retomar o questionamento inicial sobre consumo sustentável de energia elétrica. É importante incentivar a consciência socioambiental dos estudantes, destacando que, na compra de um equipamento elétrico, não se deve levar em consideração apenas seus gostos pessoais e o preço do aparelho elétrico, mas, também, o consumo de energia elétrica diário que ele vai provocar em sua residência.

Enfatize que os equipamentos em *stand-by* também consomem energia elétrica e que desconectá-los das tomadas quando não estiverem sendo usados é um modo de economizar energia elétrica e reduzir o valor da conta de luz.

Caso eles queiram saber mais sobre consumo sustentável, de modo geral, indique o *link* da seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

### » **Cuidados para evitar acidentes com eletricidade**

Comente com os estudantes que a simples atividade de trocar uma lâmpada, se realizada de maneira errada, pode ocasionar choques. Se o indivíduo estiver com o corpo seco, sente apenas um choque leve, porém, se o corpo estiver molhado, pode ocasionar uma parada cardíaca. Logo, é importante utilizar equipamentos adequados, como luvas isolantes elétricas.

Um dos cuidados mencionados no **Livro do Estudante** é não soltar pipas (papagaios, pardorgas, raias) perto da rede elétrica. Ressalte o perigo de brincar com elas em dias de chuva ou com o céu carregado. As descargas elétricas, bem como o “poder das pontas”, é abordado no **Tema 1** desta Unidade. É interessante que esses conceitos sejam retomados neste momento, para que os estudantes compreendam a situação de risco de “soltar pipa” em dias de chuva.

Indique a eles a leitura do texto disponibilizado na internet sobre riscos com a eletricidade, localizado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

### **#FICA A DICA, Estudante!**

- Para saber mais sobre o que interfere no consumo de energia elétrica em uma residência, acesse o *link* a seguir e leia uma notícia sobre esse assunto. VEJA o que interfere no

consumo de energia da sua residência. **G1**, 20 jan. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pernambuco/especial-publicitario/celpe/desligue-o-desperdicio/noticia/2016/01/veja-o-que-interfere-noconsumo-de-energia-da-sua-residencia.html>. Acesso em: 9 set. 2020.

- Para saber mais sobre consumo sustentável, acesse o seguinte *link*. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O que é consumo sustentável**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/conceitos/consumo-sustentavel.html>. Acesso em: 9 set. 2020.
- Para saber mais sobre os riscos com a eletricidade, acesse o *link* indicado a seguir. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Eletricidade. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up2/eletricidade.html>. Acesso em: 9 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre o consumo de energia em escala mundial, acesse o seguinte *link*. BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Parte I: Energia no Brasil e no mundo. Capítulo 2: Consumo. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Integrando com Matemática e suas Tecnologias

Nesta seção propomos uma integração com a área de Matemática e suas Tecnologias. Em uma de suas atividades, é solicitado que os estudantes façam o planejamento e a execução de uma pesquisa amostral, em que é necessária a comunicação dos resultados em um relatório. No caso, a pesquisa se refere à avaliação do consumo mensal de energia elétrica da escola e à determinação do percentual de consumo das lâmpadas nela instaladas.

O estudo da matriz elétrica brasileira é abordado de modo mais detalhado na **Unidade 1** deste Volume, que pode ser retomada neste momento. Comente com os estudantes que a maior parte da energia elétrica brasileira é gerada por hidrelétricas. Logo, a escassez hídrica é um problema enorme para a geração de energia. A tarifa de energia elétrica está diretamente relacionada com os custos da geração e, por isso, a ativação da energia termelétrica gera aumentos na conta de luz.

O Sistema Interligado Nacional (SIN) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) são órgãos que atuam na transmissão e distribuição de energia elétrica para as residências. Portanto, é feita uma análise regional constante sobre a demanda e oferta de energia, responsáveis pela gestão do acionamento das usinas termelétricas. Para saber mais informações sobre esses órgãos, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Ao final da seção, discuta sobre a educação para o consumo de energia elétrica. Retome a necessidade de substituir equipamentos que consomem grande quantidade de energia elétrica por equipamentos que apresentam maior eficiência energética.

### #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre o SIN e o ONS, acesse o *link* a seguir. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). O sistema interligado nacional. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Oxidação, redução e corrosão): 6 aulas;
- Tema 2 (Pilhas): 6 aulas;
- Tema 3 (Eletrólise): 6 aulas;
- Tema 4 (Eletricidade no corpo humano): 5 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

## A BNCC nesta Unidade

**Competências gerais da BNCC:** 1, 2, 5, 7, 8 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT104, EM13CNT107, EM13CNT202, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT307, EM13CNT308

Esta Unidade propicia o estudo de assuntos relativos à eletroquímica, como as reações de oxirredução, o funcionamento de pilhas e a eletrólise, e relativos à bioeletricidade, sobretudo quanto aos impulsos nervosos e ao estabelecimento do ritmo cardíaco. Ao proporcionar aos estudantes o estudo de fenômenos naturais e de processos tecnológicos baseando-se nas interações entre matéria e energia, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Ao possibilitar o estudo da dinâmica da vida, de modo que os estudantes realizem previsões sobre o funcionamento dos seres vivos, a **competência específica 2** também pode ser desenvolvida. Além disso, em alguns momentos da Unidade, são proporcionados momentos de investigações de situações-problema que possam estar presentes no cotidiano dos estudantes. Desse modo, a Unidade permite o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, ela foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** propicia o estudo das reações de oxidação e redução, destacando a corrosão de materiais e a formação de ferrugem. São apresentados também métodos para a proteção do ferro, a fim de evitar a formação de ferrugem. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

Os assuntos do tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT307**, pois os estudantes vão analisar as propriedades dos materiais, podendo avaliar a pertinência de suas aplicações no cotidiano. Além disso, ao proporcionar a análise das transformações da matéria em situações cotidianas e em processos produtivos, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT101**.

Em uma das atividades presentes ao longo do tema, os estudantes devem elaborar hipóteses para explicar fenômenos que ocorrem em seu cotidiano, no caso, a formação de ferrugem em palha de aço. A formulação de hipóteses é um modo de mobilizar a habilidade **EM13CNT301**. Além disso, ao ser necessário recorrer à abordagem e à linguagem próprias da Ciência, é possível desenvolver a **competência geral 2**.

Ao apresentar a galvanização aos estudantes, é feita uma breve contextualização histórica sobre sua proposição. Ou seja, são valorizados conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, permitindo, portanto, o desenvolvimento da **competência geral 1**.

Na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, eles podem mobilizar a habilidade **EM13CNT302**, pois deverão comunicar os resultados de suas pesquisas sobre a importância da manutenção de viadutos. Além disso, ao incentivá-los a informar órgãos municipais locais sobre a necessidade desse serviço, é possível contribuir para o desenvolvimento da **competência geral 10** por se tratar de ação pessoal e coletiva, exercida com responsabilidade e autonomia, e fundamentada em princípios democráticos.

O **Tema 2** aborda a eletroquímica, salientando tipos de pilhas e de baterias. Com relação às pilhas, destaca-se o funcionamento da pilha de Daniell; no que se refere às baterias, enfatiza-se as automotivas. Sugerimos que este tema seja abordado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Física, que pode apresentar maiores informações sobre geradores e circuitos elétricos.

Os assuntos deste tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT107**, pois os estudantes vão realizar previsões sobre o funcionamento das pilhas e baterias com base na análise dos processos de transformação e condução de energia nas reações de oxirredução que ocorrem nesses dispositivos. Essa habilidade é mobilizada nas atividades **1, 2, 3 e 4** da seção **Atividades** deste tema. Além disso, possibilita-se a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, permitindo aos estudantes que aprimorem seus conhecimentos sobre o funcionamento de equipamentos eletrônicos.

Ao abordar a pilha de Daniell, apresenta-se um breve contexto de sua confecção, valorizando, desse modo, conhecimentos historicamente construídos para a explicação da realidade. Portanto, é possível o desenvolvimento da **competência geral 1**.

Ao sugerir aos estudantes que acessem um artigo disponibilizado na internet para aprofundar seus estudos sobre pilhas e baterias, pode-se contribuir para o desenvolvimento da **competência geral 5**, pois eles usarão tecnologias digitais de comunicação para a produção de conhecimentos.

O **Tema 3** aborda aspectos relativos à eletrólise. Em um primeiro momento, diferencia-se pilha de eletrólise e, em seguida, são destacados os tipos de eletrólise. No caso, são abordadas a eletrólise ígnea e a eletrólise salina. Além disso, apresenta-se o processo de galvanoplastia e suas aplicações no cotidiano. Sugere-se que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Física, que pode fornecer mais informações sobre as leis de Faraday durante o estudo da análise quantitativa da eletrólise.

Ao possibilitar a análise de transformações da matéria em situações cotidianas e em processos produtivos, mobiliza-se a habilidade **EM13CNT101**. Essa mesma habilidade pode ser desenvolvida nas atividades indicadas ao final deste tema. Além disso, em uma das atividades presentes ao longo do tema, é solicitado aos estudantes que elaborem uma hipótese para explicar o preço associado à fabricação de medalhas de ouro, de modo a raciocinar sobre sua composição. A formulação de hipóteses é prevista na habilidade **EM13CNT301** e na **competência geral 2**, que podem ser exercidas.

Ao destacar as contribuições de Faraday para o cálculo das massas produzidas na eletrólise, é possível o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois os conhecimentos construídos historicamente sobre o mundo físico são valorizados.

O **Tema 4** apresenta a eletricidade no corpo humano, destacando a transmissão de impulsos nervosos e o estabelecimento e a manutenção do ritmo de batimentos cardíacos. Sugere-se que este tema seja abordado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Química, que pode apresentar maiores informações sobre aspectos químicos relativos à condução dos impulsos nervosos.

Os assuntos desse tema permitem a análise do funcionamento da vida em diferentes níveis organizacionais, possibilitando também a mobilização da habilidade **EM13CNT202**. Além disso, ao promover o autoconhecimento, é possível o desenvolvimento da **competência geral 8**.

Na atividade **2** da seção **Atividades** deste tema, estimula-se o pensamento científico dos estudantes, pois eles terão de analisar as informações apresentadas para elaborar conclusões sobre o uso de desfibriladores em alguns casos de arritmia cardíaca. Exercer a abordagem própria da Ciência é uma forma de desenvolver a **competência geral 2**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisitar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **1**, eles podem mobilizar a habilidade **EM13CNT101**, pois vão analisar as transformações da matéria em processos cotidianos, como a oxidação de metais.

Na seção **Falando de... Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos**, é destacada a importância do descarte adequado desses materiais, pois apresentam compostos tóxicos em sua composição. Logo, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT104** ao permitir que os estudantes analisem ações voltadas ao descarte adequado de resíduos.

Na atividade **1** desta seção, pede-se aos estudantes que discutam sobre esse assunto. As medidas discutidas e sugeridas podem ser adotadas nas residências e na escola, incentivando-os a agir de modo responsável e consciente, com base em princípios sustentáveis, desenvolvendo a **competência geral 10** e a habilidade socioemocional relacionada à responsabilidade. Além disso, a proposição de soluções para situações-problema permite o desenvolvimento da **competência geral 2**. Outra possibilidade é o desenvolvimento da **competência geral 7**, pois os estudantes vão discutir para formularem decisões comuns quanto ao descarte desses materiais, promovendo sua consciência socioambiental.

## Tema 1 • Oxidação, redução e corrosão

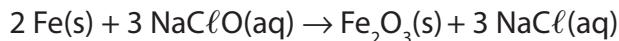
Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: Nox, reação de oxidação e de redução, balanceamento redox, corrosão e suas consequências, além de métodos para a proteção do ferro contra a ferrugem. Para tanto, é importante que os estudantes conheçam reações químicas, balanceamento de reações e ligações químicas. Retome brevemente esses conceitos.

Antes de iniciar o trabalho, é possível verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os assuntos do tema. Para tanto, faça alguns questionamentos no início da aula, como:

- “Ferrugem e corrosão são processos similares?”. É possível que uma parte dos estudantes responda que são processos similares e que outra parte responda que não. Solicite a eles argumentos que embasem seus posicionamentos. No caso, a corrosão está relacionada à deterioração de um material; a ferrugem é provocada pelo contato do ferro com a água. Portanto, ela representa uma forma de deterioração de materiais feitos por ferro. No entanto, a formação de ferrugem não é a única forma de corrosão dos materiais.

No início do tema é apresentada uma fotografia de uma palha de aço. Se desejar, é possível demonstrar a formação de ferrugem na palha de aço. Para tanto, utilize um copo com água e um pouco de água sanitária, colocando a palha de aço dentro dele. Em outro copo, coloque a palha de aço apenas na água. Deixe os copos reservados por alguns minutos e, depois, peça aos estudantes que identifiquem a formação de ferrugem. É esperado que no copo com água sanitária seja possível identificar a formação de ferrugem em pouco tempo – formação que leva alguns dias para ocorrer no copo que contém apenas água.

Quando for feita a observação dos resultados, explique a reação que a palha de aço sofreu nas duas condições. Comente que a ferrugem ocorre mais rapidamente em uma solução de hipoclorito de sódio do que apenas na água. Então, registre no quadro a equação dessa reação:



Aproveite esse contexto para promover uma discussão sobre as implicações da ferrugem nas construções, pois ela pode danificar estruturas e colocar em risco a vida das pessoas.

### » Corrosão

Ao abordar os princípios para determinação de Nox, explique aos estudantes que alguns elementos apresentam Nox fixo, como os compostos iônicos. O Nox corresponde à carga que o íon de determinado elemento adquire, e essa carga está relacionada com a família ou grupo a que ele pertence na Tabela Periódica. No caso dos metais alcalinos (1A), que possuem 1 elétron na camada de valência, eles doam este elétron, ficando com a carga e o Nox +1. Os metais alcalinoterrosos (2A) doam 2 elétrons, ficando com a carga e o Nox +2.

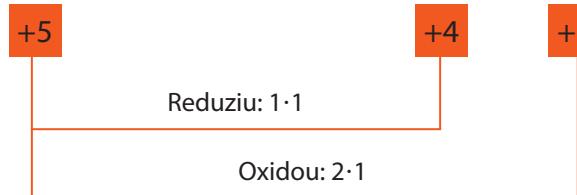
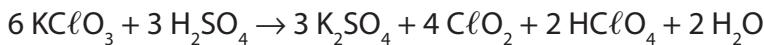
Como nos compostos moleculares não há transferência definitiva de elétrons, o Nox corresponde à carga elétrica que o átomo iria adquirir se a ligação fosse rompida. Assim, o átomo mais eletronegativo (que tem maior atração por elétrons) é que receberia o elétron. Acrescente que aqui os elementos fazem ligação covalente e não são metálicos.

Neste momento, é importante falar sobre a ordem de eletronegatividade dos elementos químicos: F > O > N > Cl > Br > I > S > C > P > H.

### » Reações de oxirredução e os agentes oxidantes e redutores

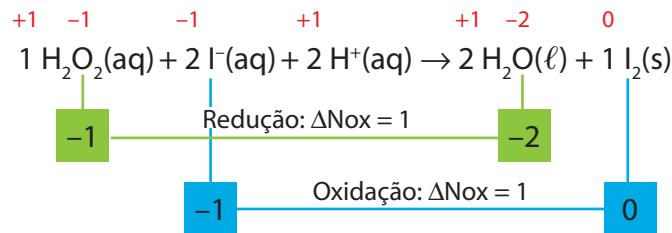
Se desejar, comente com os estudantes que há casos especiais de oxirredução. Apresentamos, a seguir, alguns exemplos.

1. Reações de auto-oxirredução: são aquelas em que um mesmo elemento em parte se oxida e em parte se reduz, na mesma reação.



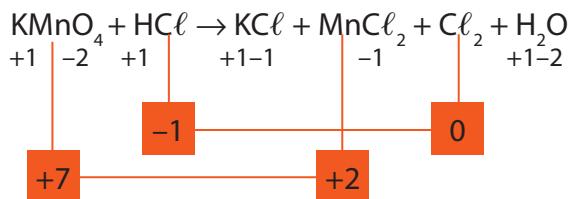
Na oxidação, o cloro ( $\text{Cl}$ ) sofre um aumento do Nox (de +5 no reagente passou para +7 em um dos produtos). E, na redução, o cloro sofre uma diminuição do Nox, do reagente ao produto (de +5 foi para +4).

2. Reações com peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ): o peróxido de hidrogênio (água oxigenada) tem o oxigênio com  $\text{Nox} = -1$ . Em geral, a característica principal da água oxigenada é ser um forte agente oxidante.



Ao abordar os passos para balanceamento de equação por oxirredução, explique aos estudantes que em algumas reações ocorre um passo a mais, ou seja, é necessário escolher o elemento da equação em que os coeficientes serão colocados. Deve-se dar preferência ao lado em que o elemento apareça mais vezes.

Mostre a eles o exemplo a seguir:



$\Delta\text{Nox Cl} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ e}^-$  será o coeficiente do  $\text{MnCl}_2$

$\Delta\text{Nox Mn} = 5 \text{ e}^-$  será o coeficiente do  $\text{Cl}_2$

$\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$  (após o balanceamento)

## » Formação de ferrugem

Oriente os estudantes a acessar o *link* disponível na seção **Espaços de aprendizagem** para aprofundar seus estudos sobre corrosão. É possível desenvolver uma atividade de pesquisa pedindo a eles que expliquem o que é corrosão, citem exemplos deste processo, apontem as principais consequências dele e proponham soluções para diminuir seus efeitos.

## » Métodos mais comuns de proteção do ferro para evitar a formação de ferrugem

Comente com os estudantes que portões e grades de ferro são comumente revestidos com tinta zarcão. Verifique se existem estruturas de ferro na escola que apresentem esse revestimento e leve os estudantes até elas, para que vejam a aplicação desta tinta no cotidiano. Em caso negativo, peça que observem durante o trajeto até suas residências, ou delas até a escola, estruturas de ferro que o apresentem.

## » Ferro revestido de estanho

Ao abordar o assunto, separe previamente algumas latas de ferro revestido de estanho usadas e devidamente higienizadas, e leve-as até a sala de aula para que os estudantes possam vê-las.

Ao mencionar a conservação de alimentos, aproveite para comentar sobre a importância de se respeitar o prazo de validade e as recomendações de armazenamento de produtos industrializados, que constam em seus rótulos. Ao seguir tais atitudes, garante-se que os alimentos não vão oferecer riscos à saúde do consumidor.

## » Galvanização: uso de metal de sacrifício

Os potenciais de redução e de oxidação dos metais são apresentados no **Tema 2** desta Unidade, junto ao estudo das pilhas. Neste momento, o foco é a reatividade.

# Tema 2 • Pilhas

Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: tipos de pilhas e de baterias, seu funcionamento e suas aplicações. Faça algumas perguntas para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, de modo que possa planificar o trabalho com o tema. Algumas sugestões de questionamentos:

- “Qual é a diferença entre pilhas e baterias?”. Nesse momento, não é esperado que eles saibam responder, mas que reflitam sobre o assunto. As pilhas e as baterias são estudadas ao longo deste tema. Mas, se desejar, é possível levar exemplares para a aula e solicitar aos estudantes que analisem suas características. É provável que digam que ambas estão relacionadas à energia elétrica, podem ser recarregadas e possuem polos positivo e negativo.
- “Como deve ser feito o descarte de pilhas e de baterias?”. É esperado que os estudantes apontem que elas devem ser devolvidas aos fabricantes ou destinadas a empresas especializadas em sua reciclagem, pois seus constituintes são tóxicos, não podendo ser descartadas no lixo comum. Esse assunto é explorado na seção **Falando de... Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos**, localizada ao final da **Unidade 3** no **Livro do Estudante**.

A abertura do tema conta com uma tirinha relacionada com as pilhas e sua utilização. Peça aos estudantes que um deles se voluntarie para ler a tirinha em voz alta. Incentive a turma a fazer comentários sobre o que entenderam e a relação da tirinha com a utilização de pilhas.

## » Pilha de Daniell

Se desejar, após as explicações sobre a pilha de Daniell, faça um resumo no quadro do que foi visto, escrevendo nele a tabela a seguir. É possível preencher as informações da tabela com os estudantes, solicitando a voluntários que se dirijam ao quadro e identifiquem a semirreação, o polo, o nome, a solução e a barra de metal referentes ao zinco e ao cobre.

Eletrodo	Zinco	Cobre
Semirreação	Oxidação	Redução
Polo	Negativo	Positivo
Nome	Ânodo	Cátodo
Solução	Mais concentrada	Mais diluída
Barra de metal	Corrosão	Aumento de massa

## » Diferença de potencial das pilhas (ddp)

Antes de apresentar a tabela com os potenciais de redução, comente que cada metal possui uma capacidade própria de doar elétrons, portanto cada um deles apresenta uma tendência maior ou menor de oxidar ou de reagir quando comparado a outro metal.

Comente que Volt é a unidade de medida da diferença de potencial elétrico ou de tensão elétrica (que corresponde ao potencial de transmissão de energia) usada no Sistema Internacional de Unidades, cujo símbolo é V. O nome dessa unidade de medida homenageia o físico e químico italiano Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827), criador da pilha voltaica, precursora da bateria. O aparelho usado para medir a diferença de potencial é o voltímetro.

Explique aos estudantes que, para medir a diferença de potencial dos elementos, é necessário estabelecer um eletrodo-padrão como referência. Adotou-se o eletrodo de hidrogênio como padrão, que é constituído de gás hidrogênio, sob pressão de 1 atm, em solução 1 molar de  $H^+$  a 25 °C. A ele foi associado o valor de potencial nulo (0), tanto para redução quanto para oxidação.

A partir desta padronização, é possível medir o potencial de outros eletrodos. Para isso, basta conectá-los na forma de pilha e usar um voltímetro para determinar a ddp (diferença de potencial). Com estes dados podemos determinar se um metal vai oxidar ou se seus íons vão reduzir. Logo, quem tiver o maior valor de  $E_{ored}$  irá reduzir. Eletrodos com baixo valor de potencial de redução (valores negativos indicam baixa capacidade de sofrer redução) possuem maior tendência de oxidar. Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o texto indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

## » Tipos de pilha

Se desejar, forneça aos estudantes mais informações sobre outros tipos de pilha. Por exemplo:

- Pilha alcalina: o ânodo dessa pilha é formado por zinco (Zn) ou cádmio (Cd), que são metais de alto poder de oxidação, e são usados eletrólitos básicos, como o hidróxido de potássio (KOH) ou o hidróxido de sódio (NaOH).
- Pilha de lítio e iodo: esta pilha é muito utilizada em marca-passos, aparelho de regulação dos batimentos cardíacos, e atinge uma ddp de 2,8 V. Ela é pequena, leve e tem longa durabilidade (de 8 a 10 anos) sem prejudicar a saúde. O ânodo é feito de lítio (Li) e o cátodo de um composto complexo de iodo.
- Pilha de íon-lítio: muito usada em aparelhos celulares. Seu mecanismo de oxirredução acontece pela movimentação dos íons de lítio e seu potencial chega a 3,5 V.
- Pilha de mercúrio e zinco: utilizada em relógios de pulso ou calculadoras, pois apresenta uma ddp média de 1,35 V. Essa pilha conta com ânodo de zinco (Zn) e cátodo com uma pasta de óxido de mercúrio (HgO).
- Pilha combustível: como sugere a sua denominação, esse tipo de pilha converte a energia da combustão em energia elétrica. A mais comum é a de formação da água. Caso queira saber mais sobre ela, faça a leitura sugerida na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Oriente os estudantes a acessar o *link* disponibilizado no boxe **Espaços de aprendizagem** para aprofundar seus estudos sobre pilhas e baterias.

Após o estudo do tema, realize com os estudantes a atividade sugerida na seção **Ampliando**, que propõe a criação de um gerador químico.

## » Baterias

Ao iniciar o trabalho com o assunto, pergunte aos estudantes sobre aparelhos cujo funcionamento depende de baterias. Peça que citem exemplos de seu cotidiano. É possível que eles apontem relógios, computadores, celulares e televisores. Com base nesses exemplos, aproveite para desenvolver o tema contemporâneo transversal relacionado à ciência e à tecnologia, uma vez que o uso de baterias está relacionado ao desenvolvimento tecnológico.

## #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre potencial-padrão, leia o artigo proposto a seguir. LOPES, A. R. C. Potencial de redução e eletronegatividade: obstáculo verbal. **Química Nova na Escola**, n. 4, nov. 1994. Disponível em: <http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc04/conceito.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.
- Para saber mais sobre a pilha combustível, leia o texto a seguir. VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. **Química Nova na Escola**, n. 15, maio 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Ampliando

O objetivo desta atividade é criar um gerador químico elétrico simples a partir do suco de limão. Para realizá-la são necessários os seguintes materiais: limão, faca, lâmpada de LED ou voltímetro, placa de cobre (sugere-se uma moeda de cobre limpa com palha de aço), placa de zinco (pode ser um prego limpo com palha de aço), palha de aço e dois fios elétricos com garras de jacaré (encontrado em lojas de material eletrônico ou de construção). O procedimento experimental é descrito a seguir:

- Use a faca para fazer dois cortes pequenos na casca do limão e, depois, insira em um deles a placa de cobre e, no outro, a placa de zinco.
- Conecte os fios elétricos com as garras de jacaré de modo que uma garra seja fixada na placa de cobre e a outra, na placa de zinco.
- As outras extremidades de cada um desses dois fios devem ser conectadas à lâmpada de LED ou ao voltímetro.
- Caso utilize o voltímetro, ele mostrará a quantidade de corrente elétrica produzida. Se a opção for pela lâmpada de LED, ela acenderá.

O limão possui íons  $H^+$  em meio aquoso e, por isso, seu suco é uma solução eletrolítica, ou seja, que possui espécies químicas com cargas positivas e negativas. Devido ao maior potencial de oxidação, a placa de zinco perderá elétrons, enquanto na placa de cobre ocorrerá a redução dos íons  $H^+$  presentes no limão (eletrólito). Desse modo, a placa de zinco passa a ser o ânodo e a de cobre, o cátodo. É possível utilizar laranja e tomate no lugar do limão, pois ambos também são ácidos. O interessante é demonstrar ao estudante os elementos de um circuito elétrico simples, retomando os assuntos estudados na **Unidade 2** relacionados com circuitos elétricos. Se optar por fazer essa atividade, verifique a possibilidade de o(a) docente de Física participar da aula.

Sugerimos que ela seja realizada apenas por você, professor(a), com o intuito de evitar qualquer dano aos estudantes em razão do manuseio de faca.

## Tema 3 • Eletrólise

Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: eletrólise, composição, como funciona, os diferentes tipos, características e aplicabilidade. Ao iniciar a aula, faça alguns questionamentos que permitam levantar o conhecimento prévio dos estudantes e despertar seu interesse para os assuntos trabalhados neste tema. Apresentamos, a seguir, algumas sugestões de perguntas.

- “Vocês já ouviram falar em joias banhadas a ouro? O que isso significa?”. Espera-se que os estudantes já tenham ouvido essa expressão. Verifique as explicações deles para objetos com essa característica. É possível que alguns deles respondam que o banho de ouro seria uma camada de ouro externa à semijoia.
- “Como são obtidas as semijoias banhadas a ouro?”. É provável que eles digam que as peças são mergulhadas em ouro para cobri-las com esse metal, deixando-as mais bonitas e mais parecidas com as peças de ouro. Explique aos estudantes que esse processo é denominado galvanoplastia e consiste em banhar peças numa solução de sais de ouro, na qual passa uma corrente elétrica (eletrólise) que fixa o metal (no caso, o ouro) nelas. Geralmente as peças são banhadas mais de uma vez, procedimento que melhora sua qualidade, brilho e durabilidade. Por isso elas são chamadas de semijoias. Retome essa explicação durante o estudo da galvanoplastia.
- “Vocês já ouviram falar sobre cromagem, niquelação ou prateamento?”. Esses processos são menos comuns, mas é possível que já tenham ouvido falar sobre eles. Explique que esses processos também envolvem a galvanoplastia, mas, nesses casos, usa-se o cromo, o níquel e a prata, respectivamente. A finalidade desses procedimentos é conferir mais resistência e durabilidade aos objetos, podendo também ser aplicados para fins estéticos.

A abertura deste tema apresenta as medalhas de ouro utilizadas na premiação dos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro, realizados em 2016. As medalhas também são produzidas por galvanoplastia, processo que é estudado neste tema.

### » Diferenciando pilha de eletrólise

Utilize o esquema que sintetiza as informações básicas referentes à pilha e à eletrólise e peça aos estudantes que o expliquem. É possível que concluam que eletrólise é o inverso da pilha.

A força eletromotriz (fem ou  $E$ ) de uma pilha ( $\Delta E^\circ$ ), nas condições-padrão, é dada pela diferença dos potenciais-padrão ( $U$  ou  $ddp$ ) de cada eletrodo da pilha, expressa em volts (V). Este valor geralmente é encontrado nas embalagens e rótulos de pilhas.

Se  $\Delta E^\circ > 0 \rightarrow$  a reação de oxirredução é espontânea.

Se  $\Delta E^\circ < 0 \rightarrow$  a reação de oxirredução não é espontânea.

### » Como acontece a eletrólise

Destaque a importância da eletrólise, que possui muitas aplicações na indústria química, tanto na produção de metais, como sódio, magnésio, potássio, alumínio e outros, quanto na produção de não metais, como cloro, hidrogênio e flúor. Por meio dela também podem ser obtidas substâncias, como o hidróxido de sódio (soda cáustica) e o peróxido de hidrogênio (água oxigenada).

Reforce que na eletrólise são usados eletrodos inertes, como o carbono grafite (grafita) ou a platina; uma corrente elétrica contínua, com uma voltagem suficiente; e íons livres. A reação não é espontânea. Há, portanto, gasto de energia e os potenciais calculados nas eletrólises são sempre negativos.

## » Tipos de eletrólise

Explique aos estudantes que nesta reação os não metais precisam de 2 átomos para fazer a ligação covalente no final. Por isso, são necessários dois cloretos de sódio ( $2\text{NaCl}$ ), que formam  $2\text{Na} + \text{Cl}_2$ . Reforce que a quantidade de elétrons trocados deve ser a mesma.

Comente com os estudantes que a eletrólise em meio aquoso é mais utilizada que a ígnea, porque a água tem a propriedade de dissociar íons de sais solúveis, evitando, assim, um grande gasto de energia, energia essa necessária para fundir os sais na eletrólise ígnea.

## » Galvanoplastia

Neste momento, é possível retomar a página de abertura. Solicite aos estudantes que avaliem a hipótese previamente criada por eles para explicar o valor monetário das medalhas olímpicas. Então, peça que, tendo estudado a galvanoplastia, expliquem o motivo de essas medalhas não custarem tanto quanto o valor estimado apresentado. É esperado que concluam que as medalhas recebem um banho de ouro; assim, por não serem integralmente constituídas por esse material, seu valor monetário se mostra abaixo do que seria caso fossem feitas apenas de ouro.

## » Análise quantitativa da eletrólise

As leis de Faraday são conhecidas como as leis da eletrólise. Se desejar, explique-as aos estudantes, com base nas informações a seguir.

A primeira lei de Faraday afirma que a massa ( $m$ ) de uma substância produzida ou consumida numa reação de eletrólise é diretamente proporcional à quantidade de carga ( $Q$ ) que atravessa o sistema, ou ainda diretamente proporcional à intensidade da corrente ( $i$ ) que passa pelo eletrólito.

A segunda lei de Faraday propõe que, na eletrólise, a massa de uma substância produzida é diretamente proporcional ao equivalente-grama ( $E$ ) dessa substância. É possível trabalhar essas leis com o(a) docente de Física. Verifique sua disponibilidade para contribuir com a aula.

# Tema 4 • Eletricidade no corpo humano

Neste tema são analisados os seguintes tópicos: eletricidade no corpo humano, eletricidade no tecido nervoso, transmissão de impulsos nervosos e eletricidade no coração. Esse tema possibilita a compreensão do funcionamento do corpo humano, considerando diferentes níveis de organização biológica. Para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e planejar o andamento das aulas, é possível fazer perguntas de diagnóstico, como:

- “Quais fenômenos do corpo humano estão relacionados à eletricidade?”. É possível que eles afirmem que os impulsos nervosos do sistema nervoso envolvem a transmissão de impulsos elétricos. Explique a eles que, nas mitocôndrias, o transporte de elétrons possibilita a propulsão de prótons para o espaço entre a membrana externa e interna da mitocôndria. A reentrada de prótons gera uma força próton-motriz que possibilita a fosforilação do ADP, formando ATP, um composto importante para a fisiologia celular. É possível fazer uma breve revisão no quadro para explicar a respiração celular, se desejar.

- “Qual é a vantagem da sinalização elétrica no tecido nervoso?”. É provável que os estudantes mencionem a velocidade da transmissão do impulso elétrico, o que possibilita as respostas rápidas do organismo. A sinalização hormonal pode demorar algumas horas e ser mais prolongada.

A abertura do tema conta com uma imagem de marca-passo. Esse dispositivo foi criado para regularizar os batimentos cardíacos de pacientes com alguns tipos de arritmias. Assim, o coração pode realizar batimentos rítmicos e coordenados, evitando a falta de oxigênio e/ou nutrientes para partes do corpo. A sinalização elétrica possibilita a coordenação da contração das células cardíacas; se o controle for interrompido ou desregulado, o paciente pode desenvolver um quadro de arritmia, comprometendo o funcionamento do órgão.

Comente com os estudantes que a eletricidade pode ser usada para que sejam realizados exames diagnósticos, tais como o eletrocardiograma e o eletroencefalograma. O eletrocardiograma consiste em uma série de eletrodos colocados no tórax do paciente. Desse modo, é possível registrar os batimentos cardíacos e diagnosticar doenças cardíacas de acordo com o padrão de sinalização elétrica. A abordagem desses assuntos é uma forma de se trabalhar o tema contemporâneo transversal relacionado à saúde.

Se desejar, mencione que alguns peixes possuem a capacidade de gerar eletricidade. A maior parte dos peixes-elétricos, como são conhecidos, de modo geral, apresenta um órgão capaz de gerar energia elétrica para a comunicação e para a navegação. Contudo, os peixes da espécie *Electrophorus electricus*, conhecidos como poraquês, têm três órgãos elétricos capazes de gerar eletricidade de voltagem relativamente alta, utilizada para caçar e se defender. Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### » **Eletricidade no tecido nervoso**

Ao comentar sobre o sistema nervoso, ressalte aos estudantes que as glândulas endócrinas também participam do controle das funções dos sistemas biológicos. No caso, elas produzem hormônios que regulam o funcionamento de outros órgãos, promovendo ou inibindo determinadas respostas fisiológicas.

Mencione que o sistema nervoso também é composto por células gliais, que atuam na proteção e na nutrição dos neurônios. Como este tema se refere especificamente aos fenômenos elétricos do corpo humano, as células da glia não são detalhadas neste momento.

### » **Transmissão de impulsos nervosos**

Ao trabalhar a transmissão de impulsos nervosos, se desejar, apresente aos estudantes a coordenação e sinalização nervosa no ato reflexo. Nesse sistema, apenas três neurônios podem coordenar a contração muscular, evitando a ocorrência de lesões no organismo. No caso, neurônios sensoriais enviam informações à medula espinal; interneurônios localizados na medula podem redirecionar esse sinal a neurônios motores; ou os sinais podem ser transmitidos diretamente a neurônios motores. Os neurônios motores, por fim, conduzem os sinais de resposta aos músculos ou aos órgãos que vão efetuar a resposta de reflexo. Portanto, nem toda sinalização nervosa passa pelo encéfalo. No exemplo do ato reflexo, neurônios medulares em associação com neurônios sensoriais e motores regulam a contração dos músculos dos membros inferiores. A resposta rápida possibilita um movimento rápido de defesa diante do estímulo.

Para que os estudantes compreendam o transporte de partículas carregadas nas células, é necessário conhecer as propriedades da membrana plasmática. Utilize o boxe **Saiba mais** para destacar as diferenças entre transporte passivo e transporte ativo.

Ao finalizar o estudo da transmissão de impulsos nervosos, oriente-os a realizar a atividade sugerida na seção **Ampliando**.

### » **Eletricidade no coração**

A manutenção do ritmo cardíaco não necessita do controle do sistema nervoso. Explique aos estudantes como o nó sinoatrial é importante para ditar o ritmo cardíaco e como os impulsos elétricos são propagados no coração. Se o funcionamento do nó sinoatrial não for adequado, o coração pode passar por arritmia, sendo provável uma interrupção do fluxo cardíaco, o que pode levar à morte.

### **#FICA A DICA, Professor!**

- Para aprofundar os estudos sobre eletricidade na fauna, acesse o seguinte *link*: JULIÃO, A. Nova espécie de peixe-elétrico emite a maior voltagem já registrada em um animal. **Agência Fapesp**, 11 set. 2019.

Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/nova-especie-de-peixe-eletrico-emite-a-maior-voltagem-ja-registrada-em-um-animal/31422/>. Acesso em: 16 set. 2020.

### **Ampliando**

Se desejar, utilize o simulador disponibilizado no *link* [https://phet.colorado.edu/sims/html/neuron/latest/neuron\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/neuron/latest/neuron_pt_BR.html) (acesso em: 9 set. 2020) para que os estudantes desenvolvam a interpretação de modelos explicativos e gráficos sobre a função dos impulsos nervosos. Antes da atividade, verifique se a escola apresenta um laboratório de informática compatível com o simulador. Em seguida, teste o simulador no computador da escola e faça um roteiro impresso para os estudantes. No roteiro deve haver instruções mínimas para que eles manipulem o experimento virtual e atividades para verificação de conceitos. Se a escola não contar com computadores e os estudantes não puderem desenvolver a atividade, é recomendável imprimir e realizar a atividade impressa.

O simulador é iniciado com o potencial de repouso, ou seja, não há estímulo na região dos dendritos. No ícone “legenda” é possível visualizar as proteínas de membrana e os íons envolvidos nesse processo. O ícone “mostrar” pode ser ativado para a visualização de todos os íons, cargas, concentrações e o gráfico de potencial. Pergunte aos estudantes: “Qual íon é mais concentrado no espaço intracelular quando o neurônio está em repouso?”. Como visto no esquema, o íon potássio ( $K^+$ ) está mais concentrado. “Qual é o íon mais concentrado no espaço extracelular em repouso?”. O íon sódio ( $Na^+$ ) é mais concentrado no espaço extracelular. “O que acontece quando clicamos no botão estimular neurônio?”. Nesta situação, ocorre uma entrada rápida de sódio no neurônio, alterando o potencial de membrana e, em seguida, há uma saída dos íons potássio e, gradualmente, o neurônio recupera o seu potencial de repouso.

O trabalho com o simulador favorece a mobilização da habilidade **EM13CNT301**, proporcionando o exercício do pensamento científico, a construção de hipóteses e a interpretação de modelos explicativos. Além disso, possibilita o desenvolvimento da **competência geral 5**, ao levar os estudantes a compreender e utilizar tecnologias digitais para a produção de conhecimentos.

## Falando de... Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos

Esta seção permite incentivar a educação ambiental por meio do descarte correto de pilhas, baterias e equipamentos eletrônicos. Para iniciar esta seção, pergunte aos estudantes se eles acreditam que todos os resíduos possam ser descartados nas lixeiras, sem a devida separação. É esperado que respondam que não, sendo importante a separação de resíduos orgânicos e resíduos recicláveis. Então, questione-os quanto às pilhas, às baterias e aos produtos eletroeletrônicos. Espera-se que eles respondam que não devem ser destinados junto aos resíduos domésticos, já que podem contaminar o ambiente por conterem elementos tóxicos.

Aproveite o assunto para comentar que o destino correto de cada material depende de alguns fatores e características da sua composição, como: sua natureza física (seco e molhado); sua composição química (matéria orgânica e matéria inorgânica); seus riscos potenciais ao ambiente (perigosos, não inertes e inertes), entre outros.

Explique aos estudantes a diferença entre lixões a céu aberto e aterros sanitários. No lixão não é feito o controle dos materiais descartados, o que pode provocar danos ambientais. O aterro sanitário é um projeto de engenharia em que o solo precisa ser preparado; ele deve ser nivelado e impermeabilizado para que nenhuma substância possa contaminá-lo ou atingir os lençóis freáticos. Neste processo, são colocadas camadas de solo sobre os rejeitos e a decomposição das substâncias é monitorada, garantindo um controle ambiental (como a drenagem do chorume e dos gases produzidos, que podem ser reaproveitados economicamente).

Se achar pertinente, diga que a Resolução n. 257/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) determina que os fabricantes e importadores de pilhas e baterias (que tenham cádmio, mercúrio ou chumbo em sua composição) devem implantar mecanismos operacionais para a neutralização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada das pilhas e baterias. Se desejar, leia essa resolução acessando o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### #FICA A DICA, Professor!

- Caso queira saber mais sobre a Resolução n. 257/99, acesse: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 257, de 30 de junho de 1999. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>. Acesso em: 9 set. 2020.
- Caso queira saber mais sobre o Decreto 10.240/2020, acesse: BRASIL. Decreto n. 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/Decreto/D10240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/Decreto/D10240.htm). Acesso em: 9 set. 2020.



## Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Campo magnético): 6 aulas;
- Tema 2 (Força magnética): 6 aulas;
- Tema 3 (Indução eletromagnética): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

## A BNCC nesta Unidade

**Competências gerais:** 1, 2, 4 e 5

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1, 2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT307, EM13CNT308, EM13CNT309

Esta Unidade propicia o estudo dos fenômenos magnéticos, tanto os naturais quanto os causados por correntes elétricas, que ocorrem na natureza e no mundo tecnológico, visando ao entendimento de suas aplicações nas finalidades a que se destinam. É possível desenvolver a **competência específica 1** ao destacar o estudo de fenômenos naturais e de processos tecnológicos baseando-se nas interações entre matéria e energia. Ao abordar o magnetismo terrestre, permite-se que os estudantes analisem e interpretem o funcionamento da Terra, desenvolvendo, portanto, a **competência específica 2**. Além disso, em alguns momentos da Unidade, os estudantes são incentivados a investigar situações-problema que possam fazer parte de seu cotidiano e avaliar as aplicações dos conhecimentos científicos. Deste modo, a Unidade também permite o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, ela foi estruturada em três temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** proporciona o estudo do campo magnético. É apresentado um breve histórico desse estudo, destacando-se o funcionamento de ímãs. Aborda-se, também, o campo magnético terrestre e o campo produzido por correntes. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Neste tema, é possível desenvolver a **competência geral 1**, pois os estudantes poderão compreender e valorizar aspectos históricos relativos ao magnetismo. Destacam-se as observações feitas por filósofos gregos de algumas propriedades magnéticas de minerais, e como os conhecimentos que produziram refletiram na construção de instrumentos, como as bússolas, utilizadas ao longo de séculos. Também é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT307**, pois eles poderão compreender as aplicações dos materiais no cotidiano considerando suas propriedades magnéticas.

Além disso, os conteúdos do tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, pois os estudantes são requisitados a analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos. Essa habilidade também é mobilizada na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema. Também é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT107**, pois os estudantes vão realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de bobinas com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos. Essa habilidade também é mobilizada na atividade **3** da seção **Atividades** deste tema.

Na atividade **2** da seção **Atividades**, é possível a mobilização da habilidade **EM13CNT303**, pois os estudantes deverão interpretar um texto de divulgação científica sobre temáticas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no caso, o polo magnético da Terra, e responder às questões relacionadas a ele.

Ao longo do tema, os estudantes são incentivados a montar um circuito elétrico simples com uma bússola e interpretar os resultados obtidos. A interpretação de resultados experimentais é um modo de mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, além de desenvolver a **competência geral 2**, relacionada à abordagem própria da Ciência por meio da investigação e análise crítica da situação proposta.

Em outros momentos deste tema e na seção **Atividades** são usados conhecimentos das linguagens matemática e científica para expressar informações relativas ao conteúdo. Portanto, é possível o desenvolvimento da **competência geral 4**.

O **Tema 2** apresenta a força magnética sobre cargas em movimento e o movimento da partícula carregada em um campo magnético uniforme, destacando movimento paralelo, perpendicular e oblíquo. Além disso, são abordados assuntos relacionados à força sobre condutor reto percorrido por corrente elétrica e à força entre condutores paralelos percorridos por corrente elétrica. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Na abertura do tema são feitos alguns questionamentos sobre a matriz energética e o setor de transportes. Esses questionamentos possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, pois os estudantes terão de investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. Além disso, mobiliza a habilidade **EM13CNT309**, pois requer a análise de questões socioambientais relacionadas à dependência mundial das fontes de energia não renováveis, destacando a necessidade de introduzir novas tecnologias energéticas em relação aos tipos de motores.

Ao longo do tema e na seção **Atividades** são usados conhecimentos das linguagens matemática e científica para expressar informações relativas ao conteúdo. Portanto, contribui-se para o desenvolvimento da **competência geral 4**.

Na seção **Oficina científica**, os estudantes poderão construir um motor elétrico a partir dos materiais e de parte dos procedimentos indicados. Essa seção permite o desenvolvimento da **competência geral 2** ao incentivar a criatividade e a curiosidade intelectual dos estudantes, além de favorecer a utilização dos procedimentos e da linguagem própria da Ciência. Durante a montagem do motor, são feitos alguns questionamentos que, para serem respondidos, exigem a interpretação dos dados obtidos pelo experimento, possibilitando a mobilização das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT205**.

Nas atividades **1** e **2** da seção **Atividades** deste tema, é possível que os estudantes mobilizem a habilidade **EM13CNT301**, pois eles terão de elaborar hipóteses e fazer previsões sobre as situações expressas, além de representar modelos explicativos.

O **Tema 3** apresenta a indução eletromagnética. Destacam-se, pois, os conceitos de fluxo magnético e de corrente elétrica induzida. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os assuntos abordados neste tema possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT308**, pois permitem que os estudantes analisem o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, e da habilidade **EM13CNT107**, pois eles terão de fazer previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de transformadores e bobinas, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos, visando à proposição de ações sustentáveis. Essa habilidade também pode ser desenvolvida na atividade **4** da seção **Atividades**.

Na abertura do tema são feitos alguns questionamentos sobre o funcionamento de equipamentos com base em suas propriedades eletromagnéticas. Para tanto, os estudantes são desafiados a levantar hipóteses sobre o seu funcionamento, sendo possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**.

No decorrer do tema, apresentam-se as contribuições de Faraday, de Henry e de Lenz para a proposição da indução eletromagnética. Ao valorizar os conhecimentos construídos sobre o mundo físico para a explicação da realidade, é possível desenvolver a **competência geral 1**.

Os estudantes são incentivados a usar conhecimentos das linguagens matemática e científica para expressar informações relativas ao conteúdo, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 4**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, eles têm a oportunidade de rever os conteúdos abordados ao longo dos temas. Na atividade **1**, os estudantes podem mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois vão representar modelos explicativos sobre a construção de um motor elétrico. Na atividade **2**, é possível que eles mobilizem a habilidade **EM13CNT308** quando investigarem o funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos para compreender tecnologias contemporâneas. Na atividade **3**, os estudantes podem mobilizar a habilidade **EM13CNT107**, pois vão fazer previsões sobre o percurso de uma carga elétrica no interior de um tubo de raios catódicos.

Na seção **Falando de... Magnetismo terrestre** são apresentados os fenômenos da aurora boreal e da aurora austral como evidências do magnetismo terrestre. Em uma das atividades desta seção, é solicitado aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre biomagnetismo e façam uma apresentação dos resultados aos colegas. É possível que eles usem tecnologias digitais de comunicação para disseminar informações. Portanto, há o desenvolvimento da **competência geral 5**.

## Tema 1 • Campo magnético

Neste tema são abordados os conceitos de ímãs, campo magnético terrestre, campo produzido por um fio retilíneo, campo no centro de uma espira circular e campo no interior de um solenoide. A fim de levantar o conhecimento prévio dos estudantes, sugerimos que sejam realizados os seguintes questionamentos, entre outros:

- “O planeta Terra possui outro tipo de campo, além do campo gravitacional?”. É possível que eles associem o planeta somente ao campo gravitacional produzido por ele. Sabe-se que a Terra se comporta como um grande ímã, possuindo um campo magnético bastante intenso, conforme é estudado no tema. Verifique se os estudantes mencionam algo relacionado ao magnetismo terrestre.

- “Qual é o princípio de funcionamento de uma bússola?”. Não se espera que os estudantes saibam a resposta dessa questão neste momento, mas que refletem sobre o assunto. Verifique suas explicações. É possível anotá-las no quadro e solicitar que as corrijam conforme o estudo do tema. No caso, a bússola possui uma agulha magnetizada e, devido a isso, sofre interferência do campo magnético terrestre. O polo Norte da bússola é atraído pelo polo Sul do campo magnético terrestre. Em razão disso, convencionou-se que o polo Sul magnético da Terra seria chamado de Norte geográfico, de modo que os viajantes pudessem utilizar a bússola sem maiores confusões. Hoje sabemos que eles não estão localizados no mesmo lugar, havendo uma diferença angular entre o eixo de rotação e o eixo magnético da Terra.

Na abertura desse tema é apresentada uma placa de advertência colocada em área de forte campo magnético. Essa placa é usada para introduzir o conceito de campo magnético, demonstrar uma de suas importantes aplicações, bem como os riscos que uma corrente elétrica induzida, em razão da variação de campo magnético, representa para pessoas que possuem marca-passo. Aproveite para destacar que alertas desse tipo são importantes para garantir a integridade física das pessoas.

### » **Magnetismo**

Ao trabalhar o assunto, incentive os estudantes a valorizar os aspectos históricos relacionados ao magnetismo, destacando a contribuição de diferentes civilizações para sua proposição.

### » **Os ímãs**

É importante salientar aos estudantes que o campo magnético é mais intenso em pontos próximos aos polos magnéticos. Na seção **Ampliando**, é sugerida uma atividade prática em que eles poderão observar as linhas de campo magnético produzidas por um ímã.

Se julgar pertinente, explique aos estudantes que alguns materiais, quando na presença de um campo magnético, tornam-se ímãs. Esses materiais são classificados como diamagnéticos, ferromagnéticos e paramagnéticos.

Quando expostos a um campo magnético externo, os átomos de materiais diamagnéticos estabelecem um campo magnético no sentido contrário a que este material foi submetido. Essas propriedades só duram enquanto estes materiais estiverem expostos a um campo magnético externo, ou seja, elas cessam assim que o campo externo for removido. O bismuto e o chumbo são exemplos de materiais diamagnéticos.

Alguns materiais, quando submetidos a um campo magnético externo, adquirem um campo magnético no mesmo sentido do campo externo a que foram submetidos. Estes materiais são chamados de ferromagnéticos e, ao contrário dos diamagnéticos, quando o campo externo é removido, eles permanecem com o campo adquirido. São exemplos desses materiais o ferro e o níquel. A agulha utilizada na confecção da “bússola d’água” é um material ferromagnético.

Por fim, os materiais paramagnéticos possuem elétrons desemparelhados, que na presença de um campo magnético externo se alinham no mesmo sentido do campo externo a que foram submetidos. Do mesmo modo que os materiais diamagnéticos, seus campos desaparecem quando o campo magnético externo for retirado.

## » Campo magnético terrestre

Se desejar, construa com os estudantes uma bússola simples. Peça-lhes que leiam as orientações no *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

## » O campo produzido por correntes

Ao abordar o campo em torno de um fio reto, um procedimento experimental que pode ser realizado é ligar os extremos de uma pilha com um pequeno circuito contendo uma lâmpada, fios de ligação e um interruptor. Mostre que, ao ligar o interruptor, a agulha de uma bússola se orienta de acordo com o campo em torno do fio. Coloque a bússola em diversas posições em torno do fio de modo a mapear o campo nessa região.

Ao tratar de campo no centro de uma espira circular, explique a eles que as bobinas são capazes de armazenar a energia elétrica criada em um campo magnético, sendo essenciais em diversos equipamentos. Pode-se citar, por exemplo, a utilização da bobina em lâmpadas fluorescentes. Elas também são usadas em transformadores, dispositivos de corrente alternada que funcionam baseados nos princípios eletromagnéticos das leis de Faraday e de Lenz. Eles alteram as tensões para que os aparelhos não sejam danificados. Caso deseje saber mais sobre transformadores, acesse o *link* na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Para ilustrar o que é um solenoide e o sentido do campo em seu interior, pegue um fio rígido e o enrole no formato do solenoide, de modo que seu interior tenha espaço suficiente para a passagem de um braço. Isso permite mostrar, de forma ampliada, como determinar o sentido das linhas de campo em seu interior.

### #FICA A DICA, Estudante!

- Para saber como construir uma bússola simples, acesse o *link* a seguir. RAMOS, M. **Faça sua própria bússola! Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)**. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=802&sid=3>. Acesso em: 9 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre o princípio de funcionamento dos transformadores, acesse o *link* indicado. SILVA, L. F. N. da. Princípio do funcionamento do transformador. **Boletim Técnico**, Laboratório de Qualidade da Energia Elétrica (LAQEE), Unesp, Ilha Solteira, n. 20, ago. 2015. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/Iqee1668/boletim-20.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Ampliando

Por meio dessa atividade pretende-se demonstrar as configurações e as propriedades dos campos magnéticos. Para tanto, são necessários os seguintes materiais: ímã, limalha de ferro (pode ser encontrada em serralheria) e folha de papel. Para a montagem do circuito, coloque o ímã sobre a folha de papel, pulverize limalha de ferro de maneira cuidadosa sobre o ímã e ao redor dele e peça aos estudantes que observem a configuração das linhas de campo magnético. Se julgar interessante, é possível repetir a demonstração para outros formatos de ímãs. Deste

modo, eles poderão compreender que a distribuição das linhas do campo magnético também depende do formato do ímã.

No caso desta atividade, explique que o ferro é um material ferromagnético e, por isso, seus dipolos se alinham na presença de um campo magnético externo. Desse modo, a limalha de ferro adquire propriedades magnéticas e passa a se comportar como um ímã, ajustando-se na direção do campo magnético externo e possibilitando a visualização das linhas.

## Tema 2 • Força magnética

Neste tema são abordados conceitos de força magnética sobre cargas elétricas em movimento, força sobre um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica, bem como a força entre condutores paralelos percorridos por corrente elétrica. Antes de iniciar o trabalho com o tema, sugere-se que sejam levantados os conhecimentos prévios dos estudantes, de modo a auxiliar o planejamento de seu trabalho. A seguir, são apontadas algumas sugestões.

- “Fios elétricos podem interagir entre si por meio de forças que possam causar atração ou repulsão?”. É pouco provável que eles identifiquem a presença de uma força magnética de interação entre os fios. Verifique suas respostas identificando suas concepções espontâneas sobre esse questionamento. Caso seja necessário, retome os assuntos estudados na **Unidade 2**, com relação aos fios elétricos.
- “O que acontece quando um elétron é lançado no interior de um campo magnético externo?”. É possível que os estudantes respondam que o campo magnético externo influenciará o movimento do elétron. Sabe-se que nem sempre o campo magnético externo interfere no movimento de uma carga elétrica, como, por exemplo, quando o movimento da carga apresentar a mesma direção e sentido das linhas de força do campo magnético.

Na abertura desse tema é apresentada uma fotografia que mostra um carro elétrico sendo abastecido em uma tomada. A força magnética é essencial para o funcionamento do motor elétrico, bem como para o movimento desse tipo de automóvel. A principal proposta para a substituição de veículos movidos por motores a combustão pelos que usam motores elétricos é a diminuição de gases poluentes, os quais contribuem, por exemplo, para as mudanças climáticas. Esse assunto é trabalhado na seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, da **Unidade 1** deste Volume. Se desejar, é possível retomar esse assunto neste momento, auxiliando os estudantes em suas respostas aos questionamentos propostos na abertura deste tema.

### » Força magnética sobre cargas em movimento

Neste momento, é possível retomar o questionamento inicial sobre a influência de um campo magnético externo no movimento de um elétron, sugerido para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Ao retomar a atividade, peça a eles que respondam novamente, verificando se houve mudança em suas respostas ou não.

### » Movimento da partícula carregada em um campo magnético uniforme

Ao comentar sobre o movimento perpendicular às linhas de força do campo magnético, se desejar, explique a eles as informações expressas a seguir. A força magnética é perpendicular

à velocidade, o que leva a partícula a descrever um movimento circular. Nessa situação, a força magnética se comporta como a resultante centrípeta que atua sobre a carga elétrica. Desse modo:  $F_M = m \cdot a_c$ , em que  $m$  representa a massa da carga e  $a_c$  representa a aceleração centrípeta dessa massa.

Considerando que a força magnética  $F_M$  é igual a:

$$F_M = |q| \cdot v \cdot B$$

Sendo  $q$  a carga elétrica da partícula,  $v$  a velocidade e  $B$  o campo magnético a que essa carga está submetida.

Substituindo na primeira equação, tem-se que:

$$|q| \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Assim:

$$R \cdot |q| \cdot v \cdot B = m \cdot v^2$$

Isolando  $R$ , tem-se que:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Onde  $R$  representa o raio da trajetória.

Uma importante aplicação desse conhecimento são os aceleradores de partículas. Nesses aparelhos, as partículas são aceleradas por campos elétricos e direcionadas por campos magnéticos até que se choquem com obstáculos diversos ou com outras partículas em movimento gerando grande quantidade de energia. Em 2013, um acelerador de partículas denominado Grande Colisor de Hádrons (LHC) confirmou a existência do bóson de Higgs, uma das maiores descobertas da Física daquela década.

Essa descoberta complementou o modelo-padrão da Física, ajudando a explicar o comportamento de partículas subatômicas. O bóson de Higgs é formado através de uma colisão de alta energia entre partículas que foram aceleradas à velocidade da luz. Caso queira saber mais sobre aceleradores de partículas, acesse os *links* disponíveis na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

## » **Força sobre condutor reto percorrido por corrente elétrica**

O entendimento deste assunto é importante, pois poderá auxiliar na compreensão de como funcionam os freios magnéticos e o motor elétrico. Ao final do trabalho com o assunto, faça algumas perguntas de diagnóstico, para avaliar o aprendizado dos estudantes até o momento.

## » **Força entre condutores paralelos percorridos por corrente elétrica**

Ao discutir com os estudantes as características de campo em torno do fio e da força sobre um fio reto, é possível concluir como o campo produzido pela corrente que percorre um fio interfere no outro, permitindo a identificação de casos de atração ou repulsão por meio da aplicação das regras da mão direita nº 1 e nº 2.

## » Oficina científica

Os objetivos desta oficina são:

- Construir um motor elétrico simples;
- Analisar o funcionamento dos componentes desse motor elétrico.

Para a realização da atividade, sugerimos dividir os estudantes em grupos grandes, dependendo da disponibilidade dos materiais necessários. Caso não seja possível, construa um único motor com a participação de toda a turma. Incentive os estudantes a exercer habilidades socioemocionais relacionadas ao trabalho em equipe, à cooperação e à comunicação, respeitando os colegas. Reserve um dia do cronograma escolar para a realização dessa atividade.

Se eles não conseguirem finalizar a montagem do motor, oriente-os conforme a sugestão a seguir. Peça-lhes que conectem um fio de cobre no polo positivo da pilha e sua outra extremidade em um dos eixos da bobina. Em seguida, eles devem conectar um fio de cobre no polo negativo da pilha e sua outra extremidade no eixo restante da bobina. Por fim, oriente-os a colocar o ímã sobre o suporte, de modo que fique aproximadamente na mesma altura da bobina. Caso a bobina não gire após ser estabelecido o contato com a pilha, pode ser necessário dar um impulso manual para fazê-la girar.

## #FICA A DICA, Professor!

Para saber mais sobre os aceleradores de partículas, acesse os *links* a seguir.

- CAIRES, L. Maior acelerador de partículas do mundo passa por um *upgrade*. O que vem por aí? **Jornal da USP**, 26 ago. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/maior-acelerador-de-particulas-do-mundo-passa-por-um-upgrade-o-que-vem-por-ai/>. Acesso em: 16 set. 2020.
- SOUZA, F. Sirius, maior acelerador de partículas do Brasil, revela primeiras imagens. **BBC Brasil**, 19 dez. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50862020>. Acesso em: 9 set. 2020.
- PRIMEIRO feixe de elétrons circula no acelerador de partículas Sirius. **Agência Fapesp**, 18 mar. 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/primeiro-feixe-de-eletrons-circula-no-acelerador-de-particulas-sirius/30025/>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Tema 3 • Indução eletromagnética

Neste tema são abordados conceitos de fluxo magnético, lei de Lenz e lei de Faraday. A fim de levantar o conhecimento prévio dos estudantes sobre esses conteúdos, sugerimos que seja feito o seguinte questionamento:

- “Como é possível transformar energia mecânica em energia elétrica, como acontece na hidrelétrica, por exemplo?”. É possível que eles relacionem o movimento das turbinas com a transformação da energia mecânica em elétrica, embora seja pouco provável que tenham o conhecimento do que realmente acontece. Neste momento, aproveite para retomar o estudo dessas e de outras usinas apresentadas na **Unidade 1**.

Com relação ao questionamento, as usinas hidrelétricas, assim como outros diferentes tipos de usinas, transformam a energia cinética em elétrica através da indução eletromagnética. A partir do momento em que há variação de fluxo magnético, surge uma corrente elétrica induzida para compensar essa variação. No caso das usinas, o movimento de rotação de uma bobina envolta em ímãs de campos magnéticos intensos resulta em uma variação do fluxo magnético sobre a bobina. Em razão disso, uma corrente elétrica induzida aparece na espira.

Usinas que adotam o mesmo princípio são as usinas eólicas e nucleares; as eólicas transformam a energia cinética do vento em elétrica, enquanto as nucleares utilizam o vapor d'água para este fim. Esse assunto é abordado no decorrer do tema; desse modo, sugere-se que a explicação sobre esse princípio não seja imediata, exercitando a curiosidade dos estudantes. Após a apresentação desse assunto, retome o questionamento proposto e explique a eles sua resposta.

- “Existe alguma relação entre o funcionamento de uma guitarra elétrica e o funcionamento de uma usina hidrelétrica?”. É possível que os estudantes não consigam estabelecer essa associação. Incentive-os a pensar nas possibilidades considerando seus conhecimentos. Valorize cada tentativa de associação. A guitarra elétrica também funciona por meio do princípio da indução eletromagnética, pois ela possui ímãs que geram o campo magnético. Quando as cordas vibram, ocorre variação de fluxo magnético e, consequentemente, aparece uma corrente elétrica induzida. Por fim, o sinal elétrico que chega no amplificador é transformado em sonoro pelos alto-falantes.

Na abertura desse tema é apresentada uma figura que mostra uma bobina sobre um ímã redondo, e fios ligados a uma lâmpada provavelmente acesa. Essa figura sugere que o campo magnético produzido pelo ímã pode produzir uma corrente elétrica capaz de acender a lâmpada.

### » **Corrente elétrica induzida**

Ao abordar a corrente elétrica induzida, é possível retomar os questionamentos propostos sobre esse assunto e explicar aos estudantes suas respostas. Este é um modo de mobilizar a habilidade **EM13CNT308**, pois os estudantes vão analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos para compreender as tecnologias contemporâneas.

Se eles demonstrarem interesse em conhecer mais sobre o funcionamento de usinas hidrelétricas, oriente-os a acessar o *link* da seção **#FICA A DICA, Estudante!** e a fazer a leitura indicada.

Na seção **Ampliando** é sugerida uma atividade prática envolvendo os conceitos de variação de fluxo magnético e corrente elétrica induzida. Se desejar, é possível realizá-la neste momento.

### **#FICA A DICA, Estudante!**

- Para saber mais sobre o funcionamento de uma usina hidrelétrica, acesse o *link* a seguir. PARANÁ. Secretaria de Educação. **Apagão**: funcionamento de uma usina hidrelétrica. Curitiba, 11 nov. 2009. Disponível em: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=314>. Acesso em: 9 set. 2020.

## Ampliando

Essa atividade demonstra que é possível criar corrente elétrica a partir da variação do fluxo magnético. Se desejar, oriente os estudantes a formar grupos e montar seus próprios aparatos, caso existam materiais suficientes para os grupos. Caso contrário, é possível montar apenas um aparato e fazer uma demonstração à turma.

Para a realização da atividade são necessários: ímã, 2 metros de fio condutor metálico (encontrado em casas de materiais elétricos) e bússola. O procedimento de montagem é descrito a seguir.

- Enrole o fio condutor metálico em torno de si mesmo, de modo que ele fique semelhante a uma bobina. Para isso, é preciso dar, aproximadamente, cinquenta voltas. A bobina obtida por meio do fio deve ficar com duas extremidades de dois metros cada.
- Desencapse 3 cm de uma das extremidades.
- Enrole a outra extremidade (não desencapada) na bússola, resultando em uma bobina com aproximadamente 50 voltas com uma bússola dentro.
- Desencapse e una as extremidades livres das duas bobinas.
- Antes de iniciar a atividade experimental, certifique-se de que a agulha da bússola esteja paralela às espiras da bobina.
- Aproxime e afaste o ímã da bobina. É possível inverter a polaridade e repetir o afastamento e a aproximação.



» Representação da montagem (imagem sem escala; cores-fantasia).

Peça aos estudantes que analisem os resultados obtidos e questione-os sobre eles. A corrente elétrica é criada por causa da variação do campo magnético no interior de uma bobina, que gera um campo magnético ao redor do fio capaz de defletir a agulha de uma bússola. O movimento de um ímã em uma das extremidades do circuito produz uma variação de fluxo magnético na bobina e, consequentemente, um campo magnético induzido, bem como uma corrente elétrica induzida.

A interação deste campo com a agulha magnetizada da bússola é responsável pela sua deflexão. A partir do momento em que a polaridade do ímã é invertida, pode-se observar uma inversão na deflexão da bússola.

É importante salientar que a existência de uma bobina nesta atividade é de extrema importância para a criação da corrente elétrica, pois ela amplifica a intensidade do efeito proporcionalmente ao número de espiras que a constitui.

Ao final, se desejar, solicite aos estudantes que elaborem um relatório sobre essa atividade. Determine tópicos fundamentais, como: introdução, materiais, procedimentos e resultados. Esse relatório pode constituir parte da avaliação dos estudantes sobre os assuntos do tema.

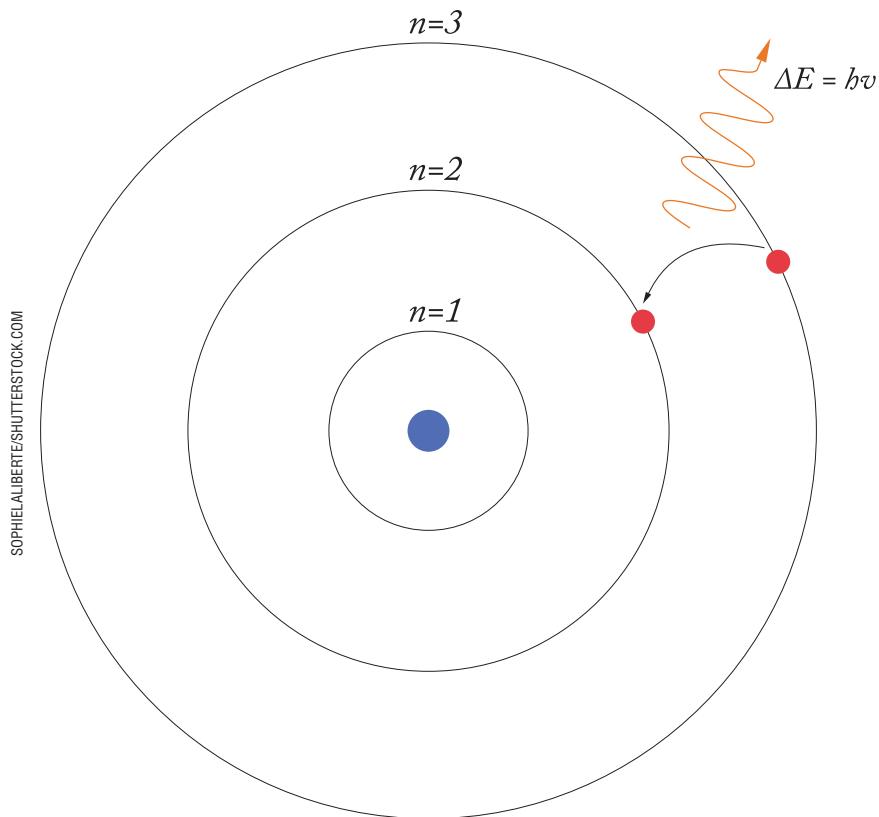
## Falando de... Magnetismo terrestre

Esta seção fornece informações sobre a formação da aurora boreal e da aurora austral. Ao trabalhar a seção, é possível destacar o modelo atômico de Bohr e o conceito do salto quântico.

Comente que este modelo divide a eletrosfera (região em que estão os elétrons) em 7 níveis ou camadas, que são representadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q. Cada camada comporta um número máximo de elétrons, representados a seguir: K = 2, L = 8, M = 18, N = 32, O = 32, P = 18 e Q = 8.

Explique que, no caso da aurora boreal e austral, quando as moléculas de oxigênio e nitrogênio interagem com o campo magnético, ocorre o salto quântico descrito no modelo atômico de Bohr, em que os elétrons das moléculas recebem energia externa e saltam para camadas mais externas e mais energéticas, atingindo o estado ativado ou excitado. Em seguida, os elétrons retornam à camada de origem (no estado fundamental), liberando a energia recebida na forma de luz visível.

Se desejar, faça um desenho no quadro conforme a figura a seguir, para auxiliar os estudantes na compreensão do salto quântico.



» Representação do modelo atômico de Bohr e do salto quântico (esquema sem escala; cores-fantasia).

## Unidade 1. Fontes de energia

1. Espera-se que os estudantes distingam fontes de energia de tipos de energia. Entre as principais fontes não renováveis estão o petróleo, o carvão mineral, o gás natural (combustíveis fósseis) e os materiais radioativos; entre as principais fontes de energia renovável estão a solar, a hidráulica e a eólica.
2. Espera-se que os estudantes comentem sobre a possibilidade de não depender de fontes tradicionais de energia que poluam o ambiente. Reforce a participação do cientista brasileiro no desenvolvimento desta pesquisa, incentivando e valorizando o estudo na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

### Tema 1: Fontes de energia não renováveis

1. Fontes de energia.
2. Resposta pessoal. Neste momento, não é esperado que os estudantes saibam diferenciar fontes de energia renováveis (placas que apontam para a esquerda) das fontes de energia não renováveis (placas que apontam para a direita), mas que reflitam sobre o assunto. O objetivo é que percebam a categorização das fontes em dois grupos distintos. É possível que alguns deles mencionem que as fontes à esquerda são constantemente renovadas na natureza e que as fontes à direita podem ser esgotadas com o uso.
3. Espera-se que os estudantes escolham uma das placas à direita, pois, de modo geral, os combustíveis fósseis são as fontes de energia mais utilizadas no mundo (petróleo, carvão e gás natural). Eles podem mencionar, por exemplo, a dependência do uso do petróleo e de seus derivados como fonte de energia, pois a manutenção da segurança energética e a disputa pelo seu controle são frequentemente associadas a conflitos em diversos países. No entanto, por se tratar de uma pergunta aberta, considere suas respostas e peça-lhes que as justifiquem.

### Atividades

1. Os dados sobre as reservas de petróleo se referem às comprovadas até o momento. Outros tipos de reservas podem ser descobertas e, por isso, constam como possíveis e prováveis, com base em dados geológicos.
  - a) Oriente Médio: 836,1 bilhões de barris (ou 836 100 000 000 barris).
  - b) Ásia-Pacífico: consumo diário de 35 863 mil barris (ou 35 863 000 barris).
  - c) Em 2018, a reserva mundial de petróleo era de 1 729,8 bilhões de barris (ou 1 729 800 000 000 barris) e o consumo mundial diário de petróleo era de 90 706 mil barris (ou 90 706 000 barris).

Para a resolução, basta somar as reservas de petróleo de cada região geográfica e o consumo mundial diário de petróleo.

d) Oriente os estudantes a desconsiderar anos bissextos no cálculo.

I. Determinar o consumo anual de petróleo:  
Consumo diário · 365 dias

$$90\ 706\ 000 \text{ barris/dia} \cdot 365 \text{ dias} = 33\ 107\ 690\ 000 \text{ barris/ano.}$$

II. Determinar em quantos anos o petróleo poderá se esgotar:

$$\begin{array}{rcl} \text{consumo} & \longrightarrow & 1 \text{ ano} \\ \text{reservas} & \longrightarrow & x \text{ anos} \end{array}$$

$$33\ 107\ 690\ 000 \text{ barris} \longrightarrow 1 \text{ ano}$$

$$1\ 729\ 800\ 000\ 000 \text{ barris} \longrightarrow x \text{ anos}$$

$$33\ 107\ 690\ 000 \cdot x = 1\ 729\ 800\ 000\ 000$$

$$x = 1\ 729\ 800\ 000\ 000 / 33\ 107\ 690\ 000 = 52 \text{ anos} \text{ (aproximadamente).}$$

e) Espera-se que os estudantes considerem em suas respostas que os combustíveis fósseis, como o petróleo, são as principais fontes energéticas utilizadas no mundo em razão de sua alta eficiência energética. Seu uso, contudo, envolve processos de combustão, que emitem gases poluentes na atmosfera, como o gás carbônico, um dos principais gases causadores do efeito estufa. O aumento das emissões desses gases tem ocasionado mudanças climáticas, cujos impactos envolvem a alteração do regime de chuvas, o derretimento de geleiras e a morte de diversos seres por uma série de fatores, como a sensibilidade à alteração da temperatura, a perda do local em que vivem, entre outros. Além disso, eles devem considerar que os estoques dessas fontes energéticas são limitados, como demonstra o cálculo feito no item d, para o petróleo.

f) Espera-se que os estudantes considerem que a busca por fontes energéticas alternativas é importante para minimizar, ou evitar, os impactos ambientais provocados pela emissão de gases poluentes oriundos do uso de combustíveis fósseis, como o petróleo; além disso, essa busca é importante para ampliar as possibilidades de fontes energéticas que possam ser utilizadas pelos países, já que os estoques dos combustíveis fósseis são limitados.

2. a) Carvão mineral, uma fonte de energia não renovável.

b) O carvão mineral é uma rocha sedimentar de origem fóssil, constituída por material originado de restos vegetais que foram soterrados há milhões de anos e passaram por transformações sob condições específicas de temperatura e de pressão. No passado, quando os vegetais encontrados em pântanos (áreas planas e alagadas em grande parte do tempo) morriam, eles eram cobertos por camadas de sedimento, conforme passavam parcialmente por decomposição em baixas concentrações de gás oxigênio. Com o tempo, sob influência de condições específicas de temperatura e de pressão, esses vegetais foram transformados em carvão mineral. Para ser utilizado, o carvão é extraído dos estoques presentes no solo, conhecidos por jazidas, por meio da mineração. Após a sua extração, ele é fragmentado e armazenado em depósitos, para, posteriormente, ser destinado às usinas. Nelas, ele é transformado em pó, o que possibilita seu maior aproveitamento energético. O pó é, então, colocado para queima em fornalhas.

c) Uma desvantagem, pois menciona os impactos ambientais provocados pelo uso de carvão mineral. No caso, a emissão de muitos gases poluentes na atmosfera.

d) O uso de carvão mineral pela China entre os anos de 2014 e 2016 reduziu, tendo sido uma redução de 2,9% em 2014, de 3,7% em 2015 e de 4,7% em 2016.

e) Espera-se que os estudantes considerem que o uso do carvão mineral como fonte energética gera muitos empregos, além de esse recurso apresentar alta eficiência energética. No entanto, a sua utilização emite gases poluentes na atmosfera e seu estoque é limitado.

3. a) O gás natural possui origem fóssil. Seu processo de formação também ocorreu ao longo de milhões de anos. No passado, vegetais e animais mortos foram cobertos por camadas de sedimento, conforme passavam parcialmente por decomposição pela ação de bactérias, em baixas concentrações de gás oxigênio. Com o tempo, sob influência das elevadas temperaturas, ocorreram reações químicas que os transformaram em compostos de hidrogênio e de carbono, líquidos e gasosos, constituintes, respectivamente, do petróleo e do gás natural. No decorrer desse processo, formaram-se diferentes arranjos geológicos que aprisionaram o petróleo e o gás natural. Para ser utilizado, o gás natural é extraído em poços de coleta e processado.

b) Espera-se que os estudantes considerem que a redução do consumo de gás natural traz impactos positivos ao ambiente, pois reduz as emissões de gases poluentes decorrentes da queima desse combustível. A queda desse consumo, no entanto, provoca impactos negativos na economia, afetando as empresas que realizam a comercialização dos produtos derivados do gás natural em razão das reduções nas vendas.

## Tema 2: Fontes de energia renováveis

1. O Sol. Sim, o Sol é uma fonte de energia limpa, que, ao ser utilizada, não emite gases poluentes. Os estudantes podem afirmar que a luz equivale apenas a um buraco no telhado, mas procure explicar que, na verdade, a reflexão da luz possibilita um efeito maior na iluminação de ambientes fechados.

2. As lâmpadas de Moser podem auxiliar comunidades que não possuem acesso à energia elétrica ou na economia do consumo de energia elétrica em residências. Aproveite para comentar sobre outras ações possíveis para economizar energia elétrica e como essas medidas podem ser aplicadas em seu cotidiano. Eles podem citar o desligamento de aparelhos elétricos quando não estão em uso; o fechamento do chuveiro quando passam sabão, utilizando-o apenas para enxágue (neste caso, economizam energia elétrica e água), entre outros.

3. Oriente os estudantes a produzir um mapa do Brasil destacando os locais com maior potencial eólico.

## Atividades

1. a) O Sol (energia solar).

b) Vantagens: fonte de energia constantemente renovada no ambiente (o que a torna inesgotável, de certo modo) e a não emissão de gases poluentes. Desvantagens: os

altos investimentos necessários e a dependência das condições climáticas, pois, em dias nublados, a intensidade luminosa é menor, o que prejudica o fornecimento de energia elétrica.

c) Espera-se que os estudantes percebam a necessidade de conhecer as condições climáticas do local, verificando a frequência de chuvas ao longo do ano e o melhor local para a instalação do aquecedor solar, considerando o trajeto aparente do Sol ao longo de um dia e do ano. Além disso, eles poderiam fazer uma análise do investimento inicial necessário para instalar o aquecedor e uma estimativa da economia proporcionada no consumo de energia elétrica.

2. a) Espera-se que os estudantes respondam que sim, considerando que a construção e o funcionamento das usinas hidrelétricas geram impactos ambientais e sociais. Para a construção, de modo geral, é necessário que sejam construídas barragens ao longo do curso dos rios, para que a água seja represada em um grande reservatório. As barragens impedem a comunicação dos dois lados do rio, o que pode prejudicar a reprodução de alguns peixes que precisam desovar rio acima. Além disso, com a criação do reservatório, uma extensa área é alagada, destruindo plantações e os locais habitados por diversos animais. O alagamento também obriga as comunidades que vivem ao redor do rio a deixar suas residências.

b) Espera-se que essa atividade proporcione aos estudantes maior conhecimento das usinas hidrelétricas brasileiras e dos impactos provocados por elas, sejam eles positivos (geralmente à economia), sejam eles negativos (geralmente ao ambiente no qual são construídas e à população que vive próximo ao local, que precisa ser deslocada). Se desejar, oriente as pesquisas e direcione as usinas que devem ser pesquisadas pelos grupos.

É possível conversar com os estudantes sobre os estudos necessários para a aprovação de obras como hidrelétricas, previstos em lei. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), por exemplo, é um deles. Ele é realizado considerando uma previsão dos possíveis impactos ambientais decorrentes da instalação e do funcionamento de uma hidrelétrica, citando ameaças às espécies de seres vivos nativos. Nele também são apontadas medidas que podem ser adotadas de modo a mitigá-las. Após a construção, elabora-se um novo levantamento, considerando os impactos reais da obra. Estes são apontados no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Para a atividade, os estudantes podem buscar pelo RIMA de hidrelétricas na internet. Caso não seja possível o uso de slides, peça aos estudantes que produzam um relatório escrito.

3. Para mais informações sobre o estudo, acesse o link a seguir: PESQUISA desenvolve biocombustível produzido com algas de água doce. **G1**, 16 set. 2015. <http://g1.globo.com/goias/noticia/2015/09/pesquisa-desenvolve-bio-combustivel-produzido-com-algas-de-agua-doce.html>. Acesso em: 18 set. 2020.

Em comparação com os combustíveis fósseis, como o petróleo, os biocombustíveis emitem menos gases poluentes na atmosfera. Aproveite para comentar com os estudantes que o estudo aponta vantagens de um

tipo de biocombustível produzido por algas em relação a outros tipos, como o produzido por cana-de-açúcar. Entre as vantagens, estão a maior quantidade de matéria-prima (o óleo vegetal) disponibilizada pelas algas estudadas e o fato de poderem ser cultivadas em áreas desmatadas.

4. a) Ventos. Como os ventos se formam a partir da diferença de pressão e de temperatura entre as correntes de ar e seu uso não compromete sua reposição no ambiente, eles são considerados fonte de energia renovável.
- b) Uma vantagem é a não emissão de gases poluentes na atmosfera. As desvantagens são a dependência da ocorrência de ventos e a possibilidade de prejudicar a biodiversidade por comprometer a migração de algumas espécies de aves.

### Tema 3: Matrizes energéticas e elétricas

1. Houve um aumento na eficiência da iluminação pública, permitindo que as pessoas ampliassem suas atividades noturnas voltadas ao trabalho ou ao lazer; novas profissões surgiram, enquanto outras foram extintas. Além disso, houve alteração das fontes energéticas utilizadas pelos países.
2. Resposta pessoal. Neste momento, não é esperado que os estudantes saibam a resposta, mas que reflitam sobre o assunto. As matrizes energéticas são o conjunto de fontes disponíveis para serem utilizadas em uma região, em um país ou no mundo.

### Atividades

1. a) Em 1973 e em 2018, a matriz energética da OCDE era composta majoritariamente por fontes não renováveis (representando 95,4% em 1973 e 89,3% em 2018).
- b) O petróleo, que teve uma redução de 17,2% da representatividade da matriz energética da OCDE, representando 52,6% em 1973 e 35,4% em 2018.
- c) Sim, considerando que houve uma pequena redução de 6,1% no percentual de fontes não renováveis e, por consequência, um aumento no mesmo valor percentual de fontes renováveis entre os anos de 1973 e 2018.
- d) Sim. Espera-se que os estudantes considerem que, mesmo que a OCDE esteja investindo em fontes de energia renováveis, sua matriz energética ainda é constituída em grande parte por fontes de energia não renováveis, sobretudo por petróleo, gás natural e carvão mineral, que são combustíveis fósseis. Os combustíveis fósseis apresentam uma alta eficiência energética, o que significa que geram, de modo geral, grande quantidade de energia. Além disso, seu uso está associado a um grande número de empregos, relacionados à extração e ao processamento dessas fontes energéticas. Também podem contribuir com a economia dos países, pois muitos comercializam os combustíveis fósseis. Outra vantagem é sua não dependência de fatores climáticos. Contudo, dependem da sua própria disponibilidade no ambiente, que é limitada, pois seus estoques podem ser esgotados,

o que constitui uma de suas desvantagens. Outra desvantagem é que seu uso emite grande quantidade de gases poluentes na atmosfera, sobretudo gases de efeito estufa, que contribuem para as mudanças climáticas.

e) Espera-se que os estudantes apontem questões ambientais, como o investimento em fontes alternativas que sejam menos poluentes, minimizando ou evitando os impactos decorrentes dessa emissão. Além disso, espera-se que considerem o suprimento energético do próprio país, ressaltando que as fontes energéticas não renováveis podem ser esgotadas num futuro breve, pois possuem estoques limitados no ambiente.

2. a) Espera-se que os estudantes elaborem uma matriz energética para a região, considerando as informações descritas. Os valores atribuídos às fontes energéticas podem ser indicados percentualmente e devem ser condizentes às descrições apresentadas. Na resposta, as seguintes fontes devem ser mencionadas: carvão mineral, energia solar, energia hídrica e biomassa. Considere também os que apontarem a energia eólica, em menor proporção.
- b) Espera-se que os estudantes considerem que o carvão mineral, a energia solar, a energia hídrica e a biomassa possam ser utilizados para a geração de energia elétrica, pois todos estão disponíveis. Contudo, a disponibilidade da energia solar pode ser variável ao longo do ano, considerando a ocorrência de uma estação chuvosa (verão) – em dias nublados, a luminosidade é baixa. Logo, a energia solar não pode ser a principal fonte energética da região. O carvão mineral poderia ser essa fonte energética, pois está disponível em grandes quantidades, apresenta alta eficiência energética e proporcionaria benefícios sociais associados à geração de empregos. Contudo, seu uso emite grandes quantidades de gases poluentes e, portanto, deve ser repensado, considerando a minimização dos impactos ambientais. A energia hídrica também poderia ser uma das principais fontes energéticas da região, considerando a existência de rios extensos com grande volume de água. Contudo, a construção de usinas deve ser estudada a fim de minimizar os impactos ambientais e sociais decorrentes do alagamento de grandes áreas para a construção do reservatório. A biomassa também pode ser explorada, pois o clima é propício ao plantio de oleaginosas. Contudo, é preciso considerar os impactos associados ao plantio.
- c) Espera-se que os estudantes elaborem uma matriz elétrica para a região, considerando as informações descritas. Os valores atribuídos às fontes energéticas podem ser indicados percentualmente e devem ser condizentes com a análise feita ao item b. Na resposta, as seguintes fontes devem ser mencionadas: carvão mineral, energia solar, energia hídrica e biomassa. Contudo, os valores possivelmente serão distintos daquele apresentado anteriormente, pois, neste momento, são consideradas apenas as fontes de energia destinadas à geração de energia elétrica.
- d) Sim. O biogás compreende uma mistura gasosa produzida pela decomposição de matéria orgânica. Ele pode ser obtido a partir de resíduos orgânicos (como restos alimentares e lodo de esgoto), o que independe das características geográficas da região.

3. a) A reportagem informa dados referentes à matriz elétrica brasileira (majoritariamente de fontes renováveis) citando as fontes de energia que têm recebido maior investimento no Brasil.
- b) Energia hídrica (63,8%), energia eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar (1,4%).
- c) Energia eólica e energia solar.
- d) Sim. A maior parte da matriz elétrica brasileira é constituída por fontes de energia renováveis, que, de modo geral, emitem menos gases poluentes na atmosfera, enquanto a maior parte da matriz elétrica mundial é constituída por fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis, que emitem muitos gases poluentes.
4. a) Fontes não renováveis, com grande participação da energia nuclear e uma pequena participação do gás natural, do carvão e do petróleo.
- b) Energia nuclear. Entre as vantagens estão a alta eficiência energética e a não emissão de gases poluentes. Entre as desvantagens estão a produção de resíduos radioativos e a possibilidade de acidentes, que podem provocar a contaminação do ambiente e de pessoas.
- c) Entre 2008 e 2018 houve maior investimento nas energias eólica e solar.

#### Tema 4: Geração e distribuição de energia elétrica

1. O texto afirma a necessidade de ampliação do setor de geração de energia elétrica, em conjunto do desenvolvimento econômico, possibilitando o crescimento de indústrias e de cidades. Contudo, atrelada a essa necessidade está a preocupação ambiental, com prioridade para fontes energéticas menos poluentes.
2. Resposta pessoal. Não é esperado que os estudantes conheçam o funcionamento de usinas solares, mas que reflitam sobre o assunto. É possível que eles citem que a energia solar é transformada, ao final do processo, em energia elétrica.
3. Porque a taxa de consumo da energia solar não reduz sua disponibilidade no ambiente, sendo constantemente renovada (considerando o tempo de vida de bilhões de anos do Sol).
4. Entre as vantagens estão o uso da energia hídrica para a geração de energia elétrica e a não emissão de gases poluentes na atmosfera. Entre as desvantagens estão os impactos ambientais e sociais provocados pelo alagamento de grandes áreas na construção dos reservatórios, como a morte de plantas que ficam submersas, a perda de *habitat*, o deslocamento forçado de comunidades ribeirinhas. Outra desvantagem: a geração de energia elétrica seria prejudicada por períodos de estiagem. Para que os estudantes pesquisem as vantagens e desvantagens da usina hidrelétrica, é possível indicar a eles a seguinte fonte de pesquisa: VANTAGENS e desvantagens das hidrelétricas causam polêmica. **Globo.com**, 3 ago. 2013. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/08/VANTAGENS-e-desvantagens-das-hidreletricas-causam-polemica.html>. Acesso em: 18 set. 2020.
5. Entre as vantagens estão a alta eficiência energética das fontes utilizadas, sobretudo dos combustíveis fósseis, e a possibilidade de serem construídas próximo aos consumidores finais, promovendo economia no transporte de energia e a não dependência das condições climáticas para a geração elétrica. Entre as desvantagens estão a emissão de gases poluentes na atmosfera e o despejo de água quente no ambiente, após a condensação do vapor, que pode prejudicar os seres vivos no local. Para que os estudantes pesquisem as vantagens e desvantagens da usina termelétrica, é possível indicar a seguinte fonte de pesquisa: TOLMASQUIM, M. T. (coord.). **Energia termelétrica**: gás natural, biomassa, carvão, nuclear. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-173/Energia%20Termel%C3%A9trica%20-%20Online%202013maio2016.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.
6. Entre as vantagens estão a alta eficiência energética da fonte utilizada, a não emissão de gases poluentes na atmosfera e a independência das condições climáticas para a geração de energia elétrica. Entre as desvantagens estão os altos custos de instalações, a produção de resíduos radioativos, o despejo de água quente no ambiente após a condensação do vapor, que pode prejudicar os seres vivos no local, e os riscos de acidentes com material radioativo. Para que os estudantes pesquisem as vantagens e desvantagens da usina termonuclear, é possível indicar a seguinte fonte de pesquisa: ROSSI, A. Tudo o que você precisa saber sobre as usinas nucleares de Angra 1 e 2, e por que são diferentes de Chernobyl. **BBC Brasil**, 23 jun. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-48683942>. Acesso em: 18 set. 2020.
7. Entre as vantagens estão o uso de energia renovável, portanto inesgotável, a não emissão de gases poluentes na atmosfera e os baixos investimentos para operação. Entre as desvantagens estão a dependência de fatores climáticos para a geração elétrica, a produção de ruídos e a interferência na rota migratória de aves. Para que os estudantes pesquisem as vantagens e desvantagens da usina eólica, é possível indicar a seguinte fonte de pesquisa: O POUCO conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste. **G1**, 6 out. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/10/06/o-pouco-conhecido-impacto-negativo-da-energia-eolica-no-nordeste.ghtml>. Acesso em: 18 set. 2020.
8. Entre as vantagens estão o uso de energia renovável, portanto inesgotável, a não emissão de gases poluentes na atmosfera e a possibilidade de instalação em diversos locais, no caso dos painéis fotovoltaicos (que podem ser colocados no telhado de residências). Entre as desvantagens estão a dependência de fatores climáticos para a geração elétrica e os altos custos financeiros para instalação.
9. Entre as vantagens estão o uso de energia renovável, portanto inesgotável, a não emissão de gases poluentes na atmosfera e a não dependência de fatores climáticos. Entre as desvantagens estão a necessidade de se

identificar locais adequados para utilizar a energia geotérmica e o alto custo das operações.

10. Entre as vantagens estão o uso de energia renovável, portanto inesgotável, e a não emissão de gases poluentes na atmosfera. Entre as desvantagens está a geração instável de energia elétrica, pois sua produção depende da ocorrência de ondas.

## Atividades

1. O link a seguir disponibiliza informações sobre o estudo desenvolvido para o aproveitamento de energia hidrelétrica e solar na Usina de Itumbiara (GO-MG). GANDRA, A. Usinas de Furnas poderão gerar energia hidrelétrica e solar. **Agência Brasil**, 3 jan. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-01/usinas-de-furnas-poderao-gerar-energia-hidreletrica-e-solar>. Acesso em: 18 set. 2020.

- a) Energia hídrica (no caso, hidrelétrica) e energia solar.
- b) A energia hídrica será utilizada na geração de energia elétrica na usina hidrelétrica mencionada. A energia solar será usada na geração de energia elétrica em painéis fotovoltaicos. Neste último caso, a energia elétrica produzida será armazena em baterias de alta capacidade, pois sua produção ocorre durante o dia.
- c) As vantagens das hidrelétricas consistem na utilização da energia hídrica para a geração de energia elétrica, uma fonte de energia renovável, portanto inesgotável; e na não emissão de gases poluentes na atmosfera. Entre as desvantagens estão os impactos ambientais e sociais provocados pelo alagamento de grandes áreas na construção dos reservatórios, como a morte de plantas que ficam submersas, a perda de *habitat* e o deslocamento forçado de comunidades ribeirinhas. Outra desvantagem: a geração de energia elétrica seria prejudicada por períodos de estiagem. As vantagens dos painéis fotovoltaicos consistem no uso de energia renovável, portanto inesgotável; na não emissão de gases poluentes na atmosfera; e na possibilidade de sua instalação em diversos locais. Entre as desvantagens estão a dependência de fatores climáticos para a geração elétrica e os altos custos financeiros para sua instalação.

2. a) Principalmente algumas cidades das regiões Norte e Nordeste.

- b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem a possibilidade de instalação de novas usinas elétricas, menos poluentes, como as usinas solares (em regiões com alta incidência solar) e as usinas eólicas (no litoral brasileiro). Além disso, pode-se ampliar a distribuição de energia elétrica a partir de uma usina elétrica já existente, desde que sua capacidade atenda à demanda extra. Também é importante que considerem a necessidade de se investir em pesquisas destinadas a ampliar a eficiência na geração e na distribuição de energia elétrica, buscando tecnologias alternativas, menos poluentes.
- c) Espera-se que os estudantes apresentem os dados obtidos a partir da pesquisa sobre as regiões brasileiras

sem acesso à energia elétrica e as estratégias que propuseram para atender à demanda.

3. a) A energia hídrica (hidrelétrica) é a principal fonte de energia da matriz elétrica do Brasil. Para sua utilização é preciso que os rios sejam abastecidos pelas chuvas, mantendo os níveis dos reservatórios das usinas, a fim de garantir a geração de energia elétrica. Contudo, quando há escassez de chuvas, os níveis dos reservatórios podem reduzir e, com isso, comprometer a geração de energia elétrica. Essa redução pode provocar cortes no suprimento de energia elétrica.
- b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem que o abastecimento de uma cidade poderia ser feito a partir de diferentes tipos de usinas, bem como citem investimentos em tecnologias que possibilitariam gerar energia elétrica de fontes alternativas e armazená-la de modo que pudesse ser usada em períodos de estiagem.
- c) O apagão decorre de falha na distribuição de energia elétrica, e não necessariamente na geração de energia elétrica.
- d) Espera-se que os estudantes mencionem que, da mesma forma, o abastecimento de uma cidade poderia ser feito a partir de diferentes tipos de usinas.
4. As informações fornecidas no enunciado foram obtidas no seguinte link: ACIDENTES envolvendo energia elétrica aumentam em 2018. **R7**, 5 ago. 2019. Disponível em: <https://noticias.r7.com/brasil/acidentes-envolvendo-energia-eletrica-aumentam-em-2018-05082019>. Acesso em: 18 set. 2020.
- a) É possível que os trabalhadores sofram com os efeitos fisiológicos da corrente elétrica no organismo, que pode até levar o indivíduo a óbito.
  - b) A adoção de medidas de segurança é importante para garantir a proteção do trabalhador que realiza a manutenção da rede elétrica, evitando que sofra os efeitos de um choque elétrico. Há diversos equipamentos que podem ser utilizados, como capacetes, botas, luvas, roupas e óculos específicos, feitos com material isolante. Entre os comportamentos esperados estão o uso de cabos e cintos de segurança ao manipular redes elétricas, não mexer em instalações elétricas sozinho, entre outros.
5. Espera-se que os estudantes exerçam suas habilidades manuais ao desenharem um projeto de usina elétrica. Eles podem escolher as usinas apresentadas no tema, como hidrelétrica, termelétrica, termonuclear, solar, eólica, geotérmica e oceânica. Além do desenho, é importante que expliquem o funcionamento de cada componente da usina, citando as transformações de energia envolvidas.

## Atividades extras

1. a) Energia nuclear, representando 22,47% da matriz elétrica da Europa, em 2017. A energia nuclear é uma fonte não renovável.
- b) Energia hídrica, representando 54,77% da matriz elétrica das Américas Central e do Sul, em 2017. A energia hídrica é uma fonte renovável.

c) As fontes de energia não renováveis representavam 67,14% da matriz elétrica da Europa, em 2017, enquanto as fontes renováveis representavam 32,71% (desconsiderando o percentual de outras fontes, não especificadas, que representam 0,15%).

d) As fontes de energia não renováveis representavam 34,5% da matriz elétrica das Américas Central e do Sul, em 2017, enquanto as fontes renováveis representavam 65,47% (desconsiderando o percentual de outras fontes, não especificadas, que representam 0,03%).

e) O setor elétrico da Europa depende, em sua maior parte, de fontes energéticas não renováveis. O setor elétrico das Américas Central e do Sul, por sua vez, depende, em sua maior parte, de fontes energéticas renováveis. Espera-se que os estudantes considerem questões ambientais, como os impactos provocados pelos combustíveis fósseis relacionados à emissão de gases poluentes; os decorrentes da energia hídrica quando utilizada nas hidrelétricas, relacionados ao alagamento de grandes áreas para a construção de reservatórios; que citem as questões sociais, como a geração de empregos; questões econômicas, como a eficiência energética das fontes de energia utilizadas no setor elétrico etc.

A resolução desta atividade pode ser feita por meio do pensamento computacional. A interpretação gráfica exige a decomposição do problema, de modo que o estudante seja capaz de compreender a contribuição de cada fonte energética para a matriz elétrica das regiões apresentadas. Após a decomposição, ele usará sua capacidade de abstração para selecionar e filtrar as informações relevantes à resolução da atividade. Para refletir sobre as fontes de energia utilizadas na obtenção de eletricidade, o pensamento algorítmico se institui, uma vez que o estudante deve ter respostas para uma sequência lógica de questionamentos, como: a matriz energética é composta pelos mesmos elementos nas regiões? Qual o componente renovável de maior significância para cada uma delas? O que contribui para a obtenção renovável de energia? Após a definição da sequência de passos que irá seguir, forma-se um padrão de resolução, que poderá ser exercido pelo estudante durante a resolução de outros problemas.

2. a) Os combustíveis fósseis, cujos derivados são importantes para o abastecimento do setor de transportes, que foi afetado com a greve dos caminhoneiros.

b) Espera-se que os estudantes considerem a disponibilidade de carvão mineral, de energia hídrica, de energia eólica e de energia solar, por exemplo, para a geração de energia elétrica. Contudo, devem ser analisados os impactos provocados por essas fontes a fim de minimizá-los. O carvão mineral, apesar da alta eficiência energética, emite muitos gases poluentes na atmosfera. A energia hídrica, apesar da alta eficiência energética, demanda o alagamento de novas áreas para a construção de hidrelétricas, provocando a morte de animais e plantas, além do deslocamento da população ribeirinha. As energias eólica e solar requerem investimentos em novas tecnologias para ampliar a capacidade geradora. Mesmo assim, parecem ser opções mais viáveis, pois produzem poucos impactos ambientais quando comparadas às outras.

3. a) Fontes de energia renovável: energia eólica, energia hidrelétrica (ou hídrica) e biomassa. Fontes de energia não renovável: gás natural, óleo, carvão e nuclear.

b) Energia eólica.

c) Sim. O texto aponta que o potencial da geração de energia elétrica a partir da energia eólica no Brasil poderia atender o triplo da demanda atual brasileira. Além disso, é uma fonte de energia renovável. Contudo, a construção de usinas eólicas deve ser feita distante de centros urbanos, sendo também necessário um estudo da rota de migração das espécies de aves nos locais em que elas possam ser construídas.

4. a) O biogás compreende uma mistura gasosa resultante da decomposição de matéria orgânica.

b) Esse processo é feito em usinas de biogás. Nas, os resíduos orgânicos e os do tratamento do esgoto são reunidos em tanques denominados biodigestores. Em seu interior, as bactérias presentes no lodo de esgoto promovem a decomposição da matéria orgânica, produzindo o biogás, que é armazenado para, posteriormente, ser destinado à geração de energia elétrica.

c) Alta eficiência energética e benefícios ambientais associados ao reaproveitamento de resíduos orgânicos, como cascas de frutas e restos de alimentos, e de resíduos do tratamento de esgoto, como o lodo.

d) Espera-se que os estudantes aprofundem seus conhecimentos sobre o uso do biogás no mundo. Apesar de ser uma fonte energética explorada recentemente no Brasil, ele vem sendo utilizado em diversos países há alguns anos, como Alemanha, Itália e Reino Unido. Oriente-os nas pesquisas, pedindo a eles que analisem as matrizes elétricas dos países e o percentual representado pelo biogás.

5. Alternativa d.

6. Alternativa c.

7. Alternativa a.

8. Alternativa b.

## Integrando com... Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

1. O assunto propicia um debate amplo em sala organizado pelo professor. Os estudantes devem identificar os seguintes questionamentos propostos no texto: “E quando o petróleo acabar, como serão os carros?” “Se a falta de um produto no mercado faz com que seu preço suba, como ficará o valor dos combustíveis de origem fóssil?” “Se forem encontradas reservas de petróleo para mais 150 anos, o problema do transporte estará resolvido?” “E se todos os carros forem elétricos?” “Sendo todos os carros elétricos, o problema de energia para o setor estaria resolvido?” Conduza a conversa com base no texto e, se achar interessante, peça aos estudantes que realizem pesquisas sobre o assunto antes do debate. Indique o *link* a seguir como sugestão de fonte de pesquisa: FERNANDES, D. Por que os carros movidos a gasolina e *diesel* estão com os

dias contados em países europeus e vários emergentes. **BBC Brasil**, 20 nov. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-42046977>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Resposta pessoal. Aproveite para trabalhar com os estudantes a criatividade e a curiosidade, relacionando-as a valores éticos, bem como a comunicação de possíveis descobertas. Os grupos devem fazer pesquisas sobre protótipos de veículos que usam energia limpa, como os movidos a gás hidrogênio, a energia elétrica ou a combustíveis menos poluentes, como o álcool. Oriente-os a apresentar os resultados por meio de recursos digitais ou de confecção de cartazes.

## Unidade 2 • Eletricidade

- Espera-se que os estudantes apresentem respostas baseadas em seus conhecimentos prévios. Verifique se eles citam alguns conceitos, como cargas elétrica, sinais opostos, condutores, descargas elétricas, entre outros.
- Espera-se que os estudantes conversem sobre atividades do cotidiano que dispensem o uso de energia elétrica, de modo que percebam sua importância, despertando seu interesse pelo assunto.

### Tema 1: Carga elétrica e eletrização

- Nesse momento não é esperado que os estudantes citem a blindagem eletrostática, mas devem falar sobre a borracha dos pneus ou que devem sair logo do carro “pulando” para longe. O fundamental é exercitar o levantamento de hipóteses sobre a situação.
- Espera-se que os estudantes digam que é porque está encostada na máquina e que a causa é a eletricidade, mas sem especificar conceitualmente o fenômeno.
- O gerador, movimentado por um pequeno motor, é constituído por uma correia isolante, utilizada para transportar cargas elétricas que se acumulam em uma esfera metálica oca. Dois pentes metálicos realizam a troca de carga entre a correia e a esfera metálica, na parte superior, e entre a terra e a correia, na parte inferior. O arrastamento da camada de ar entre o pente e a correia pode resultar em transferência de cargas negativas na parte inferior. Nessa situação, o pedaço da correia atritado fica com excesso de cargas positivas. Esta porção da correia é movimentada até o topo do aparelho, onde fica o pente superior, conectado internamente à esfera metálica. Nesse momento ocorre transferência de cargas negativas da esfera para a correia por meio do pente, com o intuito de neutralizar as cargas positivas que chegam através da correia isolante. Sugira, como fonte de busca, o *link* disponível a seguir: GERADOR Van de Graaff didático. Disponível em: [http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99\\_Explor\\_Eletrizacao/paginas%20htmls/Van%20de%20Graaff.htm](http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Van%20de%20Graaff.htm). Acesso em: 18 set. 2020.

## Oficina científica

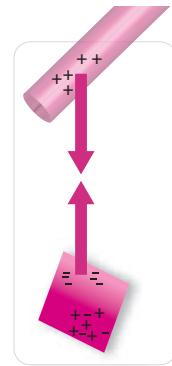
- Espera-se que os estudantes relatem que, ao aproximar o pente da esfera metálica, as tiras de papel-alumínio abriram, ficando mais afastadas entre si. Ao afastar o pente, elas se fecham novamente. Ao encostar a colher na esfera metálica, as tiras de papel-alumínio abriram, ficando mais afastadas entre si. Mesmo ao afastar a colher, as tiras de papel-alumínio continuaram afastadas entre si.
- Espera-se que os estudantes digam que, ao atritar o pente de plástico em seu cabelo, ele fica eletrizado. Ao aproximar o pente da esfera metálica, o conjunto esfera/haste metálica se polariza fazendo com que as tiras de papel-alumínio fiquem com cargas de mesmo sinal, afastando-se por repulsão. Quando a colher toca na esfera metálica, os elétrons são transferidos deste objeto para o conjunto metálico do eletroscópio e, mesmo afastando a colher, a folha de alumínio fica carregada eletricamente e suas abas se mantêm afastadas.
- Espera-se que os estudantes deduzam que os fenômenos são semelhantes, pois o gerador de Van der Graaff produz a eletrização, com acúmulo de cargas na esfera condutora. A jovem fica eletrizada quando encosta na esfera e, por isso, os fios de seus cabelos tendem a se afastar uns dos outros, de modo semelhante ao que ocorre com as tiras de papel-alumínio no eletroscópio.

## Atividades

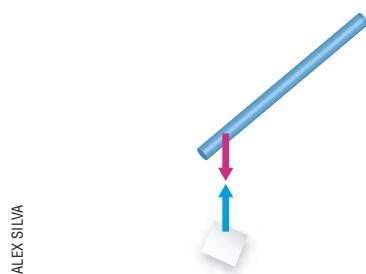
1. a)

+	Couro		Lã	-
-	Seda	×	Lã	+
-	Algodão	×	Couro	+
+	Cabelo	×	Alumínio	-
-	Poliéster	×	Pele humana	+
+	Seda	×	Algodão	-
-	Borracha	×	Fibra sintética	+

- b) Entre o cabelo e o bastão ocorre a eletrização por atrito. O cabelo fica negativo, e o bastão, positivo (série triboelétrica). Entre o bastão e o papel ocorre indução, como mostrada na figura a seguir.



- c) As setas representam as forças elétricas de atração entre o papel e o bastão. Elas têm mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos. Podem ser determinadas pela lei de Coulomb.



ALEX SILVA

2. a) Relâmpagos são todas as descargas elétricas geradas por nuvens de tempestades, que se conectam ou não ao solo. Raios são somente as descargas que se conectam ao solo.

b)

$$Q = n \cdot e \Rightarrow 48 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{48}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 30 \cdot 10^{19} \Rightarrow n = 3 \cdot 10^{20} \text{ elétrons}$$

c) I. Pelo infográfico, o estado de maior mortalidade por raios é São Paulo, com 327 mortes.

II. Durante o verão, temos 43% das mortes por raios, logo:  
 $327 \xrightarrow{\quad} 100\%$   
 $x \xrightarrow{\quad} 43\%$

Logo:

$$100 \cdot x = 43 \cdot 327 \Rightarrow x = \frac{14\,061}{100} \Rightarrow x = 140,61$$

Morrem aproximadamente 140 pessoas no verão em São Paulo.

3. a) A intensidade da força elétrica varia inversamente com o quadrado da distância entre as cargas.

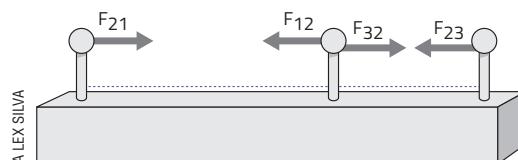
b) Lembrando a lei de Coulomb:

$$F_e = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

para  $d = d$ , temos que  $F_e = F$ ;

para  $d' = 2 d$ , a força será  $F_e = F / 4$ , pois diminui com  $(2d)^2 = 4d^2$ , ou seja, diminui quatro vezes

4. a)



b) I. Observando somente as cargas  $Q_1 = 2 Q_3$ , teríamos  $F_{12} = 2 F_{32}$

II. Observando somente as distâncias  $d_{12} = 2 d_{32}$ , teríamos que  $F_{12} = 1/4 F_{32}$

- III. Por meio da comparação dos efeitos de I e II, podemos deduzir que a influência da distância é maior que a diferença entre as cargas. Logo,  $F_{12} < F_{32}$  e, portanto, a força resultante sobre  $Q_2$  é horizontal para a direita.

- c) I. Cálculo da força entre as esferas 1 e 2:

$$F_{1,2} = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d_{1,2}^2} \Rightarrow F_{1,2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{1,2} = \frac{36 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{1,2} = 2,25 \cdot 10^1 \Rightarrow F_{1,2} = 22,5 \text{ N, direção horizontal, com sentido para a esquerda sobre } Q_2.$$

- II. Cálculo da força entre as esferas 2 e 3:

$$F_{3,2} = \frac{k \cdot |Q_3| \cdot |Q_2|}{d_{3,2}^2} \Rightarrow F_{3,2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(1 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{3,2} = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow F_{3,2} = 18 \cdot 10^1 \Rightarrow F_{3,2} = 180 \text{ N, direção horizontal, com sentido para a direita.}$$

As forças aplicadas sobre  $Q_2$  têm mesma direção e sentidos opostos, logo:

$$F_R = F_{3,2} - F_{1,2} \Rightarrow F_R = 180 - 22,5 = 155,5 \text{ N, direção horizontal e sentido para a direita.}$$

## Tema 2: Campo elétrico

1. Resposta pessoal. Neste momento, não se espera que os estudantes expliquem corretamente o fenômeno, mas o relacionem a cargas elétricas, condutores, umidade, entre outros.

### Atividades

1. Espera-se que os estudantes digam que, ao encostar o dedo na superfície do globo, provocam um acúmulo de cargas nessa região, que pode ser explicado pelo poder das pontas. Em razão desse acúmulo, as descargas elétricas são direcionadas para esse local, de modo semelhante ao que ocorre no funcionamento dos para-raios.

2. a) Espera-se que os estudantes concluam que a árvore faz o papel de ponta, pois o pasto é descampado. Assim, o ponto mais alto é a ponta da árvore, provocando acúmulo de cargas e tornando o campo elétrico mais intenso, direcionando o raio para esse local.

- b) Resposta pessoal. Possibilidades: criar uma área de proteção em torno da árvore para que o gado não se aproximasse ou instalar um para-raios no topo dela, com o aterramento para dissipaçāo da descarga elétrica.

3. Os estudantes devem utilizar a série triboelétrica para atritar a bolinha de borracha dura neutra com lã, por exemplo. Assim, a bolinha fica carregada negativamente, e a lã, positivamente. Quando a bolinha carregada é colocada próxima da bolinha fixa sobre a mesa, ela fica sujeita à ação de uma força elétrica de repulsão, tendendo a afastar-se provando, desse modo, a existência de um campo elétrico identificado por meio da força que age sobre a carga de prova (segunda bolinha).

4. a)  $\tau = q \cdot E \cdot d$   
 $\tau = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1}$   
 $\tau = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ J}$

b)  $U = E \cdot d$   
 $U = 6 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1}$   
 $U = 6 \cdot 10^4 \text{ V}$

c) Tubos de raios catódicos, processos cerâmicos, formação de imagens em monitores CRT e LCD, entre outros.

5. I. Cálculo da intensidade da força peso sobre a esfera:

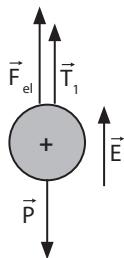
$$P = m \cdot g$$

$$P = 3 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

II. Cálculo do valor da força elétrica:

$$F = |q| \cdot E = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^2 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

III. Para a situação 1, com carga positiva, temos o seguinte esquema de forças:



Logo:

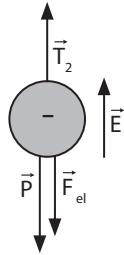
$$P = T_1 + F_{\text{el}}$$

$$T_1 = P - F_{\text{el}}$$

$$T_1 = 3 \cdot 10^{-3} - 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$T_1 = 3 \cdot 10^{-3} - 0,75 \cdot 10^{-3} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

IV. Para a situação 2, com carga negativa, temos o seguinte esquema de forças:



Logo:

$$T_2 = P + F_{\text{el}}$$

$$T_2 = 3 \cdot 10^{-3} + 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$T_2 = 3 \cdot 10^{-3} + 0,75 \cdot 10^{-3} = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\text{Portanto: } \frac{T_2}{T_1} = \frac{3,75 \cdot 10^{-3}}{2,25 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} \simeq 1,67$$

### Tema 3: Princípios de eletrodinâmica

1. Resposta pessoal. Não é esperado que os estudantes

comentem que ele é utilizado para restabelecer o ritmo cardíaco, mas que pensem sobre o assunto. É possível que associem o uso do desfibrilador aos batimentos cardíacos, uma vez que pode ser utilizado em quadros de arritmia cardíaca.

2. Espera-se que os estudantes deduzam que ele precisa ser carregado e, depois, descarregado no corpo da pessoa. É pouco provável que falem sobre a passagem de corrente elétrica pelo coração do paciente.
3. Neste momento, não é esperado que saibam responder, mas que pensem sobre o assunto. Destaque a importância do uso desse equipamento para o reestabelecimento do ritmo cardíaco. Esse assunto é trabalhado na **Unidade 3**.
4. Espera-se que os estudantes deduzam que pode provocar queimaduras se ficar em contato por muito tempo. É pouco provável que citem queimaduras internas provocadas por excesso de corrente elétrica.
5. Não é esperado que os estudantes digam que a corrente elétrica foi excessiva, mas que deve ter ocorrido um curto-circuito.
6. Espera-se que os estudantes digam que a lâmpada **A** brilha (ou ilumina) mais do que a lâmpada **B**. É pouco provável que concluam que a lâmpada **A** gasta mais energia do que a **B**.

### Atividades

1. a) No circuito **B**, pois os fios devem tocar na lâmpada de modo que haja diferença de potencial. Se os dois tocarem na rosca da lâmpada, na lateral da base da lâmpada, não haverá diferença de potencial. A mesma situação ocorre se os dois fios tocarem no polo inferior. Para que a lâmpada acenda, um dos fios deve tocar o polo inferior, e o outro, a rosca.

b)  $P = U \cdot i$   
 $0,3 = 1,5 \cdot i$   
 $i = \frac{0,3}{1,5} = 0,2 \text{ A}$

c)  $I \cdot i = 0,2 \text{ A} = 2 \cdot 10^{-1} \cdot (10^3 \text{ mA}) = 2 \cdot 10^2 = 200 \text{ mA}$

II. Se  $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$   
Então:  $\Delta t = \frac{\Delta Q}{i} = \frac{1800}{200} = 9 \text{ h}$

2. a) I. Cálculo da energia consumida em 1 dia:  
 $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 5,5 \text{ kW} \cdot 0,5 \text{ h} \Rightarrow E = 2,75 \text{ kWh}$

II. Em um mês, teremos:  
 $E = 2,75 \cdot 30 \text{ (dias)} = 82,5 \text{ kWh}$

III. Custo do kWh =  $\frac{50 \text{ (reais)}}{82,5} \simeq 0,61$

Ou seja, o custo é de R\$ 0,61 por kWh consumido.

b) I. Cálculo do consumo de energia mensal:

Chuveiro  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 5,5 \cdot (0,5 \cdot 30) \Rightarrow E = 82,5 \text{ kWh}$

Ferro  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 2,0 \cdot (0,75 \cdot 30) \Rightarrow E = 45,0 \text{ kWh}$

Televisor  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 0,2 \cdot (6 \cdot 30) \Rightarrow E = 36,0 \text{ kWh}$

Lâmpadas  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 0,25 \cdot (6 \cdot 30) \Rightarrow E = 45,0 \text{ kWh}$

Rádio  $E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 0,035 \cdot (4 \cdot 30) \Rightarrow E = 4,2 \text{ kWh}$   
Consumo de energia mensal = 212,7 kWh  
II. Custo =  $E \cdot \text{valor do kWh} = 212,7 \cdot 0,61 = \text{R\$ } 129,75$

3. a) AB: Verão, pois tem a maior resistência, logo menor corrente e menor aquecimento. BC: Inverno, pois tem a menor resistência, logo maior corrente e maior aquecimento. AA ou CC: Fria, pois neles não haverá tensão entre os polos.

b)  $P = i \cdot U$        $U = R \cdot i$   
 $6\,600 = 220 \cdot i$        $220 = R \cdot 30$   
 $i = \frac{6\,600}{220}$        $R = \frac{220}{30}$   
 $i = 30 \text{ A}$        $R \approx 7,3 \Omega$

4. a) Ele precisa aumentar a corrente elétrica que percorre o circuito. Para isso, deve diminuir a resistência da parte "inverno" (entre B e C) do chuveiro. É necessário encontrar uma maneira segura de cortar parte do fio do resistor e emendá-lo com uma solda resistente a altas temperaturas.

b)

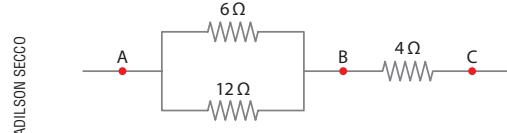
 $R_{\text{total}} = 7,3 \Omega$

$R_{AB} = \frac{2}{3} \cdot R_{\text{total}} = \frac{2}{3} \cdot 7,3 \approx 4,9 \Omega \text{ (verão)}$

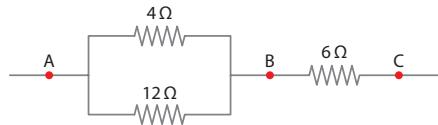
$R_{BC} = \frac{1}{3} \cdot R_{\text{total}} = \frac{1}{3} \cdot 7,3 \approx 2,4 \Omega \text{ (inverno)}$

## Tema 4: Circuitos elétricos

1. Resposta pessoal, mas certamente os estudantes dirão que utilizam esses elementos, inclusive relatando casos em que um está ligado no outro.
2. Espera-se que os estudantes deduzam que a régua permite ligar mais do que os três aparelhos permitidos no benjamin (ou T). Também podem falar que réguas, por terem um fio, permitem, além da multiplicação das tomadas, a extensão, podendo ligar um aparelho que esteja longe da tomada da rede elétrica. Talvez os mais atentos falem sobre o interruptor e o fusível do elemento (C), conhecido por filtro de linha. Uma possibilidade é que eles digam que são três coisas diferentes (A) benjamin (ou T), (B) régua ou extensão e (C) filtro de linha.
3. Resposta pessoal. É provável que os estudantes não identifiquem riscos em (B) e (C), achando que apenas o benjamin (A) possa ter riscos em sua utilização. E, mesmo os estudantes que falarem em riscos, provavelmente se referirão a riscos para os aparelhos, e não para o circuito elétrico da residência.
4. Os estudantes devem falar que são três maneiras diferentes:
- 1)  $6\Omega$  em paralelo com  $12\Omega$  e esse conjunto em série com  $4\Omega$ .

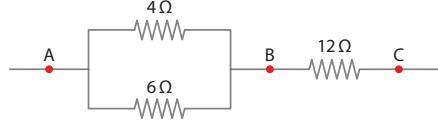


- 2)  $4\Omega$  em paralelo com  $12\Omega$  e esse conjunto em série com  $6\Omega$ .



ADILSON SECCO

- 3)  $6\Omega$  em paralelo com  $4\Omega$  e esse conjunto em série com  $12\Omega$ .



ADILSON SECCO

5. Situação 1:  $R_1 = 4 + \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} \Rightarrow R_1 = 8 \Omega$

Situação 2:  $R_2 = 6 + \frac{4 \cdot 12}{4 + 12} \Rightarrow R_2 = 9 \Omega$

Situação 3:  $R_3 = 12 + \frac{6 \cdot 4}{6 + 4} \Rightarrow R_3 = 14,4 \Omega$

## Atividades

1. O grupo deve perceber que a corrente que chega em cada nó do circuito deve ser a mesma que sai dele. Algumas correntes não estão marcadas propositalmente. Outra forma de atacar o problema é perceber que a soma das correntes que entram na malha deve ser igual à soma das correntes que dela saem.

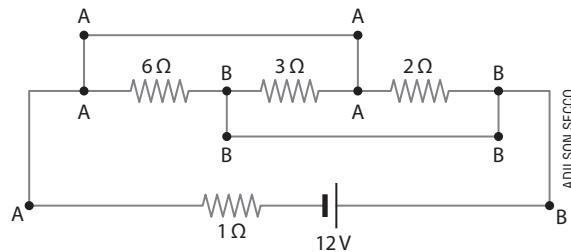
Logo:

$40 + 10 + i = 20 + 15 + 10 + 10 + 10 \Rightarrow 50 + i = 65 \Rightarrow i = 15 \text{ A}$

2. a) Na figura 1, a bateria atua como receptor, e na figura 2, como gerador.

b) Benefícios (lista parcial): Aproxima pessoas distantes; acesso a jogos e conteúdos educativos; consulta e pesquisa de temas de interesse; registro de momentos importantes da vida do usuário em fotos e vídeos; entre outros. Malefícios (lista parcial): Isolamento social; vício de usuário; consequências emocionais já observadas por estudos científicos, como ansiedade, depressão e impulsividade; problemas físicos, como dores nas mãos, pescoço e costas; entre outros.

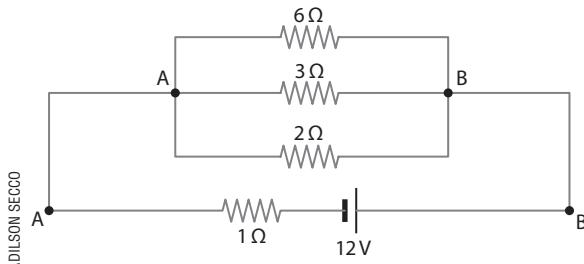
3. Por meio da análise dos polos do gerador, temos:



ADILSON SECCO

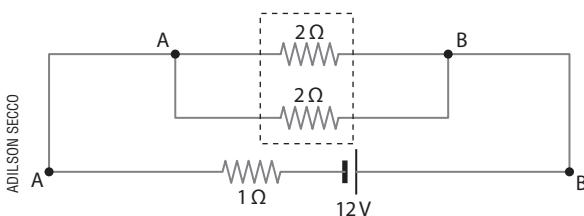
Percebe-se que todos os resistores estão ligados entre os terminais A e B do gerador; logo, todos estão em paralelo.

O circuito pode ser reescrito de acordo com o esquema abaixo, em que os resistores de  $6\ \Omega$  e  $3\ \Omega$  são resolvidos em paralelo:



$$R_{\text{paralelo}} = \frac{6 \cdot 3}{6+3} \Rightarrow R_{\text{paralelo}} = \frac{18}{9} \Rightarrow R_{\text{paralelo}} = 2\ \Omega$$

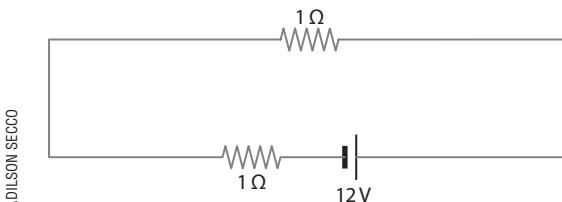
O circuito, quando reescrito, fica conforme o esquema a seguir, no qual podemos resolver em paralelo os resistores de  $2\ \Omega$ .



Temos então:

$$R_{\text{paralelo}} = \frac{2 \cdot 2}{2+2} \Rightarrow R_{\text{paralelo}} = \frac{4}{4} \Rightarrow R_{\text{paralelo}} = 1\ \Omega$$

Por fim, o circuito pode ser reescrito desse modo:



Logo, pela lei de Ohm-Pouillet:

$$i = \frac{E}{r_{\text{ger}} + R_{\text{ext}}} \Rightarrow i = \frac{12}{1+1} \Rightarrow i = \frac{12}{2} \Rightarrow i = 6\ \text{A}$$

## Tema 5: Utilização de equipamentos e consumo de energia elétrica

1. Os estudantes podem dizer que há também lâmpada fluorescente em forma de bastão. Fora isso, devem falar que são semelhantes a essas.
2. Espera-se que os estudantes, em suas pesquisas, descubram que a lâmpada incandescente é baseada no aquecimento do filamento pela passagem da corrente elétrica, que, ao ficar incandescente, emite luz e calor. Já a lâmpada fluorescente funciona por meio da ionização de átomos de gás argônio e vapor de mercúrio. Após a ionização, os átomos são acelerados pela diferença de potencial estabelecida entre os terminais da lâmpada e

emitem luz ao retornarem ao estado natural. As lâmpadas halógenas são um tipo especial de lâmpada incandescente que aquece muito, sendo recomendado o seu uso com luminárias que tenham proteção (tampo de vidro). As lâmpadas LED têm vida útil longa, melhor eficiência luminosa e baixa emissão de calor. Diferente das lâmpadas comuns, elas não possuem filamento, permitindo que durem mais. Por dentro dessa lâmpada há uma fita de LED que produz luz quando percorrida pela energia elétrica.

3. a) Resposta pessoal. O cálculo da energia elétrica consumida deve ser feito de acordo com o modelo dado na tabela, multiplicando a potência (em kW) pelo tempo (em horas). Lembre-se de que  $1\ \text{kW} = 1000\ \text{W}$ .

Após acrescentar as linhas na tabela, de acordo com os equipamentos de sua casa, some os valores encontrados para estimar o consumo mensal. Deve haver diferenças em relação ao valor indicado na conta de luz. Isso ocorre porque determinados aparelhos, como os de TV, consomem energia mesmo no estado de repouso (*stand by*) e outros, como as geladeiras, não têm consumo uniforme, gastando mais caso a porta seja constantemente aberta durante seu funcionamento.

3. b) Resposta pessoal, mas podem surgir propostas, tais como: trocar as lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED, substituir o chuveiro por outro de menor potência etc.

3. c) Resposta pessoal, mas podem surgir propostas, tais como: diminuir o tempo de banho, diminuir o tempo de utilização dos aparelhos elétricos, não ligar (ou diminuir o tempo de uso) do aparelho de ar condicionado etc.

4. Na lâmpada incandescente, a corrente elétrica passa pelo filamento metálico localizado em seu interior e o aquece, emitindo luz. As lâmpadas fluorescentes e de LED contam com outro princípio de funcionamento, de modo que não aquecem, mas apresentam a mesma intensidade luminosa. A lâmpada incandescente é menos eficiente porque parte da energia elétrica é transformada em energia térmica.

5. Resposta pessoal. Montar uma plenária com as contribuições de todos os grupos e expor os cartazes da campanha de prevenção.

## Atividades

1. A partir da existência de um programa dessa natureza, as empresas passam a produzir equipamentos que se enquadrem na classificação A. Com isso, a população é favorecida, pois as empresas se dedicam a produzir equipamentos de boa eficiência. As famílias são favorecidas na procura por equipamentos com boa eficiência.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes, por meio dessa atividade, conheçam a eficiência dos equipamentos elétricos de suas residências, avaliando seu impacto no consumo mensal de energia elétrica. Incentive-os a conversar com os colegas e familiares sobre os equipamentos que registraram informações, propondo ações para minimizar o consumo elétrico residencial.

3. Resposta e produção pessoal. Espera-se que os estudantes compartilhem suas experiências pessoais sobre a rede elétrica, exercitando a produção escrita. Além de registrarem o ocorrido, oriente-os a avaliar se seus comportamentos foram adequados, propondo ações que poderiam ser adotadas para manter sua segurança. É possível convidar um(a) professor(a) da área de Linguagens e suas Tecnologias para auxiliar a produção.

4. a) As potências das lâmpadas são diferentes e, em razão disso, o consumo de energia elétrica também é diferente: a lâmpada A consome mais energia, enquanto a C é a que menos consome.

b) Não, a lâmpada C, por ter maior potência, tem uma intensidade luminosa maior do que a da lâmpada B. Essa comparação direta pela potência pode ser realizada pelo fato de as lâmpadas B e C serem do mesmo tipo.

c)  $P = 10 \cdot 60 \Rightarrow P = 600 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$

Portanto, o consumo mensal é de:

$$\tau = P \cdot \Delta t \Rightarrow \tau = 0,6 \text{ kW} \cdot 60 \text{ h} \Rightarrow \tau = 36 \text{ kWh}$$

d)  $\tau_1 = P_1 \cdot \Delta t \Rightarrow \tau_1 = 5 \cdot 0,006 \cdot 60 \Rightarrow \tau_1 = 1,8 \text{ kWh}$

$$\tau_2 = P_2 \cdot \Delta t \Rightarrow \tau_2 = 5 \cdot 0,009 \cdot 60 \Rightarrow \tau_2 = 2,7 \text{ kWh}$$

Total:

$$\tau_{\text{total}} = 1,8 + 2,7 \rightarrow \tau_{\text{total}} = 4,5 \text{ kWh}$$

Assim, a economia foi de:

$$\Delta\tau = 36 - 4,5 \rightarrow \Delta\tau = 31,5 \text{ kWh}$$

e) 1 kWh ————— R\$ 0,61

31,5 kWh ————— x

$$x = R\$ 17,46$$

A economia será de R\$ 17,46.

## Atividades extras

1. A potência gerada é de  $100\mu\text{W}$  ( $0,1\text{mW}$ ) para cada  $\text{cm}^2$ . A energia consumida diariamente é de  $3,6\text{mWh}$ . Então:

$$\tau = P \cdot \Delta t \rightarrow 3,6 = P \cdot 24 \rightarrow P = 0,15\text{mW}$$

$$0,1\text{mW} \rightarrow 1\text{cm}^2$$

$$0,15\text{mW} \rightarrow A \quad A = 1,5 \text{ cm}^2.$$

2. I) Potência da lâmpada econômica:

$$P_{\text{eco}} = \frac{1}{4} \cdot P_{\text{inc}} = \frac{1}{4} \cdot 60 = 15\text{W}$$

II) O calor liberado para o ambiente pela lâmpada incandescente corresponde a 80% da energia produzida.

$$P_{\text{inc}} = 60\text{W} = 60 \text{ J/s}$$

Adotando-se o intervalo de tempo de 1 segundo, temos  $E = 60\text{J}$  logo, o calor liberado por segundo  $Q_{\text{inc}} = 0,8 \cdot 60 = 48\text{J}$

III) O calor liberado para o ambiente pela lâmpada econômica corresponde a 20% da energia produzida.

Como  $P_{\text{eco}} = 15\text{W} = 15 \text{ J/s}$  temos que, em um segundo, a energia liberada vale:

$E = 15\text{J}$ ; logo, o calor liberado por segundo  $Q_{\text{eco}} = 0,2 \cdot 15 = 3,0\text{W}$

IV) A quantidade de energia que deixa de ser liberada para o ambiente, por segundo, equivale a:

Diferença:

$$Q_{\text{liberada}} = 45\text{J}$$

Alternativa d.

3. I)  $n = 18.000.000.000.000.000$  (18 quatrilhões)

$$n = 18 \cdot 10^{15} \text{ elétrons}$$

II)  $\Delta t = 0,10\text{s}$  (1 milissegundo)

$$\text{III}) Q = n \cdot e = 18 \cdot 10^{15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \rightarrow Q = 28,8 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$\text{IV}) i = Q/\Delta t \Rightarrow i = 28,8 \cdot 10^{-4} / 0,10 \Rightarrow i = 28,8 \cdot 10^{-3} = 0,0288\text{A}$$

Alternativa a.

4. a) I. Equivalência entre  $\text{TWh}$  e joule e entre  $\text{tep}$  e joule:

$$1\text{TWh} = 10^{12} \cdot 1\text{J/s} \cdot 3600\text{s} = 3600 \cdot 10^{12} \text{ J} = 3,6 \cdot 10^{15} \text{ J}$$

$$1\text{tep} = 42\text{GJ} = 42 \cdot 10^9 \text{ J} = 4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

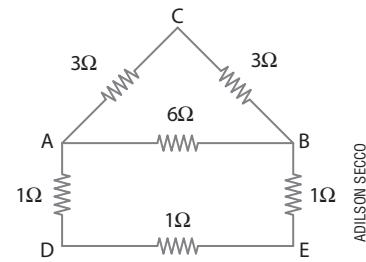
II. Dividindo-se:

$$\frac{1\text{TWh}}{1\text{tep}} = \frac{3,6 \cdot 10^{15}}{4,2 \cdot 10^{10}} \simeq 0,857 \cdot 10^5 \Rightarrow 1\text{TWh} = 8,57 \cdot 10^3 \text{ tep}$$

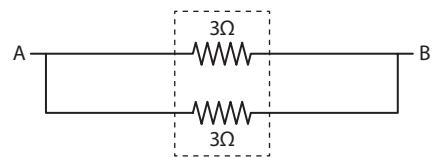
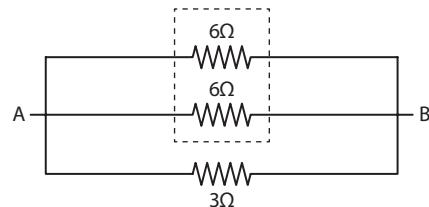
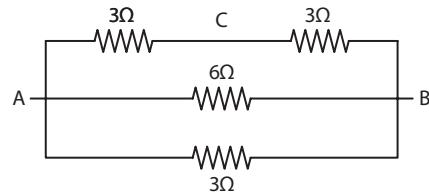
b)

$$E_{\text{hidráulica}} = 421,7 \cdot 8,57 \cdot 10^3 = 3614 \cdot 10^3 \text{ tep} \simeq 3,614 \cdot 10^6 \text{ tep}$$

5. Interpretando o enunciado, temos:



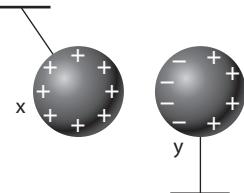
Reescrevendo o circuito, resolvendo os resistores de 3 em série e o resultado em paralelo:



$$R_{AB} = \frac{3 \cdot 3}{3 + 3} \Rightarrow R_{AB} = \frac{9}{6} \Rightarrow R_{AB} = 1,5 \Omega$$

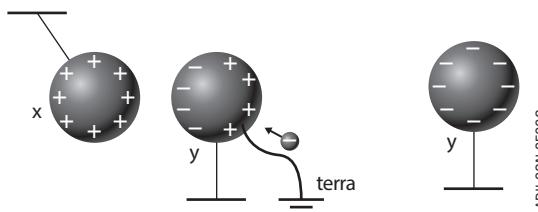
ADILSON SECCO

6. Para a tensão mínima de 300V, temos:  
 $U_1 = R \cdot i_1 \Rightarrow 300 = 500 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = 300/500 \Rightarrow i_1 = 0,6 \text{ A}$   
 Para a tensão mínima de 1500V, temos:  
 $U_1 = R \cdot i_1 \Rightarrow 1500 = 500 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = 1500/500 \Rightarrow i_1 = 3,0 \text{ A}$   
 Alternativa a.
7. No processo I, ao aproximar a esfera Y da esfera X, carregada positivamente, os elétrons livres de Y serão atraídos para a região mais próxima de X. Assim, a esfera X é atraída pela esfera Y, que está fixa.



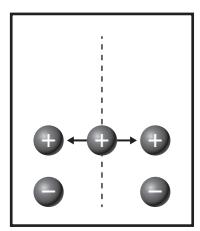
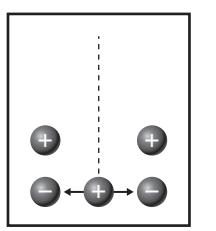
ADILSON SECCO

No segundo processo, ao ligar a esfera Y com um fio condutor, a região que ficou com falta de elétrons vai receber cargas negativas. Ao interromper essa ligação, a esfera Y ficará negativamente carregada.



ADILSON SECCO

- Alternativa c.
8. Para que a carga permaneça em trajetória retilínea, a força elétrica resultante sobre a carga deve ser zero. Os vetores força elétrica de cada uma das cargas fixas que atuam momentaneamente sobre a carga em movimento devem se anular. Para tanto, eles precisam ter a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.



ADILSON SECCO

Alternativa e.

## Integrando com... Matemática e suas tecnologias

1. Além da troca das lâmpadas, oriente os estudantes a ter outras atitudes sustentáveis, como a produção de cartazes com recados do tipo – apague a luz ao sair; abra as cortinas e deixe a luz entrar; entre outros. Essa é uma atividade que precisa de um cronograma de maior prazo para ser realizada. Por isso, defina as estratégias de ação com os professores e em concordância com a direção da escola antecipadamente. Acompanhe junto à coordenação a implementação das sugestões. Verifique com a direção da escola a possibilidade de obter os dados de consumo

de energia elétrica dos últimos três meses antes da realização da atividade (não utilizar meses de férias). Elabore um cronograma para a apresentação dos resultados. Caso a escola seja grande, peça a uma turma que a mapeie para posteriormente dividi-la em setores a serem analisados por diferentes turmas. Esta atividade também pode ser realizada individualmente, cada estudante em sua casa, sempre com a autorização e o acompanhamento de um adulto responsável.

No caso do medidor de energia elétrica, devem ser feitas ao menos duas leituras ( $L_1$  e  $L_2$ ) com o espaçamento de um mês (30 dias) – o mesmo tempo que será utilizado para o cálculo da energia consumida pelas lâmpadas. O consumo será dado pela diferença entre as leituras  $L_2 - L_1$ .

Para as lâmpadas, o cálculo precisa levar em conta a sua potência e seu tempo de utilização. Considere, por exemplo, uma lâmpada de potência de 60 W que tem uma utilização média de 4 h, durante 20 dias do mês.

Nesse caso, o consumo de energia é dado por:  $\tau = P \cdot \Delta t$ , colocando a potência em kW e o tempo em horas.

Assim:

$$P = 60 \text{ W} \Rightarrow P = 0,06 \text{ kW}$$

$$\Delta t = 2 \text{ h / dia} \cdot 20 \text{ dias} \Rightarrow \Delta t = 40 \text{ h}$$

$$\tau = P \cdot \Delta t \Rightarrow \tau = 0,06 \cdot 40 \Rightarrow \tau = 2,4 \text{ kWh}$$

Efetue o mesmo procedimento de cálculo para cada lâmpada da escola e some todos os resultados para ter o consumo total das lâmpadas ( $E_{\text{lamp}}$ ).

Feito isso, a porcentagem ( $\eta$ ) do consumo total da escola é dada pela razão entre esse valor ( $E_{\text{lamp}}$ ) e o consumo total ( $E_{\text{total}}$ ).

Assim:

$$\eta = \frac{E_{\text{lampada}}}{E_{\text{total}}} \cdot 100\%$$

2. Ao propor ações concretas para evitar o desperdício e reduzir o consumo da energia elétrica, pode-se contribuir com a redução da demanda por eletricidade e, consequentemente, o aumento da sua produção, seja na construção de novas usinas, seja no acionamento de usinas que utilizam energia não renovável e poluente. Assim, hábitos sustentáveis auxiliam a conservar o ambiente de modo que as necessidades do presente continuem a ser atendidas, garantindo, ao mesmo tempo, que as gerações futuras também possam suprir suas necessidades.

## Unidade 3. Eletroquímica e bioeletricidade

1. Resposta pessoal. Estimule a conversa com os estudantes sobre a tecnologia móvel possibilitada pelas pilhas e baterias, suas soluções e limitações, como a necessidade de recarga constante.
2. Espera-se que os estudantes respondam que é verdadeira, embora, neste momento, talvez não relacionem com as sinapses neuronais.

## Tema 1: Oxidação, redução e corrosão

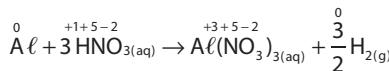
1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes associem a ferrugem à presença de gás oxigênio e de umidade no ar. No processo, estão acontecendo três fenômenos – oxidação, corrosão e ferrugem. Embora estejam associados, não são a mesma coisa. A oxidação é um processo anterior à corrosão, e a ferrugem, observada na imagem, é um processo derivado da oxidação e da corrosão. Vamos entender melhor esses processos a partir de agora.
2. a)  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
Nox (H) = +1, Nox (S) = X, Nox (O) = -2.  
 $[2 \cdot (+1)] + X + [4 \cdot (-2)] = 0$   
 $2 + X - 8 = 0$   
 $X = 6$ , isto é, o Nox do enxofre (S) no  $\text{H}_2\text{SO}_4$  é +6.
- b)  $\text{CO}_3^{2-}$   
Nox(C) = X  
Nox (O) = -2  
Carga total do ânion  $\text{CO}_3^{2-}$  é -2, então:  
 $X + [3 \cdot (-2)] = -2$   
 $X = +4$ , isto é, o Nox do carbono (C) no  $\text{CO}_3^{2-}$  é +4.
3. Equação final balanceada:  
 $2 \text{Fe} + 3 \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{Cu}$   
Agente oxidante:  $\text{CuSO}_4$   
Agente redutor: Fe
4. Fatores mecânicos podem provocar bolhas, porém, em parte dos casos, a ferrugem continua acontecendo sob a tinta de proteção, e os gases formados na oxirredução tentam escapar. Excesso de bolhas significa necessidade de tratamento da peça metálica de ferro.

### Atividades

1. Espera-se que os estudantes avaliem o acidente ocorrido no viaduto de São Paulo, identificando as características e propriedades dos materiais que foram utilizados em sua construção, além de possíveis fenômenos que tenham contribuído para sua corrosão. Além disso, também é esperado que eles conheçam os efeitos e as consequências que esse acidente teve. Ao final, oriente uma conversa sobre a importância de se exercer a cidadania, atuando como sujeitos participantes da sociedade, de modo a exigir melhorias na infraestrutura das cidades. Indique ao menos uma sugestão de fonte de pesquisa para os estudantes, como o link a seguir: SP: VIADUTO cede e bloqueia pista expressa da marginal Pinheiros. UOL, 15 nov. 2018. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2018/11/15/viaduto-cede-e-bloqueia-pista-expressa-da-marginal-pinheiros.htm>. Acesso em: 18 set. 2020.

2. a) Corrosão do ferro:  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^-$   
Corrosão do magnésio:  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^-$   
Proteção do ferro: Além de se oxidar antes que o ferro, o magnésio transfere elétrons para cátions ferro.  
 $\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Fe}$
- b) O magnésio, pois ele tem mais facilidade de oxidar – é mais eletropositivo.

3. a)



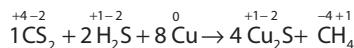
Oxidação:  $\text{Al}^0 \rightarrow \text{Al}^+ \rightarrow \Delta \text{Nox} = 3 \mid \Delta \text{e}^- = 3 \cdot 1 = 3$

Redução:  $\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2^0 \mid \Delta \text{Nox} = 1 \mid \Delta \text{e}^- = 1 \cdot 1 = 1$

Agente redutor: Al

Agente oxidante  $\text{HNO}_3$

- b)



Redução:  $\text{C}^4 \rightarrow \text{C}^{-4}$

$\Delta \text{Nox} = 8 \mid \Delta \text{e}^- = 8 \cdot 1 = 8$

Oxidação:  $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{+1}$

$\Delta \text{Nox} = 1 \mid \Delta \text{e}^- = 1 \cdot 1 = 1$

Agente redutor:  $\text{CS}_2$

Agente oxidante: Cu

4. a) Oxidação: III, IV; redução: I, V

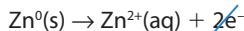
b) Etapa V, pois o nitrogênio reduz de Nox (+5) no  $\text{NO}_3^-$  para Nox (0) no  $\text{N}_2$ .

## Tema 2: Pilhas

- Resposta pessoal. A cobra engoliu uma pilha que forneceu energia para que o chocalho ficasse energizado independentemente da vontade dela. Podem surgir respostas como choque ou electricidade relacionadas ao movimento do chocalho acima do normal.
- Resposta pessoal. Tanto a tirinha quanto as frases fazem alusão à pilha e à energia.
- Agente oxidante:  $\text{Cu}^{2+}$ ; agente redutor:  $\text{Ni}^0$
- 

4.

Semirreação no ânodo



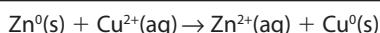
$$E^0_{(\text{oxi})} = +0,76\text{V}$$

Semirreação no cátodo

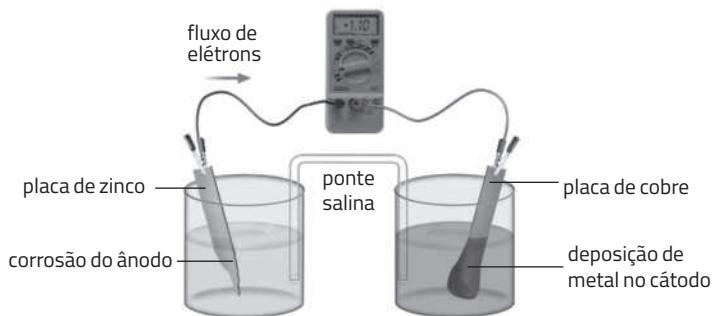


$$E^0_{(\text{red})} = +0,34\text{V}$$

Reação global



$$\text{ddp} = +1,1\text{V}$$



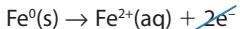
LUIS MOURA

## Atividades

1. a)

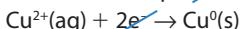
### Pilha de cobre e ferro

Semirreação no ânodo



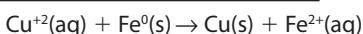
$$E^0_{(\text{oxi})} = +0,44\text{V}$$

Semirreação no cátodo



$$E^0_{(\text{red})} = +0,34\text{V}$$

Reação global



$$\text{ddp} = +0,78\text{V}$$

$$\Delta E^0 = (+0,34\text{ V}) + (+0,44\text{ V}) = 0,78\text{ V}$$

### Pilha de magnésio e alumínio

Semirreação no ânodo



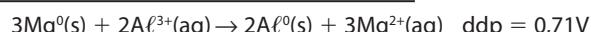
$$E^0_{(\text{oxi})} = +2,37\text{V}$$

Semirreação no cátodo



$$E^0_{(\text{red})} = -1,66\text{V}$$

Reação global



$$\Delta E^0 = (+2,37\text{ V}) + (-1,66\text{ V}) = 0,71\text{ V}$$

b) Escolha do melhor agente oxidante:  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$

Escolha do melhor agente redutor:  $\text{Mg}^0/\text{Mg}^{2+}$

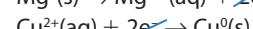
### Pilha de magnésio e cobre

Semirreação no ânodo



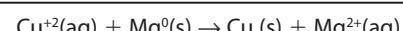
$$E^0_{(\text{oxi})} = +2,37\text{V}$$

Semirreação no cátodo



$$E^0_{(\text{red})} = +0,34\text{V}$$

Reação global



$$\text{ddp} = +2,71$$

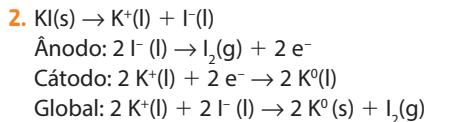
$$\text{ddp} = (+2,37\text{V}) + (+0,34\text{V}) = +2,71\text{V}$$

2. a)  $\text{Al}^0 \rightarrow \text{Al}^+ + 3 \text{e}^-$   $E^\circ = +1,66\text{V}$   
 b)  $\text{Ag}^- + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}^0$   $E^\circ = +0,80\text{V}$   
 c)  $\text{Al} + 3 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Al}^+ + 3 \text{Ag}^0$  ddp = 2,46V (balanceada para acerto do número de elétrons transferidos)  
 d)  $\text{Ag}^0$   
 e)  $\text{Al}^0$   
 f) Da placa de alumínio para placa de prata.  
 g)  $\text{Ag}^0$   
 h)  $\text{Al}^0$
3. a) ddp = 0,59V  
 b) Agente oxidante:  $\text{Cu}^{2+}$   
 Agente redutor:  $\text{Ni}^0$

4. a) 2  
 b) Produção de corrente elétrica para acender a lâmpada.  
 c) As duas lâmpadas terão a mesma intensidade, porém a bateria da imagem 2 vai ter maior durabilidade.  
 5. Os estudantes devem perceber que o interesse dos cientistas era produzir baterias mais eficientes, porém de menor peso. A primeira foi de lítio e dissulfeto de titânio, que era relativamente perigosa. A segunda foi de lítio com óxido de cobalto, que chegaria em 4 V de ddp. Na terceira, no ânodo de lítio foi inserido coque do petróleo rico em carbonos, o que deixou as baterias leves e com maior capacidade de serem recarregadas.

### Tema 3: Eletrólise

1. Esta situação exige que, primeiramente, os estudantes identifiquem o valor da medalha de ouro caso ela fosse feita inteiramente desse metal. Se calcularmos somente o valor do ouro, temos que:  $500 \times 144 = = \text{R\$}72\,000$  reais. A partir desse dado, os estudantes podem construir a hipótese de que a medalha não era feita totalmente de ouro, o que explicaria o seu baixo valor de custo.



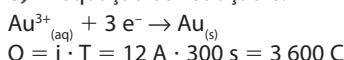
3. Na solução aquosa de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), temos:  
 $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$   
 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$   
 Redução:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0(\text{s})$   
 Oxidação:  $2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{e}^-$   
 Equação global:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^0(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 1/2 \text{O}_2$   
 Subproduto:  $\text{H}^+(\text{aq})$  e  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

4. Ânodo:  $6 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3/2 \text{O}_2(\text{g}) + 6 \text{e}^-$   
 Cátodo:  $2 \text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 6 \text{Au}^0(\text{s})$   
 Equação global:  $2 \text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 6 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3/2 \text{O}_2(\text{g}) + 6 \text{Au}^0(\text{s})$   
 O ouro metálico ( $\text{Au}^0$ ) formado se deposita sobre a medalha de prata.

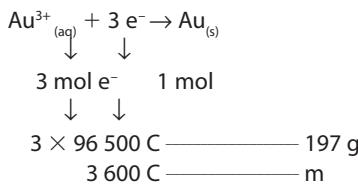
### Atividades

1. a) O ouro é pouco reativo e muito resistente; um metal nobre que valoriza a peça.

b) A equação da redução é:



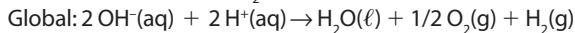
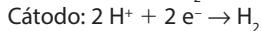
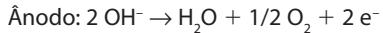
Então:



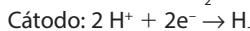
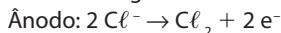
$m = 2,45$  gramas de ouro depositados no anel.

2. a) De acordo com a equação  $2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ , percebe-se que o gás hidrogênio (redução – polo negativo) é formado em proporção 2 : 1 em relação ao gás oxigênio (oxidação – polo positivo), o que pode ser verificado ao analisar a quantidade de gás em cada produto. A = polo (+); B = polo (-); C = gás hidrogênio; D = gás oxigênio.

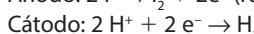
b) Os mesmos que da água pura, pois o  $\text{Na}^+$  perde a ordem de descarga para  $\text{H}^+$ , e o  $\text{SO}_4^{2-}$  perde a ordem da descarga para o  $\text{OH}^-$ .



3. O  $\text{KC}\ell$ , pois é o único que em ambos os eletrodos forma substâncias gasosas.



4. KI



Substância residual: KOH (rosa em fenolftaleína)

A eletrólise do  $\text{CuI}_2$  deixaria o meio ácido, e a fenolftaleína é incolor em meio ácido.

### Tema 4: Eletricidade no corpo humano

1. O marca-passo monitora o ritmo de batimentos cardíacos. Caso seja identificado um desbalanço no ritmo de batimentos, o gerador conduz impulsos elétricos ao músculo cardíaco por meio dos eletrodos, restabelecendo seu ritmo.

2. Resposta pessoal. As pessoas que usam um marca-passo artificial implantado precisam adotar alguns cuidados para manter o funcionamento adequado desse dispositivo, entre eles: evitar choques mecânicos na região do implante; atentar-se ao uso de aparelhos elétricos e eletrônicos, caso algum deles possa interferir no funcionamento do marca-passo; evitar esforço na parte superior do corpo, entre outros. Os cuidados adequados devem ser consultados com o(a) médico(a) do paciente.

## Atividades

1. Diga aos estudantes que utilizem como fonte de pesquisa para a realização desta atividade o *link* a seguir: BRASIL. Ministério da Saúde. Consumo excessivo de sódio causa hipertensão, doenças renais e cardiovasculares. **Blog da Saúde**, 14 ago. 2014. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/570-perguntas-e-respostas/30871-consumo-excessivo-de-sodio-causa-hipertensao-doencas-renais-e-cardiovasculares#:~:text=O%20consumo%20exagerado%20do%20sal,72%25%20dos%20%C3%B3bitos%20no%20Brasil>. Acesso em: 18 set. 2020.

a) O sal é um ingrediente composto por cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ). Ele é utilizado para temperar alimentos, de modo geral, sendo uma de nossas fontes para a obtenção de sódio e de cloro. O sódio, por sua vez, é um elemento químico importante para a manutenção de diversas funções do organismo. Ele também está presente nos alimentos, sendo outra fonte de sua obtenção.

b) O sódio é importante para promover a despolarização da membrana plasmática, contribuindo para a propagação de um potencial de ação. No caso, quando chega um estímulo ao neurônio, canais transportadores de íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) são abertos. Como o meio extracelular apresenta maior concentração de íons de sódio, ocorre o transporte passivo desse íon para o interior da célula. Isso faz com que ocorra uma mudança da voltagem da membrana, tornando sua face interna cada vez menos negativa. Se o estímulo for forte o suficiente, ocorre a formação de um potencial de ação.

c) A ingestão excessiva de sal pode ocasionar a hipertensão, condição em que a pressão sanguínea é elevada. Nesta condição, a força exercida pelo sangue na parede dos vasos sanguíneos é alta, podendo comprometer o funcionamento dos rins e do coração, além de causar infarto e acidente vascular cerebral (AVC).

2. A contração dos músculos do coração não depende dos sinais elétricos enviados pelo sistema nervoso. Ela é iniciada a partir de um grupo de células autorritmicas localizadas no próprio coração, chamado nó sinoatrial (ou marca-passo), que dita o ritmo de contração das células cardíacas. Em caso de paradas cardíacas, utiliza-se um desfibrilador, cuja corrente elétrica gerada tenta reestabelecer o ritmo de contração do coração.

3. 1 – B; 2 – A; 3 – D; 4 – C

4. a) A bainha de mielina é um revestimento membranoso localizado nos axônios, cuja constituição é majoritariamente lipídica. Ela atua como isolante elétrico, possibilitando maior velocidade na condução de impulsos nervosos. Os neurônios que contam com essa estrutura são chamados neurônios mielinizados.

b) A desmielinização consiste na destruição da bainha de mielina. Com isso, a transmissão dos impulsos nervosos é dificultada ou, muitas vezes, interrompida. Os impulsos nervosos são sinais elétricos de baixa intensidade transmitidos entre neurônios ou de um neurônio a outras células, como as células musculares. Assim, sem os impulsos nervosos, as demais funções do organismo controladas pelo sistema nervoso são comprometidas, como andar e se equilibrar.

c) Resposta pessoal. Nas doenças autoimunes, o sistema imunológico ataca células e tecidos saudáveis do organismo. De modo geral, seu tratamento é feito com medicamentos que suprimem o sistema imunológico da pessoa a fim de evitar a destruição de células saudáveis. No caso da esclerose múltipla, além da supressão do sistema imunológico para evitar a destruição da bainha de mielina, realiza-se o tratamento dos sintomas visando a aumentar a qualidade de vida dos pacientes.

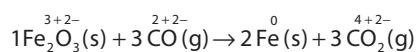
## Atividades extras

1. a) O cobre oxidou com a ação da umidade, do oxigênio e do dióxido de carbono da poluição urbana.



b) Azinhover: mistura de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  e  $\text{CuCO}_3$

2. a)



Redução:  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^0$   $\Delta\text{Nox} = 3$  |  $\Delta\text{e}^- = 3 \rightarrow 2 = 6$

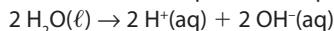
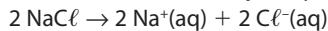
Oxidação:  $\text{C}^{2+}$  para  $\text{C}^{4+}$   $\Delta\text{Nox} = 2$  |  $\Delta\text{e}^- = 2 \rightarrow 1 = 2$

Fazendo a divisão pelo fator comum (2), temos:  $\Delta\text{e}^-$  da oxidação = 1 e  $\Delta\text{e}^-$  da redução = 3

b) Agente oxidante:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Agente redutor: CO

3. a) Na eletrólise da solução aquosa de  $\text{NaCl}$ , tem-se:



Prioridade de descarga:  $\text{H}^+ > \text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^- > \text{OH}^-$

Semirreação catódica (polo negativo):  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

Semirreação anódica (polo positivo):  $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$

Reação global:  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

b) A reação de eletrólise da salmoura origina substâncias químicas como  $\text{H}_2(\text{g})$  e  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , além de  $\text{NaOH}(\text{aq})$  em solução; dessa forma, conclui-se que o anúncio “piscina com cloro líquido” não está correto.

4. a) O nó sinoatrial produz impulsos elétricos similares aos das células nervosas. Estes impulsos estimulam as demais células cardíacas, cujo estímulo se propaga rapidamente pela parede dos átrios, que se contraem juntos (1). A propagação dos estímulos chega a outro conjunto de células, localizado entre os átrios esquerdo e direito: o nó atrioventricular. Esse grupo de células retarda os impulsos brevemente, antes de serem propagados aos ventrículos, possibilitando que o sangue localizado no interior dos átrios seja direcionado aos ventrículos, antes de sua contração. Então, os sinais do nó atrioventricular são conduzidos aos ventrículos (3). A contração dos ventrículos ao mesmo tempo é possível devido à propagação dos impulsos elétricos pela parede dessas câmaras por meio de fibras musculares especializadas, denominadas fibras de Purkinje (4).

b) Nósinoatrial.

5. Alternativa d.

**6. Alternativa d.**

A prata é reduzida de  $\text{Ag}^+$  para  $\text{Ag}^0$ , sendo resgatados todos os seus cátions, mantendo a massa igual à inicial.

**7. Alternativa b.**

A espécie que sofre redução deve possuir maior potencial de redução, ou seja, o oxigênio. Já o dióxido de carbono oxida e o seu potencial terá o sinal invertido. A ddp seria então 1,1 V ( $0,8\text{ V} + 0,3\text{ V}$ ). Para fornecer a ddp de 4,4 V, teríamos que utilizar 4 pilhas em série.

**8. Alternativa d**, pois a eletropositividade, ou seja, a capacidade de transferir elétrons do estanho é maior que a das espécies das outras alternativas. Em conclusão, o estanho transfere elétrons para os íons prata se reduzirem a metal prata.

**9.** Estão corretas:  $01 + 04 + 08 + 64 = 77$

**10. Alternativa e.**

Os íons presentes na solução são: cátions:  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{H}^+$ ; ânions:  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{OH}^-$ . Para os cátions, o  $\text{Ni}^{2+}$  tem prioridade na descarga e, portanto, sofrerá redução no cátodo, conforme a equação:



## Falando de... Descarte de pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos

**1.** Resposta pessoal. Oriente os estudantes durante a conversa de modo que possam identificar as carências sobre o assunto e, se necessário, realizar ações ou campanhas de conscientização sobre o descarte correto deste material. A pesquisa será importante para a elaboração das ações que podem ser feitas. O link a seguir disponibiliza um trabalho sobre o assunto, com possíveis questionamentos que podem compor o questionário da entrevista.  
ZORZI, L.; BARDI, M. A. G. Resíduos eletrônicos: um estudo da geração e descarte de resíduos eletrônicos pela população da região de Itatiba-SP. **Revista Ensaios Pioneiros**. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5469/7244420f13ab85d0f8097467931f0ce876c4.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.

## Unidade 4. Eletromagnetismo

**1.** Aurora boreal e aurora austral.

**2.** Resposta pessoal. Aproveite a oportunidade para conversar com os estudantes sobre a importância de se prepararem por meio dos estudos para o mercado de trabalho. Se achar interessante, aprofunde a conversa realizando a atividade proposta na seção **Ampliando**.

## Tema 1: Campo magnético

**1.** Resposta pessoal. É possível que os estudantes respondam: em hospitais, clínicas ou laboratórios. Esta placa é encontrada em locais onde há equipamentos de ressonância magnética, por exemplo.

**2.** Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes falem sobre a atração de materiais de metal que compõem o marca-passos e os implantes. É pouco provável que haja variação do campo magnético, podendo provocar corrente induzida nesses materiais.

**3. a)**



REMAN LEMMA

**b)** Espera-se que os estudantes respondam que a agulha se moveu, passando a indicar uma posição perpendicular ao fio.

**c)** Espera-se que eles digam que a lâmpada se apagou e a agulha da bússola voltou a ficar paralela ao fio.

**d)** Espera-se que cheguem à mesma conclusão do item **a**: a agulha se posicionou em uma direção perpendicular ao fio.

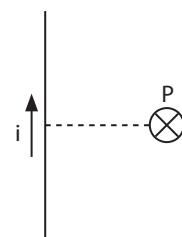
**e)** Espera-se que respondam que a agulha se movimentou para uma direção perpendicular ao fio, porém em sentido oposto ao anterior.

## Atividades

**1.** I. A intensidade do campo magnético pode ser calculada do seguinte modo:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot \frac{i}{r} \Rightarrow B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{5}{25 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{1} \cdot \frac{5}{25 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow \\ \Rightarrow B = \frac{10 \cdot 10^{-7}}{25 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B = 0,4 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

II. Utilizando-se a regra da mão direita aplicada sobre a corrente, temos:



Logo, o campo tem direção perpendicular ao plano da parede, entrando nela.

**2. a)** O estudante deve pesquisar e descobrir que o campo magnético terrestre é deformado pelo vento solar, comprimindo-o na parte iluminada pelo Sol e alongando-o no sentido oposto. O vento solar também é responsável pelas auroras boreal e austral

**b)** Proteção dos seres vivos contra radiações letais e orientação de pássaros em movimentos migratórios.

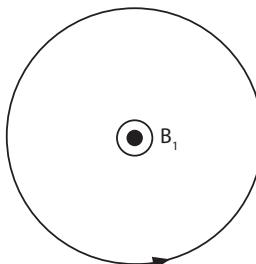
**c)** Porque ele depende de satélites em órbita terrestre que, apesar de não serem afetados pelo campo magnético, podem ser afetados pelas explosões solares.

- d) O estudante deve saber que os polos geográficos e magnéticos não são conectados entre si. O polo geográfico Norte fica próximo do polo Sul magnético e vice-versa. Por isso a bússola “aponta para o Norte” geográfico.

3. I. Considerando a espira menor como referência, temos:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r} \Rightarrow B_1 = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{4}{10^{-1}} \Rightarrow B_1 = \frac{16 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow B_1 = 8\pi \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

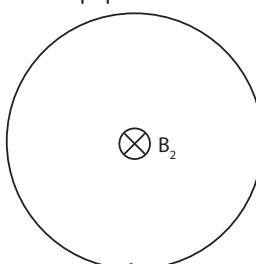
O campo é perpendicular ao plano da espira, saindo do papel.



- II. Considerando a espira maior como referência, temos:

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r} \Rightarrow B_2 = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{4}{2 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow B_2 = \frac{16 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow B_2 = 4\pi \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

O campo é perpendicular ao plano da espira, entrando papel.



Como os campos apresentam sentidos opostos, o campo resultante é dado por:

$B_R = B_1 - B_2 \Rightarrow B_R = 8\pi \cdot 10^{-6} - 4\pi \cdot 10^{-6} = 4\pi \cdot 10^{-6} \text{ T}$ , perpendicular ao plano das espiras, saindo do papel.

4. a) D, F, H, J, L serão polos Sul; C, E, G, I, K, B serão polos Norte.

O princípio da inseparabilidade dos polos.

- b) C e K repelem-se, pois ambos são polos Norte; E e H atraem-se, pois são polos opostos.

- c) O magnetismo do ímã diminui, pois o calor aumenta a energia de agitação das partículas magnetizadas e os seus campos magnéticos ficam desalinhados, não mais criando um campo macroscópico resultante.

## Tema 2: Força magnética

- É pouco provável que os estudantes citem a força provocada por um campo magnético, sendo grande a possibilidade de relacionarem o funcionamento do motor à bateria.
- A diminuição da frota de veículos movidos a combustão reduz também a emissão de gases poluentes, melhorando as condições do ar atmosférico. Além disso, ocorre queda do consumo de energia proveniente de fontes não renováveis.
- Entre as principais dificuldades está a autonomia da bateria e o alto custo de fabricação dos motores elétricos.
- Espera-se que os estudantes citem benefícios em relação à poluição sonora e ambiental, pois não emitem sons altos nem gases poluentes. Os inconvenientes são o custo de comercialização e de assistência técnica, bem como a baixa autonomia para viagens.

## Oficina científica

- A bobina gira porque, ao ser percorrida pela corrente elétrica, na presença do campo magnético do ímã, a força magnética age sobre ela.
- A bobina passa a girar em sentido oposto.
- Com duas pilhas em série, a bobina gira de modo mais rápido.
- A resposta vai depender da posição do ímã.

## Atividades

1. a) Dados do texto:

$$v = 700 \text{ km/s} = 700000 \text{ m/s} = 7,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$B = 24000 \text{ nT} = 24 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} = 24 \cdot 10^{-6} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Logo:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} \Rightarrow R = \frac{2 \cdot 10^{-12} \cdot 7 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^{-19} \cdot 2,4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow R = \frac{14 \cdot 10^{-7}}{7,2 \cdot 10^{-24}} \Rightarrow R \approx 1,94 \cdot 10^{17} \text{ m}$$

- b) Segundo o texto, na região localizada entre a Austrália e a Antártica, o campo magnético é  $B_2 = 66000 \text{ nT} = 66 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \text{ T} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

Lembre-se de que o campo magnético na Anomalia Magnética da América do Sul é:

$$B_1 = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m \cdot v}{|q| \cdot B_1}}{\frac{m \cdot v}{|q| \cdot B_2}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{1}{B_1}}{\frac{1}{B_2}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{B_2}{B_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{6,6 \cdot 10^{-5}}{2,4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 2,75 \Rightarrow R_1 = 2,75 \cdot R_2$$

2. a) Um fio percorrido por corrente elétrica (lâmpada acesa) fica sujeito a uma força magnética quando colocado na presença de um campo magnético gerado pelo ímã.
- b) No suporte mais à frente, a corrente elétrica está subindo.
- c) O campo magnético produzido pelo ímã tem direção vertical e sentido do polo Norte para o polo Sul (de baixo para cima).
- d) Como a corrente elétrica sai do polo positivo e se dirige para o negativo, o polo da pilha mais à frente é positivo, e o polo localizado mais próximo à lâmpada é negativo.
- e) Ao desligarmos a lâmpada, cessa a corrente no circuito. Assim, não haverá força magnética e a haste de cobre deve se posicionar com seus canos de sustentação na vertical, pois não será mais atraída para a direita.

3. I. O raio da trajetória aumenta com o tempo.

II. Supondo-se que a massa e a carga da partícula se mantêm constantes, temos então duas possibilidades:

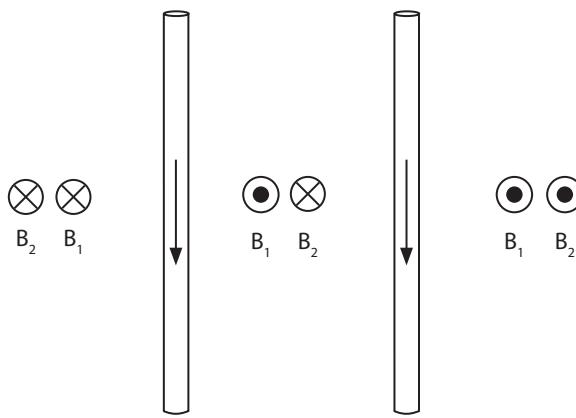
- i. a velocidade da partícula aumenta ao interagir com o meio material em que o campo está inserido e, por isso, temos um aumento no valor do raio;
- ii. o campo magnético diminui sua intensidade, provocando o aumento do raio.

4. a)

$$F_m = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{L}{r} \Rightarrow F_m = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-2}} \cdot 1,2 \Rightarrow F_m = 1,2 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

Os fios atraem-se.

- b) Utilizando a regra da mão direita para os fios retilíneos, temos:



5. Aplicando a regra da mão direita nº 2, temos:

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 

### Tema 3: Indução eletromagnética

1. Resposta pessoal. A lâmpada acendeu, pois o ímã se movimenta no interior de uma bobina alterando o fluxo magnético, o qual produz uma corrente induzida, que alimenta a lâmpada. A energia elétrica acumulada nesse movimento é armazenada e a lâmpada pode funcionar por algum tempo após cessar o movimento inicial.
2. Sim, quando há alteração no fluxo magnético em torno de um condutor, ocorre a produção de uma ddp induzida, que provocará o surgimento de uma corrente elétrica induzida.

### Atividades

1. a) 1 – Economia de energia: a eficiência do motor elétrico (como nos automóveis, por exemplo) pode gerar maior economia de combustíveis se a produção da energia elétrica consumida por eles também for mais econômica que a produção de outros tipos de combustíveis.  
2 – Com maior utilização de motores elétricos poderá haver menor incidência de poluentes atmosféricos oriundos da queima de combustíveis fósseis de outros tipos de motores.  
3 – Melhora a sustentabilidade no que concerne à melhoria do ambiente e como usamos a energia dele retirada. Também pode contribuir para o bem-estar dos indivíduos (sustentabilidade social), produzindo melhor qualidade de vida (menos ruído, menor poluição, entre outros fatores).
- b) Lei de Faraday, segundo a qual uma variação no fluxo do campo magnético gera uma força eletromotriz induzida. Essa força faz girar o motor e pode ser calculada pela 1<sup>a</sup> lei de Ohm.

A energia elétrica proveniente da rede elétrica é transformada em energia mecânica. Pode-se também utilizar, por exemplo, a energia química de uma bateria, que vai ser transformada em elétrica e esta, por sua vez, em mecânica.

2.

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \frac{|0 - 60|}{0,3} \Rightarrow |\varepsilon| = 200 \text{ V}$$

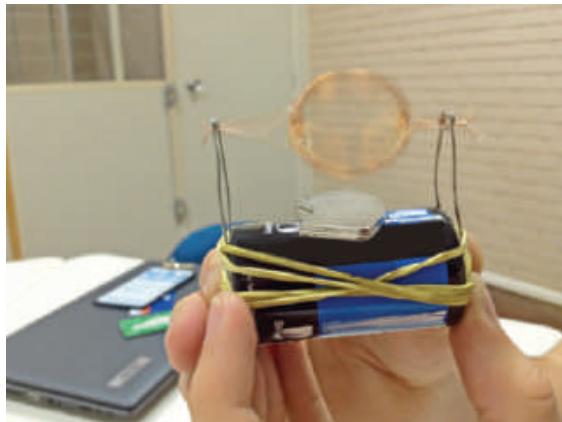
3. Se a força eletromotriz induzida é dada por  $|\varepsilon| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$  e temos um fluxo constante, então a fem induzida será nula e o rapaz não levará choque, pois não haverá corrente elétrica.

4.

$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \frac{220}{6600} = \frac{N_s}{3000} \Rightarrow \frac{1}{30} = \frac{N_s}{3000} \Rightarrow N_s = \frac{3000}{30} \Rightarrow \\ \Rightarrow N_s = 100 \text{ voltas}$$

### Atividades extras

1. a) Espera-se que o sistema do estudante remeta para algo próximo ao sistema mostrado na figura a seguir.



PHYSICS AND TRASH

O esquema deve ter: uma bobina feita com fios enrolados de cobre (umas dez voltas), deixando expostas as duas pontas do fio, uma de cada lado: dois suportes feitos de arame, os quais serão fixados um em cada polo da pilha (essa fixação pode ser feita com elástico ou fita isolante). O ímã deve ser fixado na lateral da pilha, e a bobina, apoiada nos suportes.

b) Resposta possível: Quando uma corrente elétrica percorre um fio imerso em um campo magnético, surge uma força perpendicular ao fio (força magnética), que pode fazê-lo se mover. Se no lugar de um fio condutor usarmos uma bobina com muitas espiras de fio, mesmo uma corrente relativamente fraca pode gerar forças intensas quando a mesma configuração for montada. Esta bobina, se ligada a um eixo, pode movimentar pás, correias e outros dispositivos, pois o motor transforma energia elétrica em mecânica.

2. São as bobinas defletoras. Elas geram um campo magnético resultante sobre os elétrons, os quais, sob a ação da força magnética, se desviam de sua trajetória, atingindo a tela da TV em diferentes pontos, criando a imagem.

3. I. A força magnética é dada por:

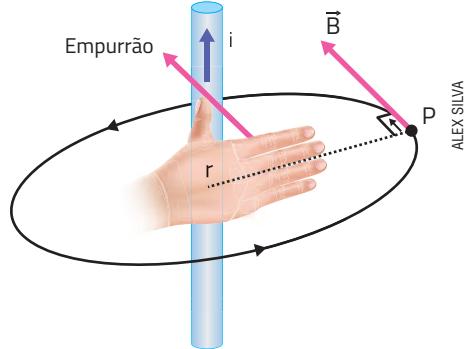
$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow F_m = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow F_m = 12,8 \cdot 10^{-15} = 1,28 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

II. O raio da trajetória é dado por:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} \Rightarrow R = \frac{10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow R = \frac{1,6 \cdot 10^{-23}}{8 \cdot 10^{-23}} \Rightarrow \\ \Rightarrow R = 0,20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

4. Alternativa **b**.

Analisando a figura ao lado, podemos ver que o vetor campo magnético sempre será perpendicular à direção do fio independentemente do sentido da corrente.



5. a) No deslocamento de A para B, o fluxo do campo magnético

aumenta, pois há aumento da quantidade de linhas de campo que passa pelo centro da espira.

No deslocamento de B para C, o fluxo fica constante, pois o número de linhas de campo não se altera.

No deslocamento de C para D, o fluxo diminui, pois ocorre uma diminuição das linhas de campo que passam pelo centro da espira.

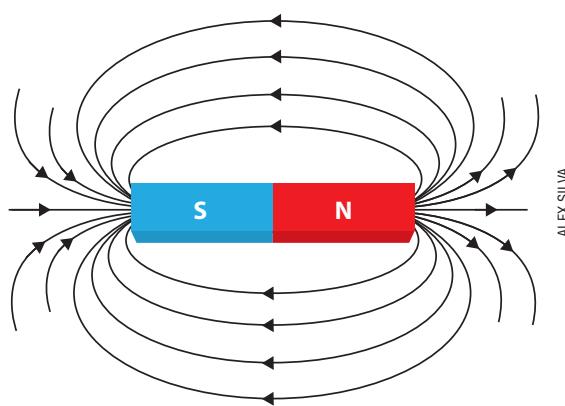
b) De A para B: o campo induzido será no sentido de entrar no papel. Portanto, a corrente induzida será no sentido anti-horário.

De B para C: a corrente induzida é nula, pois não há variação do fluxo magnético.

De C para D: o campo induzido será no sentido de sair do papel. Portanto, a corrente induzida será no sentido horário.

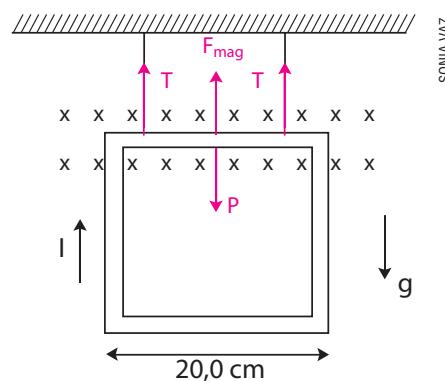
6. Alternativa **c**.

As bússolas alinharam-se de acordo com as linhas de força do campo do ímã que, por convenção, saem no polo Norte e chegam ao polo Sul, como mostra a figura a seguir.



7. Alternativa **a**.

I. A figura mostra as forças aplicadas na espira.



Para que as forças de tração nos fios sejam anuladas, a força magnética sobre a lateral que está imersa no campo deve equilibrar a ação da força peso, pois:

$$F_{\text{mag}} + T + T = P \Rightarrow F_{\text{mag}} = P - 2T$$

Se  $T = 0$ , então:

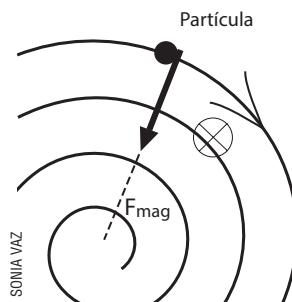
$$\begin{aligned} F_{\text{mag}} &= P \Rightarrow B \cdot i \cdot l \cdot \sin\theta = m \cdot g \Rightarrow B \cdot i \cdot l \cdot \sin 90^\circ = m \cdot g \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0,05 \cdot i \cdot 0,20 \cdot 1 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow \\ &\rightarrow i \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-3} \rightarrow i = 8,0 \end{aligned}$$

**8.** Alternativa a.

I. Supondo-se que a massa e a carga da partícula se mantêm constantes e que  $R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$ , temos então que a velocidade da

partícula diminui ao interagir com o meio material em que o campo está inserido e, por isso, ocorre uma diminuição do valor do raio.

II. A figura mostra um recorte em que é mostrado o sentido da força magnética, que atua como força centrípeta. Aplicando-se a regra da mão direita sobre a partícula, podemos dizer então que ela é negativa.



**9.** Alternativa c.

I. De acordo com o texto do enunciado, a mudança do solenoide não altera a resistência do circuito. Logo, a corrente fica constante.

II. Na situação 1, temos:

$$B_1 = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

Na situação 2, temos:

$$B_2 = \mu_0 \cdot \frac{2N}{2L} \cdot i \Rightarrow B_2 = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i = B_1; \text{ logo, a corrente fica inalterada.}$$

## Falando de... Magnetismo terrestre

1. Elas formam-se a partir da interação de partículas solares com o campo magnético da Terra. Nesta interação, os átomos de oxigênio e nitrogênio são excitados, emitindo luz para voltarem ao estado inicial.
2. Interferência nas telecomunicações e mudança de órbita dos satélites, riscos biológicos de danos nos tecidos e DNA humanos. Provavelmente, sem esta proteção, não existiria vida na Terra tal qual a conhecemos.
3. Resposta pessoal. É possível que os estudantes encontrem informações sobre bactérias que se movimentam em alinhamento com o campo magnético da Terra, bem como sobre a navegação de pombos. Com relação às bactérias, comente que elas produzem um mineral parecido com a magnetita. Este mineral funciona como ímã e permite que elas se orientem usando o campo magnético da Terra. Há interesse no estudo dessas bactérias pelas áreas de computação e biomedicina. Com relação aos pombos, comente que possuem sensores magnéticos de direção no interior de seus crânios, interligados com diversos nervos, que permitem localizar latitude e longitude do campo magnético terrestre. Algumas abelhas também apresentam material magnético, o que influencia no seu comportamento diante de um capo magnético, além de outros animais, como vespas, borboletas, tartarugas marinhas e peixes. Fonte: HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, p. 440-441.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

# HINO NACIONAL

Letra: Joaquim Osório Duque Estrada

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas  
De um povo heroico o brado retumbante,  
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,  
Brilhou no céu da Pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade  
Conseguimos conquistar com braço forte,  
Em teu seio, ó liberdade,  
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido  
De amor e de esperança à terra desce,  
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,  
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,  
És belo, és forte, impávido colosso,  
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!

Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada,  
Brasil!

Música: Francisco Manuel da Silva

Deitado eternamente em berço esplêndido,  
Ao som do mar e à luz do céu profundo,  
Fulguras, ó Brasil, florão da América,  
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra mais garrida  
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;  
"Nossos bosques têm mais vida",  
"Nossa vida" no teu seio "mais amores".

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo  
O lábaro que ostentas estrelado,  
E diga o verde-louro desta flâmula  
- Paz no futuro e glória no passado.

Mas, se ergues da justiça a clava forte,  
Verás que um filho teu não foge à luta,  
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!

Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada,  
Brasil!

