

MULTIVERSOS

CIÊNCIAS DA

MANUAL DO  
PROFESSOR

ENSINO MÉDIO

ÁREA DO CONHECIMENTO:  
CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E SUAS TECNOLOGIAS

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

# DA SUA RE ZONA

**MATÉRIA, ENERGIA  
E A VIDA**

CÓDIGO DA COLEÇÃO  
**0221P21203**  
CÓDIGO DO VOLUME  
**0221P21203133**

PNLD 2021 • Objeto 2  
Versão submetida à avaliação | Material de divulgação

LEANDRO GODOY  
ROSANA MARIA DELL' AGNOLO  
WOLNEY C. MELO

FTD

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



CIÊNCIAS DA

# NA TU R Z A

**MATÉRIA, ENERGIA  
E A 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.

Coodenadora 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 (Uniban).

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** Valquíria Baddini Tronolone (coord.)

Debora de Almeida Francisco Nichel, Alexandre Rodrigues Redondo, Sandra Del Carlo, Eduardo Oliveira Guitoli, 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 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, Alex Silva, Alan Carvalho, Bentinho, Casa Paulistana, Ilê comunicação, Lucas Farauj, Lápis 13B, Maal Ilustra, Manzi, Paulo César Pereira, Renan Leema, Samu13B, Selma Caparroz, Sonia Vaz, Tarumã, Vinícius Fioratti 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 : matéria,  
energia e a vida : ensino médio / Leandro Pereira de  
Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney Candido de  
Melo. – 1. ed. – São Paulo : Editora FTD, 2020.  
"Obra específica"  
"Área do conhecimento : Ciências da natureza e  
suas tecnologias"

Bibliografia.  
ISBN 978-65-5742-089-8 (Aluno)  
ISBN 978-65-5742-090-4 (Professor)

1. Ciências (ensino médio) I. Dell' Agnolo, Rosana  
Maria. II. Melo, Wolney Candido de. III. Título.  
20-44095 CDD-372.7

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino médio 372.7

Aline Grazielle 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

**EDITORA 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

Vivemos em um mundo formado por matéria e energia, que se combinam e se transformam no ambiente para formar a vida. É sobre estes, e outros assuntos, que gostaríamos de conversar com você neste livro.

Este Volume está dividido em quatro unidades. Na Unidade 1 veremos o que é matéria, seus estados físicos e as diferentes transformações que a energia pode ter no ambiente. Também estudaremos a unidade básica da vida.

A Unidade 2 aprofunda o estudo da matéria avaliando sua constituição e alguns dos tipos de ligações e forças presentes nela, e suas relações com a vida.

A Unidade 3 aborda possíveis interações básicas entre a matéria e a energia por meio de reações químicas, e que estas são essenciais para a vida, bem como os processos básicos de obtenção da energia pelos seres vivos.

Finalizamos o volume com a Unidade 4, que apresenta as transformações e conservações de matéria e energia no ambiente por meio de ciclos biogeoquímicos e da interação entre os seres vivos com o ambiente, bem como alguns dos impactos do ser humano nesses processos.

Os autores

# CONHEÇA O LIVRO

## UNIDADE 3

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC.**  
O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.  
Competências gerais: 1, 2, 5, 8 e 9.  
Ciências da Natureza e suas Tecnologias  
Competências específicas: 1, 2 e 3  
Habilidades: EM13CNT01; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT306

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

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

**Competências gerais**  
1, 2, 5, 8 e 9.

**Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

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

**Habilidades:** EM13CNT01; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT306

**BNCC**

## Transformações da matéria e da energia - reações químicas e metabolismo

Há muito tempo o ser humano aprendeu a controlar algumas transformações químicas para a produção de diversos materiais, incluindo os alimentos. Os indígenas da América do Sul utilizam diversos saberes ao produzir e preparar alimentos variados de sua cultura, como, por exemplo, aqueles que levam a mandioca brava (*Manihot esculentata*) como ingrediente, caso do beiju e do tutupu.

A mandioca brava possui uma concentração muito maior de ácido cianídrico do que a mandioca mansa, que é comercializada em feiras e mercados. O ácido cianídrico no organismo é extremamente tóxico aos seres vivos.

O processo de desintoxicação da mandioca brava envolve extrair a mandioca do solo e raspá-la sua casca, para então combinar técnicas fundamentais para a produção da farinha que será utilizada no beiju ou do caldo para o tutupu. Entre elas estão a fervura e a fermentação, onde microrganismos decompõem o ácido cianídrico em substâncias não nocivas ao organismo.

Nesta unidade estudaremos algumas características gerais das reações químicas. Também estudaremos algumas reações químicas que ocorrem no interior das células dos seres vivos, e como elas estão relacionadas com alguns dos sistemas do corpo humano.

As atividades e as competências das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

1. Você sabe o que é fermentação, ou conhece alguma situação em que este processo está envolvido? O que isso significa?
2. A mandioca é considerada um alimento energético. O que isso significa?
3. Quais tipos de transformação da matéria estão envolvidos nos processos de fermentação e fervura?

• Mulher prepara beiju ou tapioca na Aldeia Itapiranga da etnia Tuyuka. (Manaus, AM, 2018).



UNIDADE 3 - Transformações da matéria e da energia - reações químicas e metabolismo

## 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** - *Realização de atividades de avaliação está disponível no Manual do Professor*

1. Abaixo temos uma representação das bases do anel purínico que formam o DNA: citosina (C), guanina (G), adenina (A) e timina (T). De acordo com o modelo de Watson e Crick, a formação da ligação covalente entre estas moléculas é um tipo de ligação covalente iônica. Por que?

2. A glicose é uma mistura de hidratos de carbono, de natureza hidrofóbica, de origem fóssil, que se usa para a produção de energia e água. Qual é a sua natureza química?

3. Leia o texto a seguir. Os biólogos têm em suas pesquisas estruturas que se assemelham a pequenas rochas, de aparência gelatinosa, que se acumulam no interior das células. Essas estruturas são chamadas de grânulos de reserva energética. Qual é a sua natureza química?

4. A hidrogenação dos óleos é importante para a produção de diversos produtos. Qual é o mecanismo por trás disso? Qual é o produto final?

5. A polimerização que ocorre quando se misturam alguns tipos de resinas formando misturas homogêneas, emulsões, emulsões aquosas, formam misturas homogêneas. Com base na análise, explique o que é uma emulsão e dê um exemplo de emulsão que você conhece.

MISTURA	TIPO DE MISTURA
SALGADA + ÁGUA	HOMOGENEIA
ÁLCOOL + ÁGUA	HOMOGENEIA
GRASMA + ÁGUA	HETEROGENEA

6. O material que geralmente se refere aos tecidos orgânicos é formado por substâncias polares e apolares. Por quê?

### Atividades

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

**Mudanças de estado físico**

Os processos de mudança de estado físico são: fusão, vaporização, solidificação, condensação, sublimação e deposição. Chamamos de **estado físico** a fase da matéria em que ela se encontra em determinado momento. A temperatura em que isso acontece recebe o nome de **temperatura de mudança de estado físico**. A passagem de estado líquido para o gasoso é chamada de **vaporização** e pode ocorrer de duas maneiras: por evaporação ou por ebulição. A que ocorre com a água, ao ser fervida, é a ebulição. Por ebulição, a água continua a mudar para o estado gasoso até que se esgote. A passagem de estado líquido para o sólido é chamada de **solidificação** e a passagem de estado gasoso para o líquido é chamada de **condensação**. Quando o estado sólido muda para o gasoso, sem passar pelo estado líquido, esse fenômeno recebe o nome de **sublimação**. Quando o gás muda para o estado líquido, esse fenômeno recebe o nome de **condensação**. Quando o gás muda para o estado sólido, esse fenômeno recebe o nome de **deposição**.

**Diagrama do Ciclo da Água:**

```

    graph TD
        EstadoSólido[Estado Sólido] -- "Sublimação" --> EstadoGasoso[Estado Gasoso]
        EstadoGasoso -- "Deposição" --> EstadoSólido
        EstadoLíquido[Estado Líquido] -- "Ebulição" --> EstadoGasoso
        EstadoGasoso -- "Condensação" --> EstadoLíquido
        EstadoLíquido -- "Solidificação" --> EstadoSólido
        EstadoSólido -- "Fusão" --> EstadoLíquido
    
```

**Exercícios de aprendizagem:**

1. Analise o diagrama e indique as condições que envolvem as mudanças de estado físico de diferentes substâncias.

2. O processo de hidratação de um pó solúvel em água é chamado de hidratação. Qual é o mecanismo por trás disso? Qual é o produto final?

3. Equilibre com os processos de mudança de estado físico de água.

## Espaços de aprendizagem

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

Falando de...

AGROTÓXICOS, SAÚDE E AMBIENTE

Os agrotóxicos, também chamados de defensivos agrícolas e pesticidas, são substâncias utilizadas para combater e controlar o crescimento de pragas agrícolas...



1. A área plantada com defensivos agrícolas em quantidade excessiva pode atingir 100 km².

Atualmente existe uma diversidade de agrotóxicos cuja formulação inclui, frequentemente, carbono (C), oxigênio (O), nitrogênio (N), flúor (F), enxofre (S) e hidrogênio (H).



Dentro das fazendas dos agricultores, a exposição a eles pode ocasionar uma série de problemas de saúde. Eles podem ter diversos efeitos no corpo humano...

Em situações de exposição aguda, quando há contato com líquidos, podem ocorrer vômitos, fraqueza, cólica, dores de cabeça...

Além dos problemas de saúde, o uso de agrotóxicos pode contaminar o ambiente, ao serem transportados pelo vento...

Entre os efeitos dos agrotóxicos no organismo estão problemas circulatorios, hipertensão, diabetes, enfiteuma, nevralgia, metazoários, podendo incluir o desenvolvimento de câncer.

Para evitar problemas de saúde, o uso de agrotóxicos não permitido, de agrotóxicos, ou de técnicas que sejam mais seguras...

Atividades: 1. Usando o gráfico, elabore um resumo comparando os pontos principais... 2. Você pode fazer um mapa de risco...

Integrando com Matemática e suas Tecnologias

Escalas microscópicas

Algumas estruturas possuem escalas microscópicas, como a membrana plasmática, os submicroscópios, como os átomos e as moléculas...

Para facilitar a leitura de uma imagem com múltiplas escalas, podemos expressar seu valor utilizando a notação em potência de base 10...

Um valor numérico está expresso em notação científica quando apresentado por  $a \cdot 10^b$ . Exemplo:  $1000000000 = 1 \cdot 10^9$ .

Para o exemplo citado, o valor de 0,0000002 m pode ser expresso por  $2 \cdot 10^{-7}$  m.

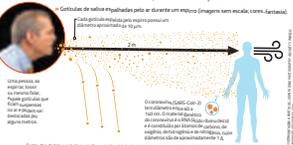
Outra possibilidade de representar o tamanho de estruturas, mais próximas do uso das unidades de medida que compõem a escala microscópica, são as escalas submicroscópicas...

Table with 2 columns: Unidade de medida, Equivalência (relacionada ao SI). Rows include metro, milímetro, micrometro, nanometro, angstrom.

Assim, o tamanho da bactéria Mycoplasma pneumoniae pode ser representado por  $0,2 \mu\text{m}$ , pois  $0,0000002 \text{ m} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,2 \mu\text{m}$ .

Você, na atividade a seguir, um exemplo de representação das escalas microscópicas. Considere que uma pessoa esteja contaminada pelo coronavírus SARS-CoV-2...

Estados liberados em 2020, uma das principais formas de propagação e infecção desse vírus é por meio de gotículas de saliva, urina ou fezes, ou expiração de tosse. Quando a pessoa infectada espirra sem proteger o nariz, inúmeras gotículas do vírus são expelidas no ambiente...



Para minimizar a propagação do vírus, é de qualquer modo importante, assim que formas de proteger o nariz ao espirrar ou tossir, o que pode ser feito com o uso de máscaras adequadas...

Atividades: 1. Crie as unidades de medida microscópicas de acordo com a escala de cada uma das estruturas...

2. Elabore um gráfico de barras com o tamanho de cada uma das estruturas em metros. 3. Compare o tamanho da bactéria Mycoplasma pneumoniae com o tamanho de uma gotícula de saliva...

Falando de...

Seção que apresenta assuntos relacionados aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) com ênfase em Ciência e Tecnologia, Saúde e Meio Ambiente. Esta seção está presente ao final de algumas Unidades.

Integrando com...

Os assuntos apresentados integram a área de Ciências da Natureza com outras áreas do conhecimento. Essa seção está presente ao final de algumas Unidades.

Atividades extras

Activities section with 4 numbered tasks involving chemical reactions, energy calculations, and environmental impact analysis.

Atividades extras

Questões que abordam e aprofundam os conteúdos apresentados ao longo de toda a Unidade.

Saiba mais

Boxe que aprofunda ou complementa os conteúdos apresentados.

Oficina científica

Scientific workshop section with 'Visualizando células' and 'Procedimentos' sections, including a diagram of a cell and a list of materials.

Oficina científica

Seção que apresenta atividades práticas.

Substâncias e misturas

Substances and mixtures section with numbered activities (1-4) involving classification of substances and mixtures.

Questões pontuais

Atividades que aparecem próximas ao conteúdo relacionado e que auxiliam em seu aprofundamento.

# Sumário

Unidade

1

## Unidade 1 - A composição dos ambientes | 10

### TEMA 1 – Estados físicos da matéria | 12

A constituição da matéria | 13

Estados físicos da matéria | 14

Mudanças de estado físico | 16

Ciclo da água | 16

» **Atividades** | 18

### TEMA 2 – Substâncias e misturas | 20

Mudanças de estado físico de substâncias puras e misturas | 21

Tipos de misturas homogêneas | 22

Separação de misturas | 23

Fatores de separação | 24

» **Atividades** | 26

### TEMA 3 – Energia | 27

Formas de energia | 28

Energia cinética | 28

Energia térmica | 28

Energia sonora | 29

Energia potencial elétrica | 29

Energia potencial gravitacional | 30

Energia potencial elástica | 30

Energia química | 31

Energia nuclear | 31

Energia eólica | 31

A conservação de energia | 32

» **Atividades** | 33

### TEMA 4 – Movimentos | 34

Introdução ao estudo dos movimentos | 36

Conceitos iniciais do estudo dos movimentos | 36

Velocidade escalar média | 37

Movimento uniforme | 38

Movimento variado | 38

Aceleração escalar média | 40

Movimento vertical | 41

» **Atividades** | 43

## TEMA 5 – A unidade básica da vida | 44

Níveis de organização biológica | 45

Características das células | 46

Tipos celulares | 47

Célula procariótica | 47

Célula eucariótica | 48

Oficina científica | 51

» **Atividades** | 52

» **Atividades extras** | 53

» **Integrado com Matemática e suas Tecnologias** • Escalas microscópicas | 56

Unidade

2

## Estudando a matéria | 58

### TEMA 1 – Átomos | 60

Modelos atômicos | 61

Elementos químicos e algumas propriedades dos átomos | 65

Isótopos | 65

» **Atividades** | 66

### TEMA 2 – Elementos químicos e tabela periódica | 67

A tabela periódica atual | 68

A tabela periódica e a distribuição eletrônica | 71

Os elétrons e a eletrosfera | 71

Formação de íons | 72

Propriedades periódicas dos elementos químicos | 73

Eletronegatividade | 74

» **Atividades** | 75

### TEMA 3 – Ligações químicas | 77

Ligação iônica | 78

Ligação molecular (ou covalente) | 79

Ligação metálica | 80

» **Atividades** | 81

## TEMA 4 – Interações intermoleculares | 82

- Dipolo induzido | 83
- Dipolo permanente | 83
- Ligações de hidrogênio | 83
- Temperatura de fusão e ebulição | 84
- Miscibilidade das moléculas | 84
- » **Atividades** | 86
- » **Atividades extras** | 87
- » **Falando de ...** Agrotóxicos, saúde e ambiente | 90



Unidade

3

## Transformações da matéria e da energia - reações químicas e metabolismo | 92

### TEMA 1 – Funções e reações químicas | 94

- Equações químicas | 95
- Lei da conservação da massa | 96
- Lei das proporções definidas | 97
- Funções e reações químicas | 98
- Ácidos | 99
- Bases | 100
- Reação de neutralização | 100
- Óxidos | 100
- Ácidos, bases e escala de pH | 102
- » **Atividades** | 103

### TEMA 2 – Metabolismo celular | 104

- Oxidação e redução | 105
- Transportadores de hidrogênio | 106
- Processos energéticos celulares | 106
- Fotossíntese | 106
- Os cloroplastos | 107
- As etapas da fotossíntese | 107
- Quimiossíntese | 109
- Respiração celular | 109
- As mitocôndrias e as etapas da respiração celular | 110
- Fermentação | 113
- » **Oficina científica** | 114
- » **Atividades** | 115

## TEMA 3 – Sistemas respiratório, cardiovascular, digestório e o metabolismo | 117

- Respiração celular e os sistemas do corpo humano | 118
- Sistema respiratório | 118
- Sistema digestório | 120
- Sistema cardiovascular | 122
- » **Atividades** | 123
- » **Atividades extras** | 124
- » **Falando de ...** Microrganismo na indústria | 126



Unidade

4

## Energia e matéria nas cadeias alimentares e nos ciclos biogeoquímicos | 128

### TEMA 1 – Relações alimentares | 130

- Conceitos básicos de Ecologia | 131
- Cadeia alimentar | 132
- Níveis tróficos | 132
- Teia alimentar | 134
- Impactos nas cadeias alimentares | 135
- » **Atividades** | 136

### TEMA 2 – Energia nas cadeias alimentares | 138

- Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares | 139
- Pirâmide de energia | 140
- Energia e vida | 141
- » **Atividades** | 142

### TEMA 3 – Ciclos biogeoquímicos | 143

- Ciclo do carbono | 144
- Atividades humanas e ciclo do carbono | 146
- Ciclo do nitrogênio | 148
- Atividades humanas e ciclo do nitrogênio | 150
- » **Atividades** | 151
- » **Atividades extras** | 154
- » **Integrado com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** • Agricultura e sociedade | 156

# CONHEÇA O VOLUME

## Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

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

- Reconhecer a constituição básica da matéria e analisar suas principais características físicas e químicas;
- Prever o comportamento da matéria a partir do conhecimento de seus estados físicos;
- Distinguir substâncias puras e misturas e analisar os melhores métodos de separação em processos cotidianos ou industriais;
- Analisar as conservações da matéria e da energia em situações cotidianas, de produção e nas relações entre os seres vivos e o ambiente;
- Analisar modelos atômicos, identificar elementos químicos e sua organização na tabela periódica a partir de suas principais características;
- Reconhecer diferentes tipos de forças e ligações químicas moleculares para prever o comportamento de substâncias e compostos químicos;
- Identificar transformações físicas e químicas da matéria em processos naturais, cotidianos e industriais;
- Categorizar as diferentes formas de energia e identificar suas transformações em situações naturais, cotidianas e industriais;
- Interpretar e analisar diferentes tipos de movimentos, e associar as diferentes formas de energia envolvidas, suas transformações e conservações;
- Interpretar e representar por meio de gráficos, tabelas, equações e símbolos as transformações de energia, matéria e movimento;

- Analisar as células e seus constituintes e as identificar como locais de transformações da matéria e da energia nos seres vivos;
- Associar o metabolismo celular com a respiração, circulação e digestão para obtenção de energia e distribuição de nutrientes;
- Hierarquizar os níveis de organização da vida, desde sua constituição molecular até sua organização ecológica;
- Prever os fenômenos relacionados ao fluxo de matéria e energia no ambiente;
- Analisar os ciclos biogeoquímicos, identificar ações humanas que o influenciam e propor ações para a redução dessas interferências.

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

Você já percebeu que tudo que está ao nosso redor, no Universo, é um misto de matéria e energia? Inclusive todos os seres vivos – eles são constituídos de matéria e funcionam por meio de transformações de energia e matéria, que em grande parte ocorrem no interior de suas células. Neste Volume, iremos estudar as definições de matéria, energia, algumas de suas transformações e conservações e como elas interagem entre si e possibilitam a existência de tudo o que se encontra no Universo, incluindo a vida.

Mas porque estudar esses assuntos? No ambiente, as transformações de matéria e energia ocorrem o tempo todo. Seu estudo permite que possamos prever alguns de seus comportamentos, assim como manipular essas transformações, a fim de produzir um aparelho, um medicamento, um alimento, e ao mesmo tempo preservar um ambiente da degradação, por exemplo.

# A COMPOSIÇÃO DOS AMBIENTES

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

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

**Competências gerais**  
2, 4, 5, 7, 9 e 10

**Competências da Natureza e das Tecnologias**

**Competências específicas:**  
2 e 3

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303 e EM13CNT304

O que compõe um ambiente? Depende, não é mesmo? Se analisarmos o ambiente da imagem, é possível dizer que ele é composto por seres vivos, como a vegetação, e elementos não vivos, como o Sol, a areia, a água e as turbinas eólicas. Já no ambiente onde você se encontra agora, é possível que existam componentes semelhantes ao da imagem, ou bem diferentes.

Independentemente de qual for o ambiente, seja na Terra ou fora dela, ele é composto por matéria e energia. Dependendo da composição da matéria, do fluxo de energia e de suas transformações, um ambiente também pode apresentar vida. E em se tratando de Universo, até onde sabemos a vida ainda não foi confirmada em outros locais a não ser na Terra. Portanto, a maneira como a matéria e a energia se transformam e interagem entre si propicia a vida tal como a conhecemos.

Nesta Unidade estudaremos alguns aspectos básicos da matéria, como sua estrutura, algumas transformações e conservações da energia e do movimento, e as características básicas da vida, como as células.

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

Não escreva no livro

1. Cite dois exemplos de matéria possíveis de se identificar nesta imagem.
2. Cite dois exemplos de transformação de energia que podem estar ocorrendo nesta imagem.
3. Assim como a energia, a matéria também pode ser transformada. Qual(is) tipo(s) de transformação a matéria pode sofrer?
4. Identifique um ser vivo e um componente não vivo na imagem. Cite as principais características que diferenciam esse ser vivo do componente não vivo que identificou.

» Ao fundo, aerogeradores do Complexo do Fortim, Fortim, CE, setembro de 2017.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



LUIS SALVATORE PULSAR IMAGENS

# Estados físicos da matéria

Observe as situações abaixo.



» Situação 1: Panela com água sendo aquecida.



» Situação 2: Panela com água em fervura.

A matéria, suas propriedades e transformações, é um dos objetos de estudo das Ciências da Natureza. Essa área é formada por vários campos do conhecimento, como a Química, a Física e a Biologia, e tem como objetivo comum investigar fenômenos e processos naturais para entender e atuar no mundo que nos cerca.

A partir da interpretação desses fenômenos é possível fazer previsões sobre eles, avaliar benefícios, riscos e, com isso, desenvolver tecnologias capazes de garantir o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade de maneira sustentável, buscando sempre o mínimo de impactos no ambiente.

Ao analisar as situações 1 e 2 representadas nas imagens acima, é provável que você tenha observado que, na situação 2, a água em aquecimento apresenta bolhas. Ao considerar esse dado, é possível que você tenha desenvolvido o raciocínio de que a água, na situação 2, estaria mais quente que na situação 1, condição que facilitaria o cozimento do macarrão. Se ao invés de simplesmente repetirmos o procedimento aprendido (toda vez que você observar bolhas na

água, colocar o macarrão), nós utilizarmos a observação científica, é possível supor que a água da panela na situação 2 está mais próxima da temperatura de 100 °C, que é sua temperatura de ebulição (ao nível do mar), do que a água da panela na situação 1. Ou seja, ela apresenta mais energia térmica que pode ser transferida na forma de calor para o macarrão, facilitando seu cozimento. Veja que nessa circunstância foi realizada a previsão de um fenômeno.

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

1

Sabendo que a temperatura é relevante no cozimento de alimentos, qual das situações retratadas nas imagens apresenta condições mais propícias para o cozimento de macarrão? Por quê?

Não escreva no livro

Com base nessa observação, e em conhecimentos científicos, é possível fazer interferências para facilitar o processo, como construir um mecanismo no qual a panela indicaria o momento correto de colocar e tirar o macarrão, reduzindo a utilização do gás, por exemplo. Para isso, conhecimentos básicos das propriedades da matéria e da energia seriam necessários, e esse é o foco de nosso estudo a partir de agora.



LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGES

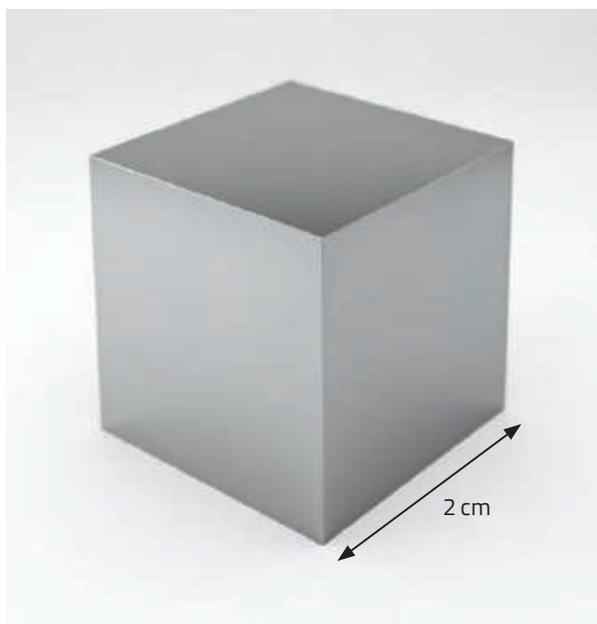
» Cientistas, professores e outros profissionais da área das Ciências da Natureza dedicam-se a compreender a natureza e produzir conhecimento teórico, experimental e prático.

## A constituição da matéria

Empregamos o termo matéria para designar tudo que possui massa e ocupa lugar no espaço.

Há mais de dois mil anos, o ser humano já refletia sobre esse assunto e alguns estudiosos propuseram a existência de partículas invisíveis e indivisíveis, que comporiam toda a matéria: **os átomos**. Apesar de sabermos, hoje, que o átomo pode ser subdividido, o termo continua sendo empregado pela comunidade científica.

A matéria é composta por átomos, cujas dimensões são extremamente pequenas. Para se ter uma ideia, podemos dizer, com boa precisão, que um cubo de ferro de 2 cm de aresta e massa de 56 g possui, aproximadamente,  $6,022 \cdot 10^{23}$  átomos! Você consegue imaginar isso?



SUR-PUR/SHUTTERSTOCK.COM

» Cubo de  $8 \text{ cm}^3$  composto por, aproximadamente,  $6,022 \cdot 10^{23}$  átomos de ferro.

# Estados físicos da matéria

Observe a imagem a seguir.



MR. / SHUTTERSTOCK.COM

» Ferro em processo de fundição.

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

**2** A situação na imagem mostra uma transformação física ou química?

Não escreva no livro

A matéria sofre transformações que podem ser classificadas em **transformações físicas** e **transformações químicas**. As transformações químicas são caracterizadas pelo surgimento de uma nova substância. Esse tipo de transformação é detalhado no tema de reações químicas.

Já nas transformações físicas não ocorre a formação de novos produtos. Por exemplo, ao derreter uma barra de ferro não se forma uma nova substância: o ferro apenas muda de formato ou estado físico.

Na Terra, a matéria se apresenta comumente em três estados físicos: **sólido**, **líquido** e **gasoso**. Esses estados se caracterizam de acordo com os arranjos estruturais, resultantes das forças de coesão existentes entre os átomos ou moléculas.

Os sólidos têm forma e volume bem definidos, pois seus constituintes (átomos ou moléculas) estão arranjados de forma a lhes

conferir pouca mobilidade, apresentando apenas movimento de vibração. Esses constituintes, nesse estado, vibram ao redor de uma posição média de equilíbrio.

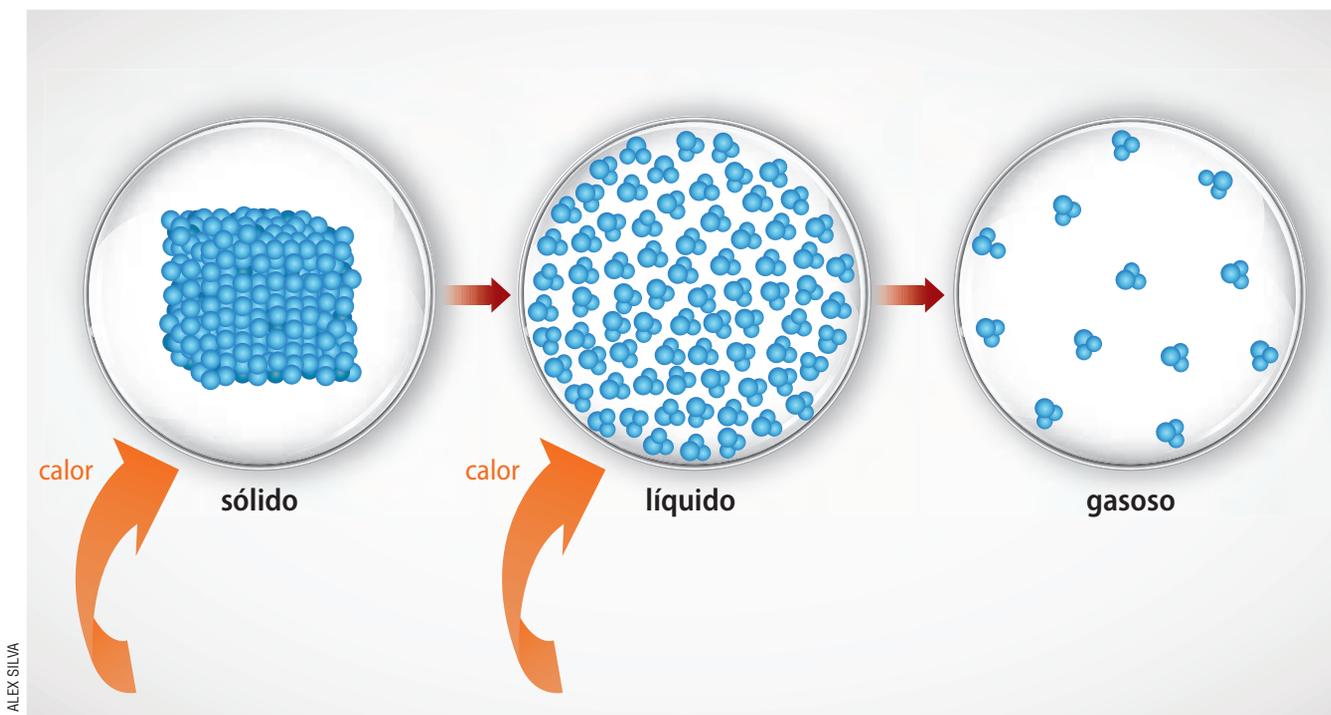
Os líquidos não têm forma definida e acabam assumindo o formato do recipiente em que estão contidos. Isso porque seus constituintes têm mais mobilidade do que no estado sólido, o que possibilita, além da vibração, a ocorrência de outros movimentos.

Os gases apresentam maior liberdade de movimento possível e, assim, não possuem nem forma nem volume definidos, sendo, ambos, determinados pelo recipiente em que estão armazenados.

Considere como exemplo o aquecimento de certa massa de água na forma de gelo em uma panela, a uma temperatura abaixo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em um local situado no mesmo nível do mar. Inicialmente, a água (gelo) está em seu estado sólido, portanto, tem forma e volume bem definidos. À medida que o calor da chama do fogão aquece a panela, ela, por sua vez, aquece o gelo. Com isso, a temperatura do gelo vai se elevando, aumentando o movimento de vibração e, conseqüentemente, o espaço entre suas moléculas, reduzindo assim a intensidade de suas interações. Em determinado momento, as moléculas ganham mais liberdade e a massa de água vai passando para o estado líquido, sem forma definida, ocupando a base da panela.

Ainda na presença do calor, as moléculas vão aumentando cada vez mais sua agitação e movendo-se de forma cada vez mais intensa, reduzindo a intensidade das interações que as mantêm unidas e passando para o estado de vapor. Daí em diante, gradativamente, o vapor-d'água escapa da panela e muito em breve estará em todas as partes da cozinha e da casa.

#### » Estados físicos da matéria



ALEX SILVA

» Representação dos arranjos estruturais característicos de cada estado físico fundamental, em função da temperatura e da pressão constante (imagem sem escala; cores-fantasia).

Assim que a temperatura de mudança de estado físico é atingida, ela se mantém constante ao longo de todo o processo. Esse aspecto será abordado com mais detalhes no Tema 2 desta Unidade.

## Mudanças de estado físico

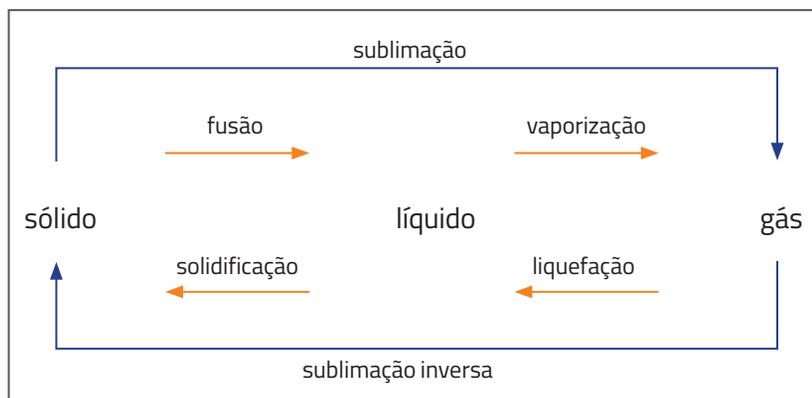
Os processos de mudança de estado físico são: fusão, vaporização, solidificação, condensação, sublimação e deposição. Chamamos de  **fusão**  a passagem do estado sólido para o líquido, e a temperatura em que isso acontece recebe o nome de  **temperatura de fusão** . A passagem do estado líquido para o gasoso é chamada de  **vaporização**  e pode ocorrer de duas maneiras: por evaporação ou por ebulição. A evaporação ocorre de maneira lenta e gradativa, como uma roupa secando no varal a qualquer temperatura. Já a ebulição ocorre de maneira mais rápida, por exemplo, o que acontece com a água, ao ser fervida. Ao atingir sua  **temperatura de ebulição**  e continuar a receber calor, a água passa do estado líquido para o estado gasoso.

**Solidificação**  é a passagem do estado líquido para o sólido, e  **condensação (ou liquefação)**  é a passagem do estado gasoso para o líquido. Algumas substâncias como a naftalina e o gelo-seco, nas condições ambientes, passam diretamente do estado sólido para o gasoso, sem passar pelo estado líquido. Esse evento recebe o nome de  **sublimação** , enquanto o movimento contrário, de gás se transformando diretamente em sólido, é chamado de  **sublimação inversa**  ou  **deposição** .



PHLOEN/SHUTTERSTOCK.COM

o processo de sublimação ocorre no gelo-seco (gás carbônico em estado sólido) em condições ambientais.



» Esquema com os processos de mudança de estado físico da matéria.

### Espaços de aprendizagem

Acesse o [link](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html) a seguir e simule diferentes condições que envolvem as mudanças de estados físicos de diferentes substâncias.

ESTADOS da matéria: básico. PhET, 2020. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html). Acesso em: 9 jun. 2020.

## Ciclo da água

A mudança de estado físico da matéria pode ser observada de diversas maneiras na natureza. Um exemplo pode ser visto no  **ciclo da água** , ou  **ciclo hidrológico** , um importante processo natural que auxilia na manutenção da quantidade de água nos reservatórios e represas, além de ajudar no controle da temperatura e da umidade no planeta, fatores necessários para a existência de vida.

## » Ciclo da água



ALEX ARGOZINO

» Representação esquemática do ciclo da água (imagem sem escala; cores-fantasia).

A água líquida presente na superfície dos oceanos, na superfície do solo e de corpos d'água situados no ambiente terrestre passa por **evaporação**, assumindo o estado gasoso (1). A perda de água na forma de vapor também ocorre durante a respiração dos seres vivos e na transpiração das plantas (2). A evaporação da água, associada à transpiração das plantas, é denominada **evapotranspiração**.

O vapor-d'água, ao atingir maiores altitudes na atmosfera, onde as temperaturas são mais baixas, passa por **condensação**, formando pequenas gotas de água líquida, suspensas na atmosfera, que se acumulam e formam as nuvens (3). A união de pequenas gotas de água forma gotas cada vez maiores, que podem precipitar na forma de chuva. A **precipitação** pode ocorrer sobre oceanos e superfícies terrestres (4). Sob condições específicas de temperatura e pressão, a precipitação pode ocorrer com a água na forma de granizo ou neve, no estado sólido, isto é, acontece a **solidificação** da água.

A solidificação também pode ocorrer na superfície de montanhas ou na formação de geleiras, em certas condições de temperatura e de pressão (5). O gelo, então, pode passar por **fusão**, transformando-se em água líquida.

A chuva que cai sobre as superfícies terrestres e a água proveniente da fusão do gelo das montanhas podem escoar até atingir corpos d'água, como rios e lagos, que desembocam nos oceanos ao final de seus cursos. Também podem se infiltrar no solo, reabastecendo reservatórios subterrâneos (6). Parte da água disponível nos solos pode ser absorvida pelas plantas (7).

**Precipitação**  
cair com  
rapidez.



NELSON ANTOINE/SHUTTERSTOCK.COM

Alguns fenômenos naturais podem interferir no ciclo da água, como as queimadas que ocorrem naturalmente em algumas regiões ao redor no mundo. As queimadas também podem ser provocadas por algumas atividades humanas, que, junto ao desmatamento, estão normalmente relacionadas a práticas agrícolas.

As queimadas e o desmatamento removem a cobertura vegetal existente em determinada região, o que reduz a taxa de transpiração das plantas. Além disso, a inexistência da cobertura vegetal reduz a interceptação da chuva, fazendo que toda a água da chuva se infiltre no solo, o que diminui a evaporação. Portanto, menor taxa de evapotranspiração significa menor quantidade de vapor-d'água na atmosfera, o que influencia o regime de chuvas da região, reduzindo a taxa de precipitações.

A baixa ocorrência de chuvas pode trazer consequências ao ambiente, ao prejudicar o desenvolvimento de plantas que delas dependem para se desenvolver. Também compromete o reabastecimento dos corpos d'água, como rios, ao reduzir seus níveis. Em casos de escassez prolongada, é possível que ocorra o desaparecimento de alguns corpos d'água, resultando na morte dos seres vivos neles encontrados ou de animais que deles se utilizavam para a **dessedentação**.

A escassez das chuvas também pode prejudicar alguns setores da sociedade humana, como a agricultura, interferindo no plantio de alguns cultivados. Reduz, ainda, o nível dos reservatórios utilizados no abastecimento de água e a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas.

Essas consequências podem ser evitadas ou minimizadas por meio da preservação dos ambientes florestais e do reflorestamento de áreas que já se encontram desmatadas. Existem alguns programas governamentais e de organizações não governamentais (ONGs) que fomentam projetos de reflorestamento no país, incentivando a recuperação de áreas degradadas.

» Reservatório da represa Jaguari do Sistema Cantareira (São Paulo, SP, 2014).

## Atividades

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

Não escreva no livro

### 1. Leia o texto a seguir.

A Floresta Amazônica produz imensas quantidades de água para o restante do país e da América do Sul. Os chamados “rios voadores”, formados por massas de ar carregadas de vapor-d'água gerados pela evapotranspiração na Amazônia, levam umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Esses rios voadores também influenciam chuvas

na Bolívia, no Paraguai, na Argentina, no Uruguai e até no extremo sul do Chile.

[...]

Como a maior floresta tropical do mundo, a Amazônia possui a maior biodiversidade, com uma em cada dez espécies conhecidas. Também há uma grande quantidade de espécies desconhecidas por cientistas, principalmente nas áreas mais remotas.

Assegurar a biodiversidade é importante porque ela garante maior sustentabilidade natural para todas as formas de vida [...].

Preservar a biodiversidade amazônica, portanto, quer dizer contribuir para estabilizar outros ecossistemas na região. [...]

POR QUE a Amazônia é vital para o mundo? **G1**, 22 ago. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/22/por-que-a-amazonia-e-vital-para-o-mundo.ghtml>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda às questões a seguir.

- a) As plantas exercem papel fundamental no ciclo da água. Que papel é esse?
- b) Nas últimas décadas, o desmatamento da Amazônia tem aumentado. Além de provocar a morte de seres vivos que vivem no local, o desmatamento da Amazônia pode interferir em alguns setores de nossa sociedade, como a economia. Explique como se dá essa interferência.
- c) A preservação da Amazônia é importante para a manutenção da diversidade de espécies de seres vivos existentes nessa floresta e das relações que estabelecem entre si. Forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa a respeito da Amazônia, destacando sua extensão territorial, os países que a abrangem e aspectos de sua biodiversidade. Registrem os resultados de sua pesquisa em seus cadernos.

2. A quantidade de água utilizada direta ou indiretamente, na produção de um bem ou na execução de um serviço, é denominada água virtual. Por exemplo, para a ingestão de uma xícara de café, foram utilizados cerca 140 litros de água virtual; para um quilograma de carne bovina, cerca de 15 000 litros de água virtual. Mas, de onde vem tanta água? Nesses casos, considera-se o volume de água utilizado na plantação e industrialização do café, ou nas plantações para a produção da ração dos bois e industrialização da carne, entre outros processos. Na maior parte dos processos, a água utilizada provém de rios e lagos, que são reservatórios de água doce. Ou seja, reservatórios de água apropriada para ser destinada a tratamento e posterior consumo humano. Por esse motivo, devemos repensar

nosso consumo diário de bens e serviços, de modo a evitar o desperdício desse recurso indispensável à vida.

Fonte dos dados: ÁGUA virtual: como fazer essa conta. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Brasília, DF, 15 mar. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/agua-virtual-como-fazer-essa-conta.2019-03-15.3682323252>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Com relação ao tema, faça o que se propõe a seguir.

- a) O uso da água presente em reservatórios como rios e lagos para a produção de bens ou serviços pode ser interpretado como uma interferência humana no ciclo da água? Justifique sua resposta. Se necessário, realize uma pesquisa a respeito do assunto para elaboração da resposta.
- b) Além de evitar o desperdício de água diretamente em atividades cotidianas, como durante o banho ou enquanto escovamos os dentes, podemos evitá-lo repensando nosso consumo de bens ou serviços. Explique como, listando três exemplos de ações que você pode adotar em seu dia a dia.

3. Observe a fotografia a seguir.



FABIO COLOMBINI

» Alagamento na cidade de São Paulo, SP, março de 2011.

É comum, em certas épocas do ano, que os noticiários anunciem os danos provocados pelos alagamentos em algumas cidades. Normalmente, esses anúncios ocorrem em períodos nos quais as chuvas se tornam intensas.

Com relação ao tema, faça o que se propõe a seguir.

- a) Uma das causas de alagamentos em ambientes urbanos é a pavimentação. Sabendo disso, relacione a ocorrência dos alagamentos em áreas pavimentadas ao ciclo da água.
- b) Considere que você seja o engenheiro responsável pela pavimentação de uma cidade. Que medidas e ações você proporia para evitar alagamentos na área a ser pavimentada?

# Substâncias e misturas

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

Substâncias são formadas por agrupamentos de átomos ou moléculas que podem ser iguais ou diferentes. Moléculas podem ser formadas pela ligação entre dois ou mais átomos. Substâncias formadas por um único elemento químico são denominadas **substâncias simples**, enquanto aquelas formadas por dois ou mais elementos são denominadas **substâncias compostas**.

Por exemplo, o gás oxigênio ( $O_2$ ) é uma substância simples, pois é formada somente por átomos iguais, neste caso, de oxigênio; já a água ( $H_2O$ ) é uma substância composta, pois é formada por átomos diferentes.

Quando diferentes substâncias se misturam, elas podem ser miscíveis ou não. Caso sejam miscíveis, a mistura formada por elas é classificada como **mistura homogênea**; caso contrário, é classificada como **mistura heterogênea**.

Mas como é possível identificar uma mistura homogênea ou heterogênea sem saber se as substâncias que a compõem são miscíveis? Uma análise visual da mistura formada pode ajudar a responder a essa pergunta. Se for possível enxergar as substâncias em separado (chamada de fase visual), essa mistura é heterogênea. Se não for possível enxergar as substâncias de modo separado, essa mistura pode ser homogênea.

**1** Quantos átomos formam uma molécula de água? Quais são?

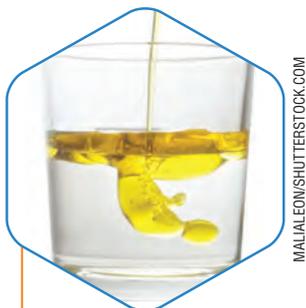
**2** Realize a atividade a seguir, separando antecipadamente os materiais. Coloque água até a metade da capacidade de um copo plástico ou de vidro transparente. Acrescente:

- uma colher de chá de sal de cozinha;
- uma colher de sopa de areia;
- duas colheres de sopa de óleo.

Aguarde alguns minutos, observe a mistura e a classifique.

Não escreva no livro

REPRODUÇÃO PROIBIDA



MALIALEON/SHUTTERSTOCK.COM

**Água + óleo:** duas substâncias que não se misturam (imiscíveis) formam uma mistura heterogênea, pois apresentam duas fases visuais.



HIL LENOIR/SHUTTERSTOCK.COM

**Água + sal:** duas substâncias que se misturam (miscíveis) formam uma mistura homogênea, pois é possível identificar somente uma fase visual. Se houver sal visível no fundo do copo, podemos considerar a mistura como heterogênea, pois serão duas fases visuais.



DOTTA 2/SHUTTERSTOCK.COM

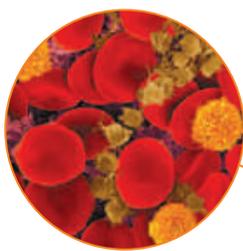
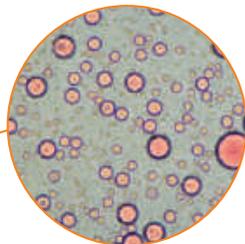
**Água + álcool + óleo + areia:** a água e o álcool se misturam de maneira a existir somente uma fase visual, entretanto, o óleo e a areia não se misturam a ela. Neste caso, temos uma mistura heterogênea, com três fases visuais (uma fase: água e álcool; outra fase: óleo; e outra fase: areia) e quatro componentes.



GALS/SHUTTERSTOCK.COM

Algumas misturas parecem homogêneas, como o sangue e o leite. Entretanto, são misturas heterogêneas cujas fases só podem ser observadas por meio de microscópio.

FOTOGRAFIAS: PAKET / SHUTTERSTOCK.COM; POWER AND SYRED/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTODARENA



FOTOGRAFIAS: BENCHAMAT1234/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

» Leite e sangue observados com um microscópio óptico respectivamente (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 385 vezes; em 10 centímetros de largura; colorido artificialmente).

## Mudanças de estado físico de substâncias puras e misturas

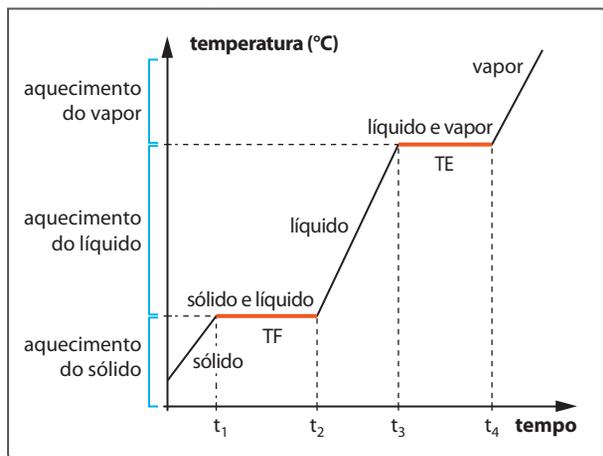
As substâncias puras e misturas possuem diferentes comportamentos quando são aquecidas ou resfriadas. Isso pode ser observado por meio dos gráficos a seguir.

Para as substâncias puras, as mudanças de estado físico se desenvolvem sob temperatura constante, temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE). Nas misturas, as temperaturas de mudanças de fase não se mantêm constantes durante o processo de transformação, pois cada substância da mistura tem um valor específico para as temperaturas de fusão e de ebulição. Dessa forma, a curva de aquecimento da mistura não apresenta patamares, mas inclinações que representam intervalos de fusão e de ebulição.

### Saiba mais

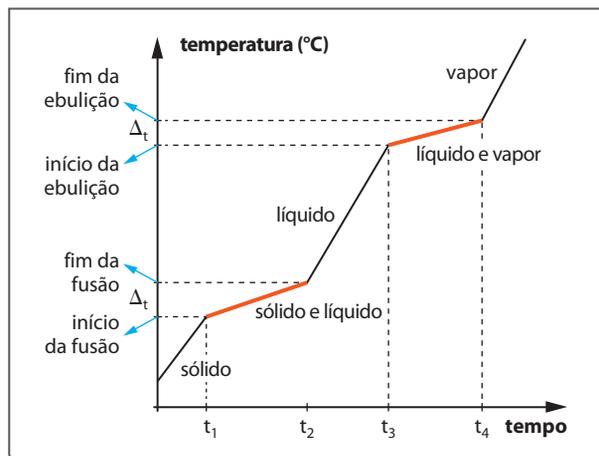
Calor é uma forma de energia em trânsito, transferida do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

### » Mudanças de estado físico de uma substância pura



Fonte dos dados: DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. **Introdução clássica à Química Geral**. Porto Alegre: Tché Química, 2007. p. 50.

### » Mudança de estado físico de uma mistura



Fonte dos dados: DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. **Introdução clássica à Química Geral**. Porto Alegre: Tché Química, 2007. p. 51.

GRÁFICOS: ADILSON SECCO

- 3** Em nosso cotidiano, podemos encontrar a água com diferentes adjetivos: água pura, água mineral, água potável, água dura, água salgada, água doce, entre outras. Faça uma pesquisa e encontre a relação entre a condição química/física/biológica e o adjetivo dado aos diferentes tipos de água citados. Em seguida responda: considerando uma pressão ao nível do mar, qual é a temperatura referente às interfaces sólido-líquido e líquido-vapor apresentadas no gráfico "Mudanças de estado físico de uma substância pura", caso a substância a ser aquecida fosse a água pura? Por quê?
- 4** Um estudante que mora próximo ao litoral recolheu uma amostra de água do mar e uma amostra de água pura obtida no laboratório de sua escola. Ele congelou essas amostras, e depois as aqueceu gradativamente, acompanhando a variação de temperatura com um termômetro, conforme mostram os dados no quadro. Observação: ele não levou a água à fervura.

Amostra A	
tempo (min)	temperatura (°C)
0	-14
1	-7
2	0
3	0
4	5
5	10
6	15
7	20
8	25
9	30
10	35

Amostra B	
tempo (min)	temperatura (°C)
0	-14
1	-10
2	-5
3	-2
4	0
5	8
6	12
7	15
8	22
9	26
10	32

Fonte: Dados fictícios.

Para cada amostra de água, construa um gráfico a partir dos resultados apresentados nos quadros e identifique qual amostra representa a água pura e qual representa a água do mar. Justifique sua resposta.

Não escreva no livro

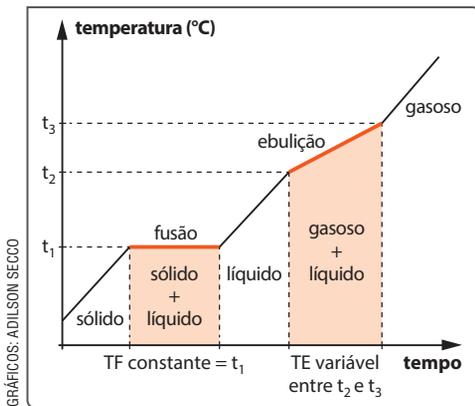
## Tipos de misturas homogêneas

Algumas misturas homogêneas comportam-se de forma semelhante às substâncias puras, apresentando temperatura constante em ao menos uma das transformações (fusão ou ebulição). Essas misturas são classificadas em dois tipos: **eutéticas** e **azeotrópicas**.

As **misturas eutéticas**, durante o processo de aquecimento, apresentam a temperatura de fusão constante enquanto a ebulição ocorre em um intervalo de temperaturas. Como exemplos, podem ser citadas as ligas metálicas em geral. A solda é uma mistura eutética de estanho e chumbo.

As **misturas azeotrópicas** comportam-se como se fossem substâncias puras em relação à ebulição, isto é, a temperatura mantém-se inalterada do início ao fim da ebulição. São exemplos, a mistura de álcool etílico e água, acetona e metanol, álcool etílico e clorofórmio.

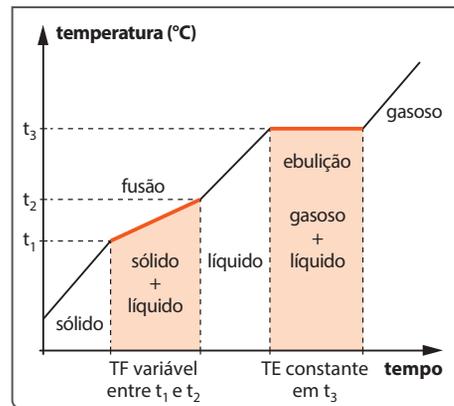
## » Curva de aquecimento de uma mistura eutética



» Mudanças de estado físico em uma mistura eutética: temperatura de fusão constante e temperatura de ebulição variável.

Fonte dos dados: DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. *Introdução clássica à Química Geral*. Porto Alegre: Tchê Química, 2007. p. 51.

## » Curva de aquecimento de uma mistura azeotrópica



» Mudanças de estado físico em uma mistura azeotrópica: temperatura de fusão variável e temperatura de ebulição constante.

Fonte dos dados: DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. *Introdução clássica à Química Geral*. Porto Alegre: Tchê Química, 2007. p. 52.

# Separação de misturas

As misturas podem ser separadas por meio de diferentes processos, que dependem das características dos materiais misturados. Alguns fatores físicos e químicos são determinantes para as separações, como tamanho das partículas, temperaturas de ebulição e fusão, e principalmente a densidade.

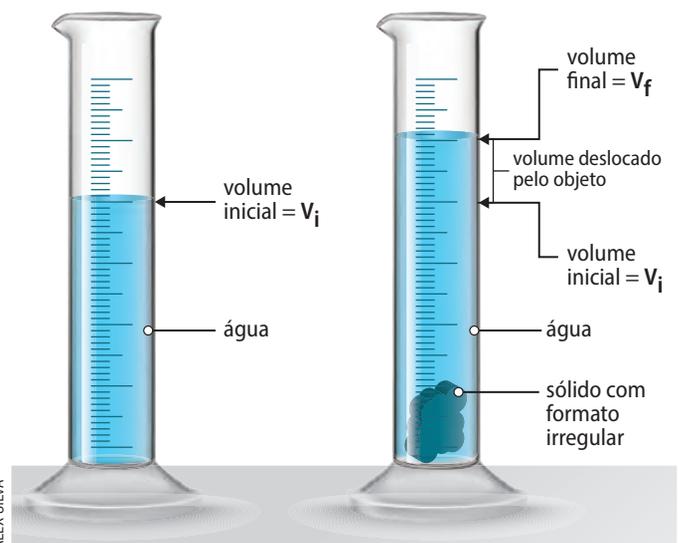
**Densidade** é uma propriedade da matéria que relaciona a massa ( $m$ ) e o volume ( $V$ ) através da razão  $d = \frac{m}{V}$ . De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida da densidade é  $\text{kg/m}^3$ , na qual a massa é expressa em quilograma (kg) e o volume em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ). Entretanto, é possível utilizar como unidade de medida de volume o mililitro (mL), que é a capacidade equivalente a 1 centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ), e o grama como unidade de massa, de modo que a unidade de medida da densidade seja  $\text{g/mL}$ , que é equivalente a  $\text{g/cm}^3$ .

Essa equivalência facilita estabelecer o volume de sólidos, pois, apesar de terem forma definida, em geral são irregulares. Assim, o volume de um pequeno sólido irregular pode ser determinado ao inseri-lo em uma proveta com volume inicialmente conhecido de água. A quantidade de água deslocada, depois da imersão do sólido, representa o volume desse objeto. A imagem ao lado representa o processo.

**5** Um objeto de metal, de massa 14,5 g, é colocado em uma proveta contendo 50 mL de água. Após a imersão desse objeto, o volume medido na proveta é de 52 mL. Determine a densidade, em  $\text{g/mL}$ , do objeto de metal.

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

Não escreva no livro



» Determinação do volume de um sólido com formato irregular (imagem sem escala; cores-fantasia).

## Fatores de separação

O esquema a seguir mostra diferentes métodos de separação de misturas com base em alguns fatores de seus componentes, como: tamanho das partículas, propriedades magnéticas, diferença entre pesos ou densidades, temperatura de ebulição.

### Separação de misturas

#### Heterogêneas

##### Sólido / sólido

Catação

Peneiração

Separação

Ventilação

Levitação

##### Sólido / líquido

Decantação por sifonação

Filtração

Centrifugação

##### Líquido / líquido

Decantação

#### Homogêneas

##### Sólido / líquido

Destilação

##### Líquido / líquido

Destilação fracionada

tamanho das partículas



Recolher com a mão ou pinça os componentes visualmente distintos. Exemplo: separar feijão do arroz.

tamanho das partículas



Separa sólidos maiores de menores, pelo tamanho dos poros da peneira. Exemplo: separar pedra da areia.

atração magnética



Usado quando um dos componentes da mistura é um material magnético. Com um ímã ou eletroímã, o material é retirado. Exemplo: separar botões de metal de ferro e botões de plástico.

diferença de peso



Aplica-se um jato de ar sobre misturas de sólidos com diferentes densidades. Exemplo: soprar cascas de amendoim.

tamanho das partículas



Separa sólidos mais densos de menos densos usando água corrente. Exemplo: separar areia de ouro.

densidade



Líquidos sobrenadantes a sólidos sedimentados são separados por diferença de escoamento ou com uso de uma mangueira. Exemplo: sifão.

tamanho das partículas



Com o uso de filtros adequados, o material sólido não dissolvido no líquido fica retido no filtro: Exemplo: separar pó de café do café.

densidade



Com o uso de uma centrífuga, as partículas mais densas ficam sedimentadas no fundo do tubo de centrifugação. Exemplo: separar plasma de hemácias.

densidade



Usando funil de bromo, separam-se líquidos imiscíveis com densidades diferentes. Exemplo: separar óleo da água.

temperatura de ebulição



Separa os componentes de uma mistura formada por sólido dissolvido em um líquido. O líquido é vaporizado, em seguida condensado e recolhido em um frasco coletor. Exemplo: separar água de sais minerais formando água destilada.

temperatura de ebulição

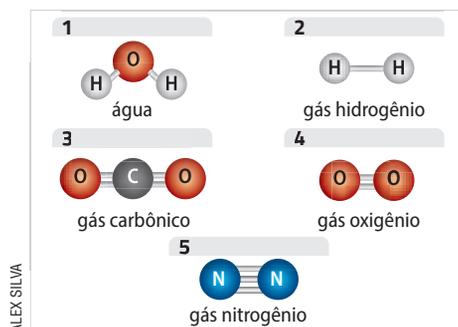


Separa componentes de um ou mais líquidos miscíveis que são vaporizados e posteriormente separados em uma coluna de fracionamento antes de serem condensados. Exemplo: obter subprodutos do petróleo.

1. Os conhecimentos científicos estão em constante construção e possuem relação direta com os contextos sociais, históricos, econômicos e políticos nos quais se desenvolvem. Com a pandemia provocada pelo vírus Sars-Cov-2, diversas linhas de pesquisa foram criadas na busca de se encontrar possibilidades de combate à covid-19. Uma das linhas estudadas testava a aplicação de plasma convalescente em pessoas doentes. Ou seja, nessa linha, investigava-se a possibilidade de tratamento de pessoas doentes a partir do plasma obtido do sangue de pessoas que já haviam sido contaminadas pelo vírus e estavam curadas, pois estas já apresentariam anticorpos ao vírus. Os anticorpos são glicoproteínas que auxiliam a defesa imunológica do organismo, e, portanto, ao receber anticorpos específicos de combate ao vírus, a melhora do paciente seria mais rápida, como mostrou o resultado de alguns testes. Se necessário, faça uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis para responder aos seguintes itens:

- A obtenção de plasma requer um método de separação de misturas. Qual o método comumente utilizado para a separação das partes do sangue? Em sua resposta, explique por que a velocidade é fator importante nesse método.
- Determine em que parte do sangue são encontrados os anticorpos.
- Durante a pandemia de covid-19, os bancos de sangue tiveram redução em seu estoque. Monte um panfleto, físico ou digital, que aborde os possíveis problemas decorrentes dessa situação e como seria possível sensibilizar a população para a importância da doação de sangue, mesmo durante uma pandemia. Divulgue o resultado desse trabalho para a comunidade local.

2. Observe as moléculas representadas a seguir.



- Quais são os números das moléculas que representam substâncias simples?
- Quais são os números das moléculas que representam substâncias compostas?
- Qual o número da molécula que representa a substância com maior quantidade de átomos?

3. A Idade dos Metais (3 300 a.C.–1 000 a.C.) foi o período da História em que ocorreu expressivo desenvolvimento de um conjunto de técnicas de extração e manipulação dos metais. Nesse período, o ser humano aprendeu a extrair de rochas metais como o cobre, o ferro e o estanho e a produzir as ligas metálicas, que são misturas homogêneas de dois ou mais metais diferentes.

Com base nas informações do texto, amplie seus conhecimentos e realize uma pesquisa, utilizando fontes confiáveis sobre o assunto.

Após sua pesquisa, responda às questões a seguir.



JASON BENZ BENNEZ/SHUTTERSTOCK.COM

- » Colar de metal torcido usado pelo antigo povo gaulês – *The Great Torc from Snettisham*, o objeto mais importante da Idade do Ferro na Grã-Bretanha.
- A Idade dos Metais é subdivida em três principais períodos que levam o nome de alguns metais. Qual é o período que leva o nome de uma mistura homogênea, ou seja, uma liga metálica? Do que ela é formada?
  - Durante a Revolução Industrial foram desenvolvidas várias ligas metálicas, entre elas o aço, uma das ligas metálicas mais utilizadas no mundo atual. Do que é formado o aço e quais as vantagens de sua utilização?
  - Cite uma liga metálica e suas principais características.
  - Com base na resposta dos itens anteriores, justifique a importância do estudo das misturas.

A energia está presente em todas as situações de nosso cotidiano. Mesmo dormindo, a energia está presente em nosso corpo, e para acordar, a energia está presente no relógio que nos faz despertar. Desde o início de sua história, o ser humano realiza transformações de energia, mesmo que de maneira inconsciente, como utilizar a energia do fogo para assar os alimentos ou se aquecer. Com o desenvolvimento dos estudos, o ser humano adquiriu consciência de que poderia transformar diversos tipos de energia para sua utilização.

Foi o que aconteceu com William Kamkwamba, da República do Malawi, país da África Oriental. A região onde morava passou por uma seca rigorosa que impossibilitou a agricultura, iniciando um período de miséria e fome na região. William, então com 14 anos, não se conformava com a situação, e mesmo de família humilde, estudou e construiu, a partir de componentes encontrados em um lixão, um equipamento que utilizava o vento para acionar uma bomba elétrica que capturava água de um poço, o que permitiria irrigar as plantações da região.

TCD/PROD.DB/ALAMY/  
FOTOARENA



» Representação da turbina eólica construída por William Kamkwamba, apresentado no filme **O menino que descobriu o vento**.

- 1 O que William precisou fazer para solucionar o problema que sua comunidade vivia?
- 2 Você já precisou de conhecimentos científicos para solucionar algum problema em seu cotidiano?
- 3 “William criou a energia elétrica a partir do vento”. Você acha que esta frase está correta? Por quê?

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

Não escreva no livro

A energia está presente no ambiente de diversas formas. No movimento das águas do mar e dos rios, no vento, nos raios solares, no florescer de uma árvore ou no voo de uma ave, ao acender uma luz ou andar de carro. Em todas estas situações existe energia sendo transformada de uma forma para outra.

Atualmente existem diversas iniciativas que visam disponibilizar energia para as necessidades da sociedade de maneira sustentável, com o mínimo de impacto ao ambiente. William encontrou a solução para seu problema por meio de uma transformação sustentável de energia.

Mas, que tipos de energia estão presentes no ambiente, e quais transformações elas podem sofrer? Este será o foco de nosso estudo neste Tema.

### Espaços de aprendizagem

Assista à história de William Kamkwamba que virou um filme. **O MENINO que descobriu o vento**. Direção: Chiwetel Ejiofor. Reino Unido; Malawi: BBC Films; Blue Sky Films, 2019. Vídeo (113 min).

# Formas de energia

Podemos categorizar a energia em dois grandes grupos: de movimento (cinética) e de posição (potencial). Como exemplos de energia associada ao movimento podemos citar as energias cinética, térmica, eólica e sonora. Já para a energia associada à posição, temos como exemplos as energias potencial gravitacional, elástica e elétrica, além da química e da nuclear. Juntas, a energia cinética e a potencial são chamadas de energia mecânica. A seguir, estudaremos algumas formas em que a energia se apresenta.

## Energia cinética

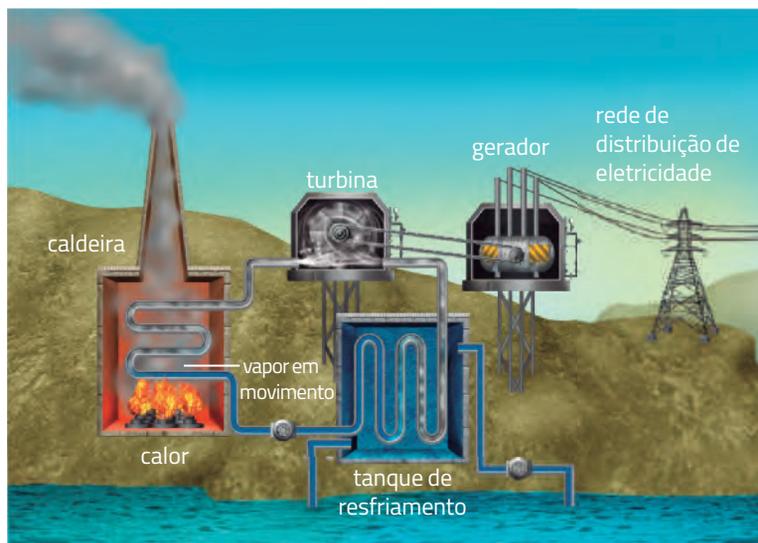
A energia cinética está associada ao movimento de um corpo. A bola de boliche que desliza em uma pista e se choca com os pinos transfere parte da sua energia cinética para os pinos. Estes, após o choque, adquirem energia na forma cinética e potencial gravitacional, havendo também dissipação pelo som e pelo calor.

- » Quando a bola de boliche atinge os pinos, parte da energia cinética da bola é transformada em energia cinética e potencial gravitacional dos pinos, energia sonora e térmica.

## Energia térmica

A energia térmica está associada com a temperatura, que podemos relacionar à agitação dos átomos e moléculas. Uma movimentação mais intensa das partículas de um sistema, em determinado estado físico, está diretamente associado a uma maior temperatura e, portanto, maior a energia térmica desse sistema.

Nas usinas termelétricas e nas nucleares, a energia térmica é transformada em energia elétrica por meio da movimentação do vapor-d'água pressurizado, que gira as turbinas acopladas a um **dinamo**, gerando eletricidade.



- » Representação esquemática de uma usina termelétrica. Nesse tipo de usina, a energia térmica, proveniente da queima de combustíveis (renováveis ou não renováveis), é empregada para gerar vapor-d'água que, canalizado, move as engrenagens do dinamo, responsável pela transformação da energia cinética em energia elétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

## Energia sonora

O som é originado por meio da vibração de átomos e moléculas que compõem os materiais em geral. Portanto, a energia sonora é uma das formas de energia de movimento mais presentes em situações que envolvem transformação de energia. Por depender da movimentação dos átomos e das moléculas, o som não se propaga na inexistência delas, ou seja, o som não se propaga no vácuo.

- » A energia mecânica presente na vibração das cordas de um violão é transformada em energia sonora.



## Energia potencial elétrica

A eletricidade é a forma como os fenômenos relativos às cargas elétricas se denominam. Sua importância advém essencialmente da possibilidade de se transformar em outra forma de energia: mecânica, térmica, luminosa etc.

O movimento ordenado das cargas elétricas produz a corrente elétrica, que é a responsável pela transformação em outras formas de energia, por exemplo, em energia cinética para a movimentação das hélices de um ventilador. Parte também é transformada em energia sonora e energia térmica no funcionamento do motor.

A energia elétrica também está presente nos seres vivos. Alguns animais, como o poraquê, podem transformar diferentes formas de energia presente em seu corpo em energia elétrica a ser utilizada em uma descarga elétrica para afugentar predadores ou atordoar presas.

- » O poraquê (*Electrophorus electricus*) é um peixe que vive em rios da América do Sul e pode medir até 2 metros de comprimento.

PAULO OLIVEIRA/ALAMY STOCK PHOTO/FOTOARENA



## Energia potencial gravitacional

Em muitos edifícios residenciais ou comerciais, há uma regra que proíbe manter vasos de plantas nos beirais de janelas e varandas. Isso porque, em caso de queda, a energia associada a essa posição é transformada em energia de movimento (cinética) durante a queda, podendo provocar acidentes graves no caso de atingir uma pessoa no solo. A energia potencial gravitacional é uma energia de posição e está associada à altura em que o corpo está em relação à referência estabelecida, que pode ser o solo, por exemplo.



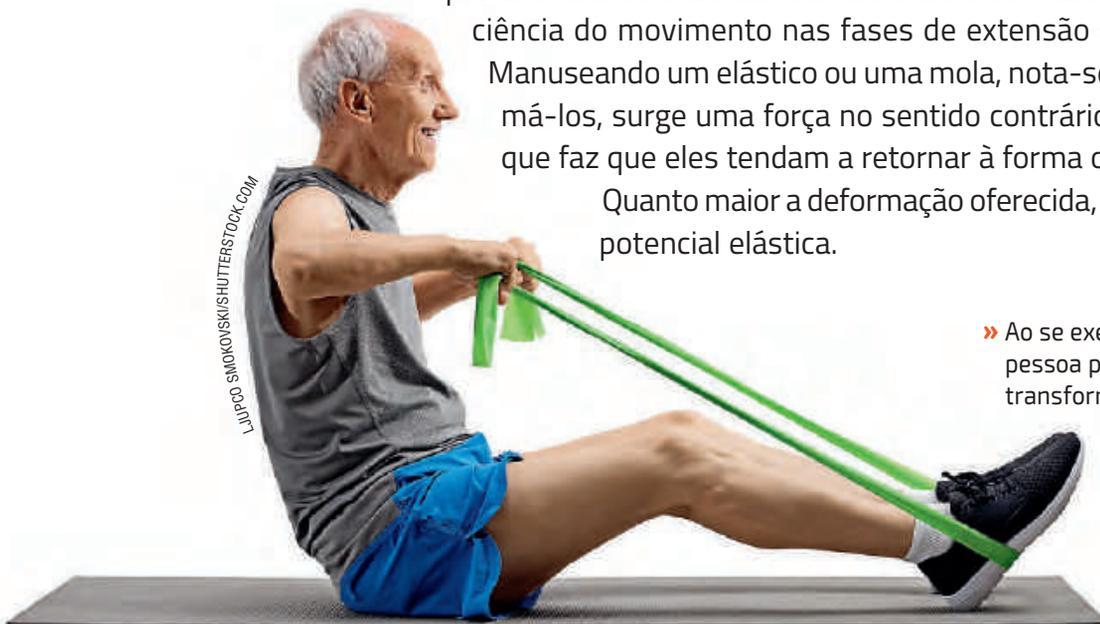
» Não se deve deixar objetos na beirada das janelas ou pendurados em varandas, pois há risco de queda e, conseqüentemente, acidentes.

## Energia potencial elástica

Energia potencial elástica é a energia armazenada no sistema em virtude da deformação provocada em relação à posição original. Muitos atletas têm optado por usar elásticos extensores em treinos de musculação pela eficiência do movimento nas fases de extensão e relaxamento. Manuseando um elástico ou uma mola, nota-se que, ao deformá-los, surge uma força no sentido contrário à deformação que faz que eles tendam a retornar à forma original.

Quanto maior a deformação oferecida, maior a energia potencial elástica.

» Ao se exercitar, a pessoa participa das transformações de energia.



## Energia química

É uma forma de energia potencial, uma vez que está armazenada nas interações das partículas constituintes das substâncias.

No momento em que ocorre uma reação química, ligações serão rompidas, novas ligações são formadas e as energias envolvidas nesses processos são redistribuídas durante as reações químicas.

Nas pilhas e baterias, a geração de energia elétrica acontece a partir das reações químicas que ocorrem entre seus componentes.

Na combustão, o calor liberado durante a queima do carvão ou da madeira, por exemplo, é resultado da transformação das energias envolvidas nas ligações químicas em energia térmica. Ao mesmo tempo, novos produtos são formados, como as cinzas, entretanto as ligações entre seus átomos e moléculas são menos energéticas.



MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

» Nos animais, a alimentação possibilita o acesso à energia necessária à manutenção do organismo. Na imagem, periquito-de-encontros-amarelos, *Brotogeris chiriri* (Miranda, MS, 2016).



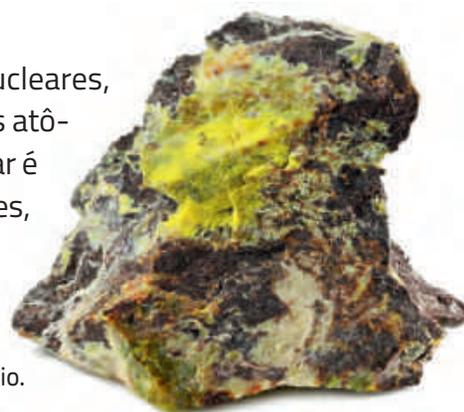
MARKO JEGDIC/SHUTTERSTOCK.COM

» O fogo é consequência da formação e quebra de ligações químicas.

## Energia nuclear

Energia nuclear é a energia liberada nas reações nucleares, que envolvem processos de transformações dos núcleos atômicos. Uma das fontes para a produção da energia nuclear é o minério de urânio, material encontrado em vários países, inclusive no Brasil.

» Os cristais amarelo-esverdeados na rocha evidenciam a presença do urânio.



B.JOERN WYLEZICH/SHUTTERSTOCK.COM

## Energia eólica

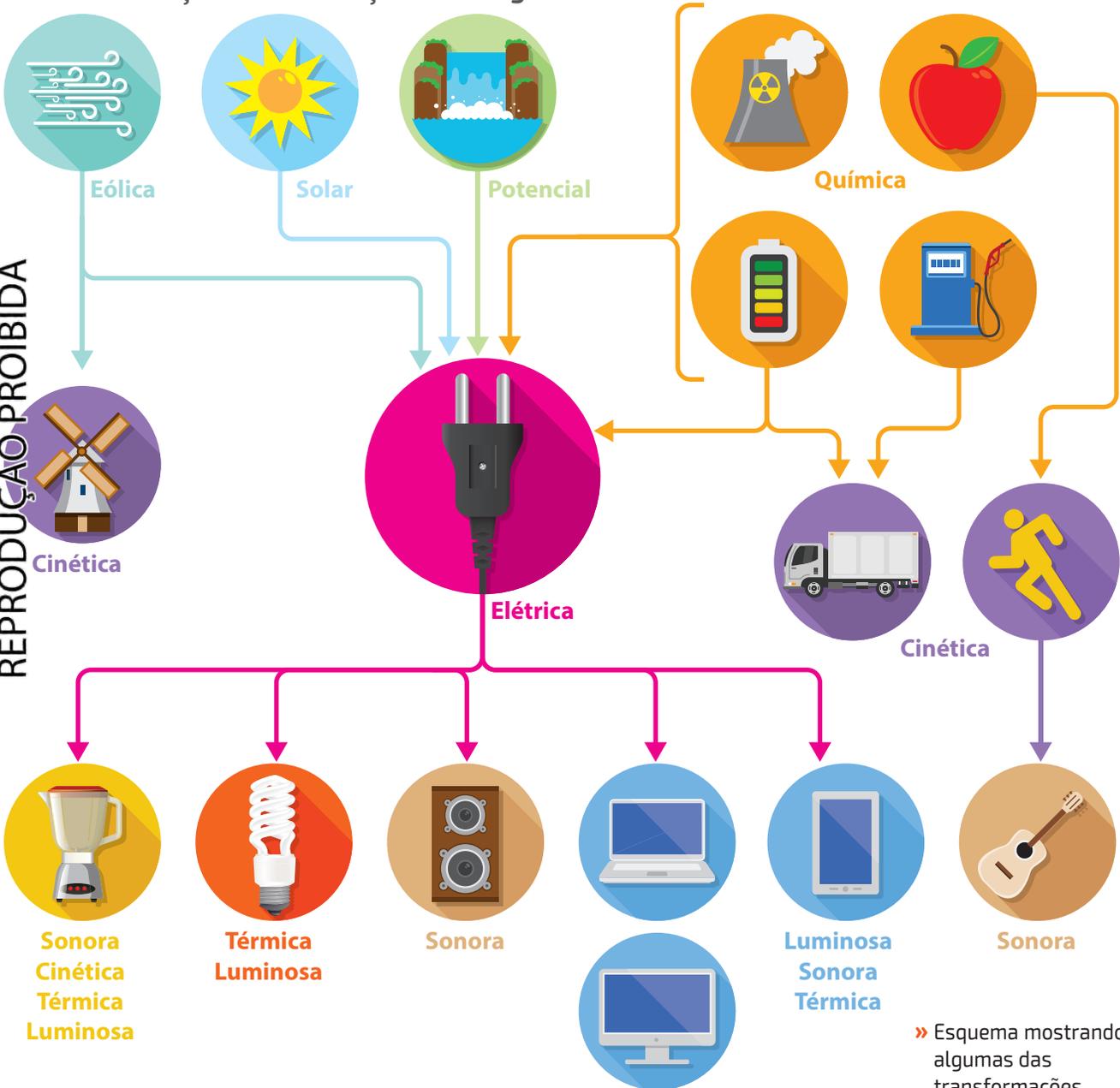
É o nome que se dá à energia proveniente do movimento dos ventos, utilizada, por exemplo, para girar um sistema de hélices acopladas a um dínamo que transformam a energia eólica em energia elétrica. É o que ocorre no dispositivo mostrado no filme **O menino que descobriu o vento**, citado na abertura do tema.

# A conservação da energia

Estudar as formas de energia (de movimento e de posição) individualmente é até menos importante do que compreender as possíveis transformações de uma energia em outra.

Na Ciência, a **lei ou princípio da conservação de energia** estabelece que a quantidade total de energia em um sistema físico permanece constante. Assim, é possível dizer que a energia não pode ser criada nem destruída, mas transformada de um tipo para outro.

## » Transformação e conservação de energia



ALEX ARGOZINO

### Espaços de aprendizagem

Acesse o [link](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html) a seguir e simule diferentes transformações de energia que podem acontecer no ambiente. FORMAS de energia e transformações. PhET, 2020. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html). Acesso em: 16 jun. 2020.

» Esquema mostrando algumas das transformações de energia mais utilizadas pelo ser humano (imagem sem escala; cores-fantasia).

1. Associe a letra M para as energias de movimento e P para as energias de posição na listagem abaixo:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a. Energia potencial elétrica (//)      | e. Energia nuclear (//)  |
| b. Energia potencial gravitacional (//) | f. Energia sonora (//)   |
| c. Energia térmica (//)                 | g. Energia química (//)  |
| d. Energia potencial elástica (//)      | h. Energia cinética (//) |

2. Associe a coluna da esquerda com a coluna da direita.

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Energia potencial gravitacional (EPG) | (//) Associada à deformação do elástico.     |
| Energia potencial elástica (EPE)      | (//) Associada à velocidade.                 |
| Energia cinética (EC)                 | (//) Associada à posição em relação ao solo. |

3. Liste as transformações de energia que ocorrem quando ouvimos música em um rádio portátil a pilhas.

4. Observe a imagem a seguir.

O esquetista apoia as rodas traseiras do seu esquite na borda da pista vertical e prepara-se para o *drop* (o início do movimento do esquite).



RICARDO ROCHA/ALAMY/FOTOARENA

Após o *drop*, o esquetista rapidamente alcança o meio da pista, que é plana.

Ao subir a outra parte vertical da pista, o esquetista executa uma manobra no ponto mais alto de sua trajetória.

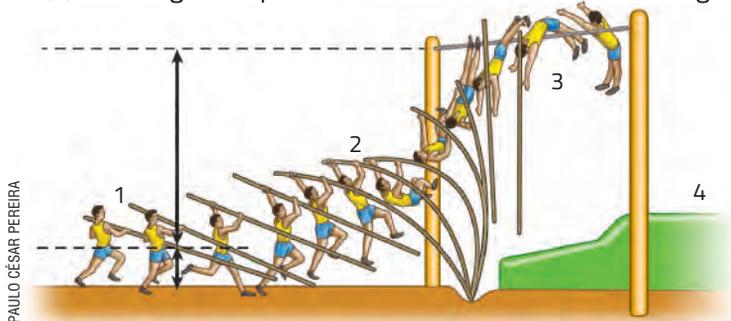
» Esquetistas em pista *half pipe*.

Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos, identifique o tipo de energia (cinética ou potencial gravitacional) associada aos pontos A, B e C destacados na imagem. Adote o solo como referência.

5. Ao abastecer um automóvel com gasolina, podemos afirmar que 100% da energia envolvida nas transformações químicas sofridas por esse combustível irá se transformar em energia cinética? Explique.

6. O salto com vara é uma modalidade olímpica em que o atleta acelera seu movimento ao correr em direção à estrutura que sustenta um sarrafo que irá determinar a altura a ser ultrapassada no salto. Observe a imagem a seguir, que representa o salto com vara.

Descreva a(s) forma(s) de energia nos pontos 1, 2, 3 e 4 destacados na imagem.



PAULO CÉSAR PEREIRA

» Representação esquemática de atleta realizando salto com vara (imagem sem escala; cores-fantasia).

Observe a imagem a seguir.



» Praia Tabatinga (João Pessoa, PB, 2017).

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

**1** O objeto metálico presente no interior das cúpulas de vidro está sob o vácuo. Ele também apresenta movimento?

Não escreva no livro

A energia no Universo é constante, e, como vimos, sofre transformações. A energia é a capacidade de promover mudanças, e o Universo é dinâmico, está em constante mudança, em constante movimento, seja de planetas inteiros ou de átomos e moléculas.

Considere, por exemplo, que uma praia, uma montanha e um ser vivo passam por constantes modificações de diversas naturezas.

Mas será que tudo está realmente em movimento? Veja como exemplo a imagem ao lado. Ela mostra o quilograma-padrão, que é constituído de uma liga metálica de platina-irídio no formato de um cilindro, protegido por campânulas de vidro fechadas a vácuo para manter suas características originais preservadas.

» Um dos antigos quilograma-padrão. A definição de quilograma foi oficialmente alterada em maio de 2019 para não mais depender de um objeto físico.

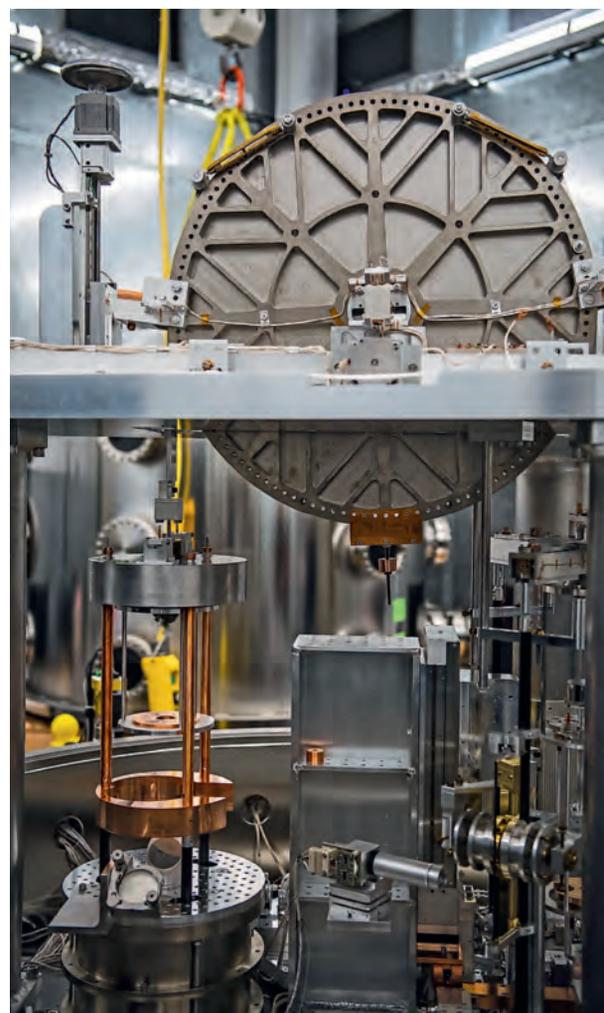


Todo este cuidado é porque se trata do protótipo que foi utilizado por mais de 100 anos como a medida oficial que definia o que era um quilograma. Acontece que, de tempos em tempos, ele precisa ser limpo, e entra em contato com o ar.

Analisando esse protótipo, considerando que não existe ar no interior do recipiente e que ele permanece imóvel sobre uma bancada, é provável associar que não existe movimento algum ocorrendo com ele. Entretanto, seus átomos estão em movimento, mesmo que pequeno, a ponto de interagir com os gases presentes no ar, de forma que, nos últimos 100 anos, ele tem apresentado variações em sua massa. Por esse e outros motivos, uma nova metodologia foi desenvolvida para determinar o valor de um quilograma. Ela envolveu uma balança especial que associava a massa a uma força magnética, chamada de balança de Kibble.

Outra observação que pode ser feita é que, dependendo do referencial, o objeto pode estar ou não em movimento, como veremos a seguir.

» Balança de Kibble, no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (Gaithersburg, Estados Unidos, 2018).



SALWAN GEORGES/THEWASHINGTON/GETTY IMAGES

**Saiba mais**

Durante séculos não houve um padrão para unidade de medida. Para resolver essa questão, em 1854, foi criado o Bureau Internacional de Pesos e Medidas, e foi estabelecido o Sistema Internacional de Unidades (SI), um padrão único e coerente para todo o mundo.

» **Unidades de medida comumente utilizadas**

Grandeza	Unidade	Símbolo	Múltiplos e submúltiplos decimais mais comuns
comprimento	metro	m	1 quilômetro (km) = 1 000 m 1 decímetro (dm) = 0,1 m 1 centímetro (cm) = 0,01 m 1 milímetro (mm) = 0,001 m
massa	quilograma	kg	1 tonelada (ton) = 1 000 kg 1 grama (g) = 0,001 kg 1 miligrama (mg) = 0,000001 kg ou $1 \times 10^{-6}$ kg 1 micrograma ( $\mu$ g) = 0,000000001 kg ou $1 \times 10^{-9}$ kg
tempo	segundo	s	1 minuto (min) = 60 segundos 1 hora (h) = 60 min = 3 600 segundos

Fonte dos dados: SISTEMA internacional de unidades (SI). **Inmetro**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si\\_versao\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf). Acesso em: 19 jun. 2020.

# Introdução ao estudo dos movimentos

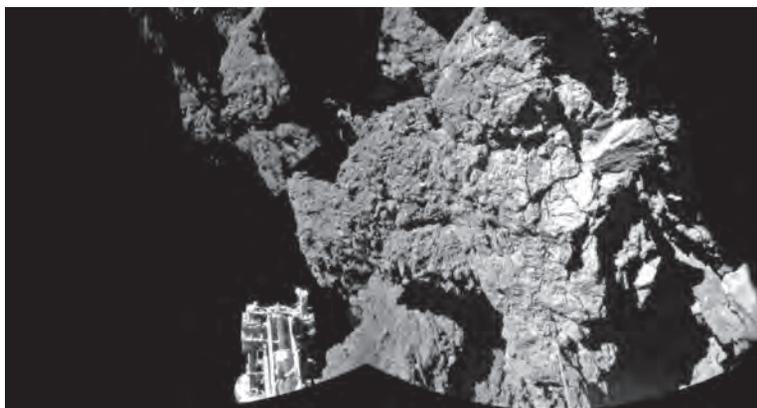
No dia 12 de novembro de 2014, a missão Rosetta levou o robô Philae para estudar a composição do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. Mas como foi possível o robô pousar em um cometa que estava a 135 000 km/h? Para responder a essa pergunta, precisamos compreender alguns conceitos importantes para o estudo dos movimentos, como ponto material, corpo extenso, referencial e movimento.

## Espaços de aprendizagem

No filme **Armagedon**, é possível verificar a situação de repouso relativo entre uma nave e um corpo celeste, semelhante ao que ocorre na missão Rosetta.

ARMAGEDON. Direção: Michael Bay. EUA: Jerry Bruckheimer Touchstone Pictures, 1998. Vídeo (150 min).

» Robô Philae sobre o cometa 67P, em 12 de novembro de 2014.

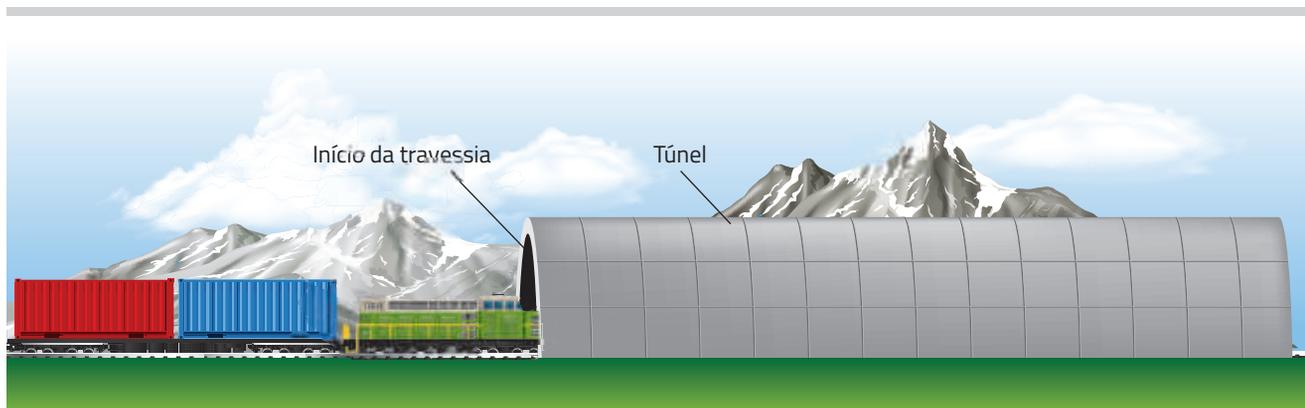


ESA/ROSETTA/PHILAE/CIVA

## Conceitos iniciais do estudo dos movimentos

Um objeto será chamado de **ponto material** quando suas dimensões não interferirem no estudo a ser feito. Caso contrário, será chamado de **corpo extenso**.

Considere um trem atravessando um túnel a uma velocidade constante. O tempo decorrido entre o início e o término da travessia depende do comprimento do trem. Para uma mesma velocidade, quanto maior o comprimento do trem, maior será o tempo da travessia. Portanto, o trem, nessa situação, será considerado um corpo extenso, ao passo que uma motocicleta poderá ser considerada um ponto material ao atravessar esse mesmo túnel, pois suas dimensões não provocarão alterações significativas no tempo de travessia.



ALEX ARGOZINO

» Trem iniciando a travessia por um túnel (ilustração fora de escala; cores-fantasia).

Toda e qualquer observação realizada refere-se a determinado referencial, que determina em relação a quais medidas e análises serão efetivadas. Considere, por exemplo, que você esteja sentado, sob uma lâmpada, no banco do vagão do metrô, que se move lentamente, atravessando a plataforma da estação. Para um observador localizado na plataforma, a lâmpada está em **movimento**, pois sua posição muda ao longo do tempo em relação a ele. No entanto, para você, a posição da lâmpada não se altera ao longo do tempo, caracterizando uma condição chamada de **repouso**. Essas duas condições, movimento e repouso, não são absolutas e sim relativas ao referencial adotado em cada caso (observador na plataforma da estação e você).



» Um trem passa pela plataforma de uma estação. Para o observador, localizado na plataforma, a lâmpada da cabine está em movimento, para o passageiro ela está em repouso (ilustração fora de escala; cores-fantasia).

Voltando à situação do início do tema, a sonda Rosetta que transportava o robô precisou igualar sua velocidade à do cometa para que o robô pudesse se soltar da sonda e realizar um pouso suave no cometa. Após o pouso, o robô se encontrava em repouso em relação ao cometa, apesar de sua velocidade em relação à Terra ser tão alta.

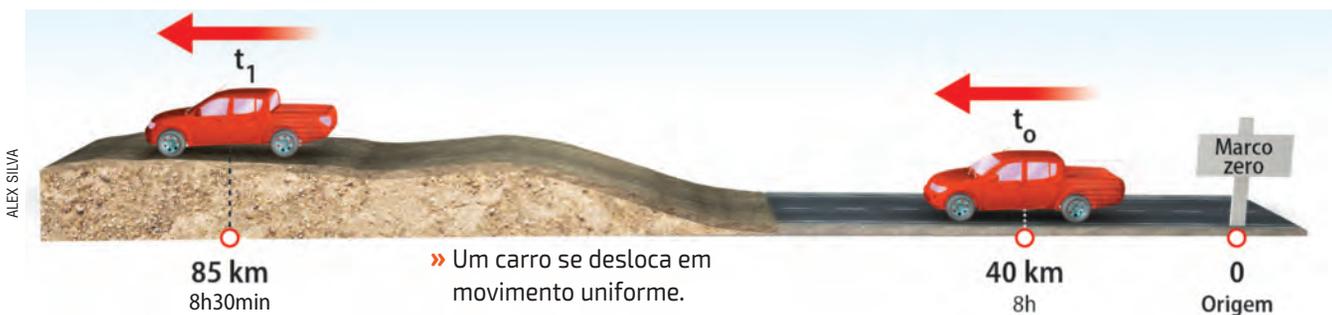
O mesmo ocorre no caso do quilograma-padrão, que está em repouso em relação ao recipiente que o contém, mas, assim como os demais objetos presentes na superfície terrestre, desenvolve um movimento de rotação em torno do eixo terrestre. Portanto, o quilograma-padrão está em movimento em relação aos demais corpos celestes presentes no Sistema Solar.

## Velocidade escalar média

Um movimento pode se dar de forma mais rápida ou mais lenta e isso é definido pela velocidade, que é uma medida do deslocamento efetuado em relação ao tempo gasto para sua realização.

Considere um automóvel em uma estrada, passando pelo marco 40 km às 8h e pelo marco 85 km às 8h30min: ele efetuou, assim, um deslocamento de 45 km (85 km – 40 km) em 30 min (0,5h).

### » Carro em deslocamento



Indicando o **deslocamento efetuado** por  $\Delta s$  e o intervalo de tempo por  $\Delta t$ , podemos escrever:

$$\Delta s = 85 - 40 \rightarrow \Delta s = 45 \text{ km}$$

$$\Delta t = 8\text{h}30\text{min} - 8\text{h} \rightarrow \Delta t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$$

Definimos a **velocidade escalar média** ( $v_m$ ) como a razão entre o deslocamento efetuado e o tempo gasto. Assim:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Para o exemplo, temos:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad v_m = \frac{45 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} \quad v_m = 90 \text{ km/h}$$

Isso significa que, se o automóvel mantiver essa velocidade constante, ele andará 90 km em 1 h.

Como você já estudou, a unidade de medida padrão utilizada no Sistema Internacional de Unidades (SI) para indicar deslocamentos é o metro (m). Entretanto, é comum no cotidiano utilizarmos outras unidades de deslocamento, como o quilômetro (km). Assim, se faz necessário efetuar a conversão entre as unidades m/s e km/h.

### Atividade resolvida

1. Qual a velocidade, em m/s, correspondente a 90 km/h?

#### ► Resolução

Para efetuar essa conversão, basta transformar cada unidade (km e h) individualmente:

$$90 \text{ km/h} = \frac{90 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{90 \cdot 1000 \text{ m}}{60 \text{ min}} = \frac{90000 \text{ m}}{60 \cdot 60 \text{ s}} = \frac{90000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{90 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} = \frac{25 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}$$

Portanto, para transformar de km/h para m/s, basta dividir a velocidade por 3,6. Caso a transformação seja no sentido inverso, de m/s para km/h, multiplique por 3,6.

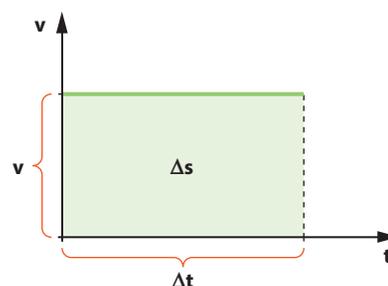
## Movimento uniforme

Quando sua velocidade se mantém constante, o movimento é chamado de **movimento uniforme** (MU).

A principal característica do movimento uniforme é a manutenção da velocidade constante ao longo do movimento. Observe, no gráfico ao lado, a representação da velocidade em função do tempo.

Uma importante propriedade que pode ser observada no gráfico da velocidade reside no fato de a área delimitada entre a linha do gráfico e o eixo do tempo nos fornecer a medida do deslocamento efetuado nesse intervalo de tempo.

#### » Movimento uniforme

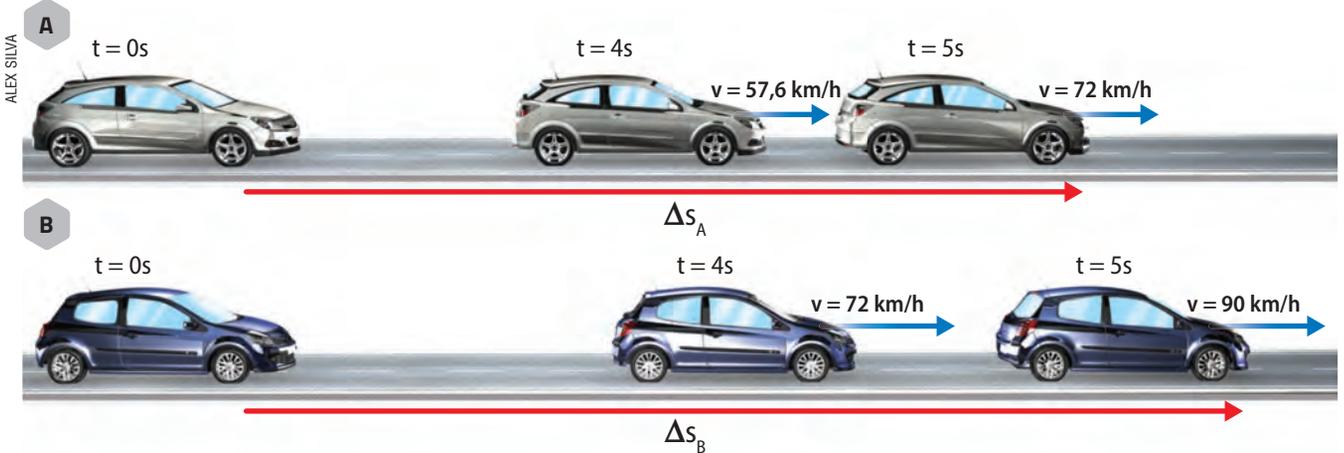


ADILSON SECCO

## Movimento variado

O movimento cuja velocidade muda no decorrer do tempo é denominado movimento variado, e quando essa mudança na velocidade ocorre em uma taxa constante, o movimento é chamado de **movimento uniformemente variado** (MUV).

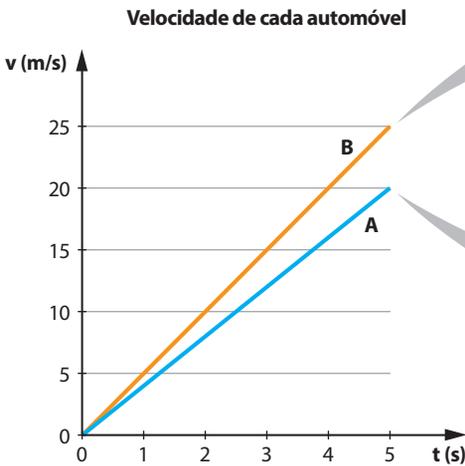
Considere dois automóveis (A e B) que, partindo do repouso, aceleram uniformemente e adquirem velocidade final de 72 km/h (20 m/s), porém em intervalos de tempo diferentes: A em 5 s e B em 4 s.



» Dois carros se deslocam em pistas paralelas com velocidades diferentes.

Representando em um único gráfico as velocidades de A e B, temos:

» **Velocidade × tempo - velocidades A e B**



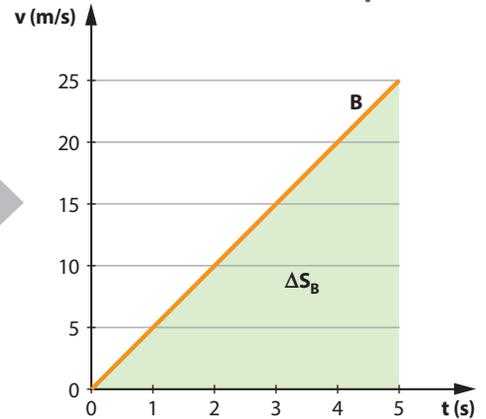
Como foi visto antes, o deslocamento efetuado por cada um deles pode ser determinado pelo cálculo da área sob a linha do gráfico. Então, tomando os mesmos 5 s para cada movimento, os deslocamentos dos automóveis A e B são dados pelas áreas de seus gráficos.

Como a área do triângulo é dada por:

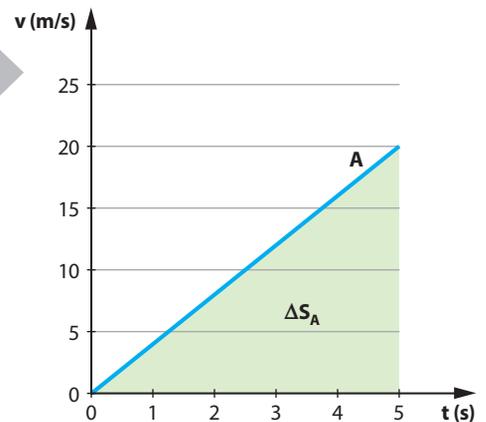
$$\frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}, \text{ temos: } \Delta s_A = \frac{5 \cdot 20}{2} \Rightarrow \Delta s_A = 50 \text{ m e } \Delta s_B = \frac{5 \cdot 25}{2} \Rightarrow \Delta s_B = 62,5 \text{ m}$$

Portanto, para determinar o deslocamento efetuado pelos móveis basta construir o gráfico de sua velocidade em função do tempo ( $v \times t$ ).

» **Velocidade de A × tempo**



» **Velocidade de B × tempo**



GRÁFICOS: ADILSON SECCO

## Aceleração escalar média

Outra grandeza que se destaca no estudo dos movimentos é a **aceleração**, que indica a mudança de velocidade em um intervalo de tempo. Assim, no exemplo dado, podemos afirmar que a aceleração imposta ao automóvel B é maior do que a de A. Mas, quanto maior?

Para responder a essa pergunta, basta verificar a taxa de variação da velocidade em relação ao tempo.

Matematicamente, expressamos a variação da velocidade por  $\Delta v$ . Então, a taxa de variação da velocidade em relação ao tempo será dada por  $\Delta v/\Delta t$ . Essa razão recebe o nome de **aceleração escalar média** representada por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

A unidade de medida da aceleração escalar média no SI é **m/s<sup>2</sup>**.

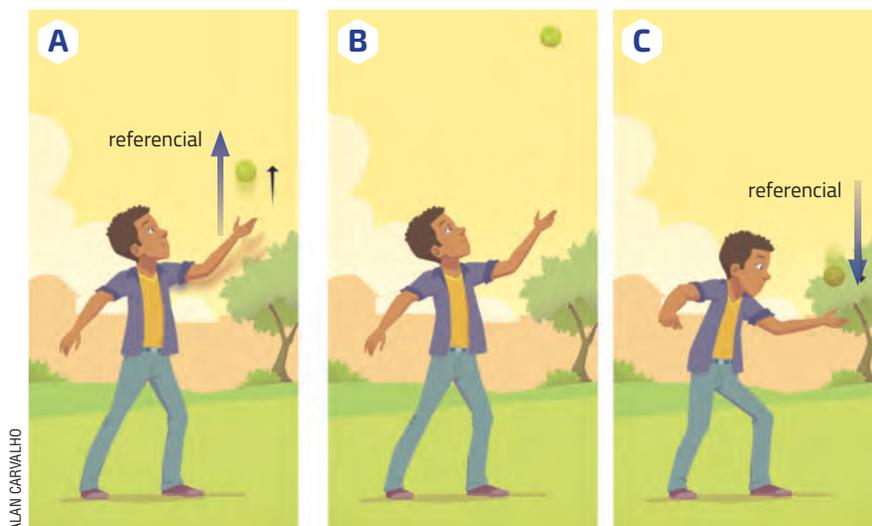
Posto isso, temos:

- automóvel A: aumentou 20 m/s (de 0 a 20 m/s) em 5 s, ou seja, a taxa de aumento é 4 m/s a cada segundo;
- automóvel B: aumentou 20 m/s (de 0 a 20 m/s) em 4 s, ou seja, a taxa de aumento é 5 m/s a cada segundo (1 m/s a cada segundo, maior do que a taxa de A).

Assim, o movimento uniformemente variado se caracteriza pelo fato de a aceleração escalar manter seu valor constante e diferente de zero.

O movimento variado é chamado **acelerado**, quando o objeto se move cada vez mais rápido, e **retardado**, quando se move cada vez mais devagar.

**2** Observando as imagens a seguir, você consegue dizer em qual delas o movimento é acelerado: em a, b ou c? *As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.*



» O movimento de uma bolinha, lançada verticalmente para cima, pode ser dividido em três partes (conforme referencial adotado): (a) a subida ( $v > 0$ ), (c) a descida ( $v < 0$ ) e o ponto de altura máxima (b). Neste último momento, a bolinha inverte o movimento e, portanto, sua velocidade é nula ( $v = 0$ ).

Não escreva no livro

# Movimento vertical

Nas proximidades da superfície terrestre, desconsiderando os efeitos das resistências ao movimento, a taxa de variação da velocidade no tempo para o movimento vertical de um corpo é aproximadamente constante e denominada **aceleração da gravidade**. Nesta obra, assumiremos o valor de  $9,8 \text{ m/s}^2$  (muitas vezes aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$ ) para sua intensidade.

Isso significa que, para um objeto lançado verticalmente para cima e na ausência de resistência ao movimento, sua velocidade diminui aproximadamente  $10 \text{ m/s}$  a cada segundo durante a subida e aumenta esse mesmo tanto, a cada segundo, durante a descida.

Supondo uma bolinha sendo lançada verticalmente para cima, com uma velocidade inicial de  $30 \text{ m/s}$  ( $108 \text{ km/h}$ ), podemos representar sua velocidade diminuindo durante a subida conforme representado no quadro ao lado.

t (s)	v (m/s)
t = 0 s	30 m/s
t = 1 s	20 m/s
t = 2 s	10 m/s
t = 3 s	0

← velocidade de lançamento

← velocidade no ponto mais alto da trajetória

Para determinar a altura máxima atingida, basta representar essas velocidades em um gráfico e determinar, por meio da sua área, o deslocamento efetuado.

O deslocamento ( $\Delta s$ ), na subida, é dado pela área sombreada no gráfico. Assim:

$$\Delta s = \frac{3 \cdot 30}{2} \Rightarrow \Delta s = 45 \text{ m}$$

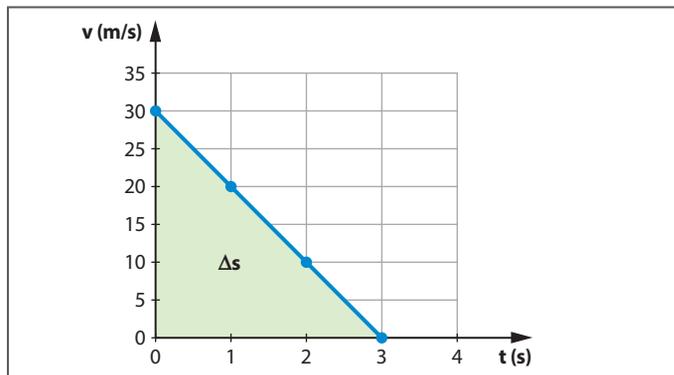
Portanto, a altura máxima atingida é de  $45 \text{ m}$ , contados a partir do ponto de lançamento.

Durante a queda, a velocidade aumenta na mesma taxa de variação ( $10 \text{ m/s}$  a cada segundo). Dessa forma, ao retornar ao ponto de partida, sua velocidade será novamente de  $30 \text{ m/s}$ , mas em sentido oposto ao inicial.

Para fazer uma representação única de todo o movimento, é necessário diferenciar matematicamente a subida e a descida. Isso é feito com a escolha de um eixo orientado que indicará o sentido positivo e o sentido negativo desse movimento.

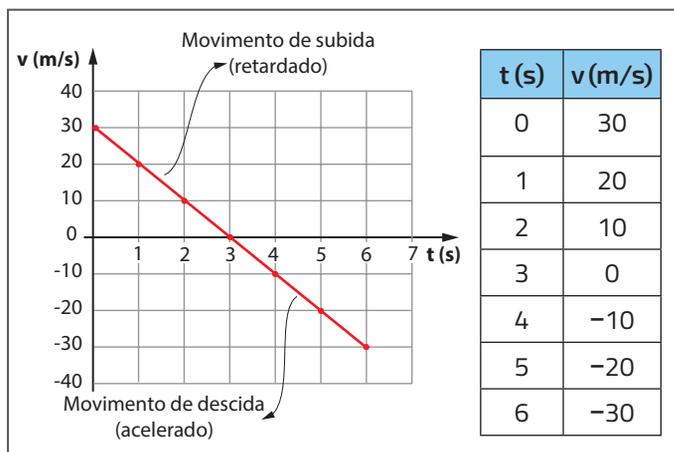
Indicando, por exemplo, as velocidades da subida como positivas, na descida, elas serão negativas e assim se torna possível representar o movimento inteiro em uma mesma tabela, permitindo a construção de um gráfico único.

## » Velocidade × tempo para a subida de uma bolinha



ADILSON SECCO

## » Velocidade × tempo para a subida e a descida de uma bolinha



SONIA VAZ

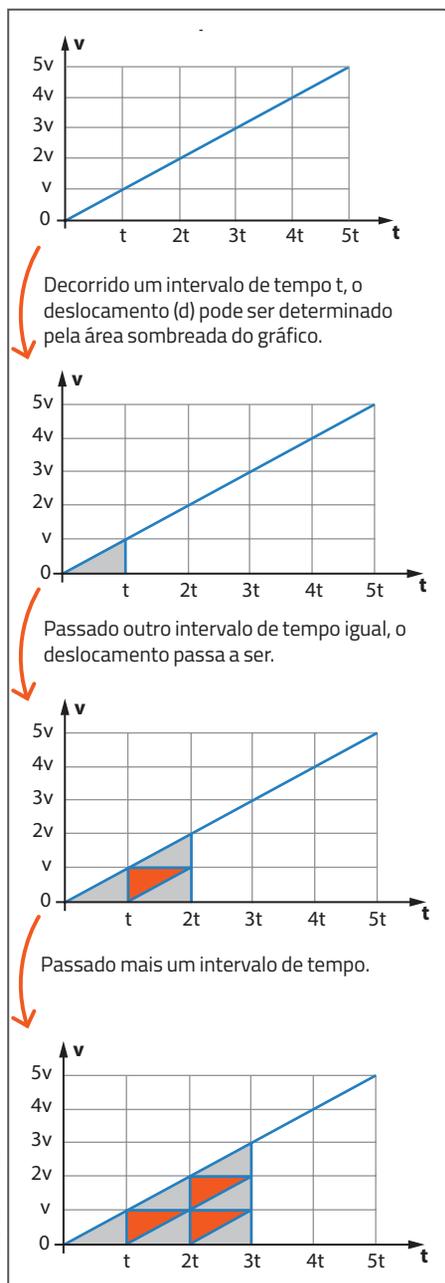
Para o estudo geométrico dos movimentos é possível utilizar um instrumento desenvolvido no século VI chamado compasso de proporção de Galileu, que auxilia na análise de corpos em movimento submetidos a uma aceleração constante, uma vez que os deslocamentos efetuados a cada intervalo fixo de tempo seguem uma proporção, sendo esta, muitas vezes chamada de **proporção de Galileu**.

Considere um automóvel partindo do repouso e acelerando uniformemente. Sua velocidade pode ser representada graficamente.



» Compasso de proporção idealizado por Galileu e conservado no Museu Galileu (Florença, Itália, 2014).

### » Velocidade $\times$ tempo de um automóvel



Portanto, observa-se que:

- no primeiro intervalo de tempo, o deslocamento efetuado foi  $1d$ ;
- no segundo intervalo de tempo houve um acréscimo de deslocamento  $3d$ ;
- no terceiro intervalo de tempo, o deslocamento acrescentado foi  $5d$ .

Conclui-se, então, que a cada acréscimo de tempo ( $t$ ), o acréscimo de deslocamento segue a ordem dos números ímpares ( $1d, 3d, 5d, 7d\dots$ ). Portanto, em uma situação prática, basta saber qual o deslocamento durante o primeiro segundo para podermos prever qual será o deslocamento no  $n$ ésimo segundo. Neste momento é possível utilizar o compasso de proporção para demarcar o deslocamento no primeiro intervalo de tempo e, a partir daí, utilizar essa abertura do compasso para determinar os múltiplos dessa medida e verificar geometricamente os deslocamentos seguintes.

### » Acréscimo de distâncias pelo tempo

Tempo	Distância
1º segundo	1.d
2º segundo	3.d
3º segundo	5.d
4º segundo	7.d
...	...
$n$ ésimo segundo	$(2n-1).d$

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

**3** Considere um carrinho que parte do repouso e desce uma rampa com aceleração constante de  $2 \text{ m/s}^2$ .

- Determine a distância percorrida pelo carrinho durante o instante  $6 \text{ s}$ .
- Qual o deslocamento total efetuado, desde o início, até o instante  $6 \text{ s}$ ?

Não escreva no livro

1. Leia o texto a seguir.

**Esquecido, projeto do trem-bala entre Rio e São Paulo volta a ser cogitado**

Nascido em meio ao período de graça da economia brasileira, movida pelas *commodities* em alta e o ufanismo de organizar a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016, o Trem de Alta Velocidade (TAV) foi o ápice de um pensamento cristalizado de que o Brasil havia atingido o *status* de país prestes a se tornar desenvolvido. Mas, como muitas iniciativas de sua história, tratava-se de mais um caso clássico de “pular fases”, ignorando mazelas que teimam em não desaparecer por mágica.

[...]

MEIER, R. Esquecido, projeto do trem-bala entre Rio e São Paulo volta a ser cogitado. **Metrô CPTM**, 3 dez. 2019. Disponível em: <https://www.metrocptm.com.br/esquecido-projeto-do-trem-bala-entre-rio-e-sao-paulo-volta-a-ser-cogitado/>. Acesso em: 29 jul. 2020.

» **Mapa do trajeto do trem-bala entre Rio de Janeiro e Campinas.**



Fonte de dados: MEIER, R. Esquecido, projeto do trem-bala entre Rio e São Paulo volta a ser cogitado. **Metrô CPTM**, 3 dez. 2019. Disponível em: <https://www.metrocptm.com.br/esquecido-projeto-do-trem-bala-entre-rio-e-sao-paulo-volta-a-ser-cogitado/>. Acesso em: 29 jul. 2020.

- » Uma das possibilidades previstas no projeto do TAV é a sua passagem, interligando quatro dos principais aeroportos do país: Viracopos e Guarulhos (em Campinas e São Paulo, respectivamente), Galeão e Santos Dumont (no Rio de Janeiro), percorrendo cerca de 510 km em aproximadamente 1h48min.

Com base nas informações apresentadas, faça o que se propõe a seguir.

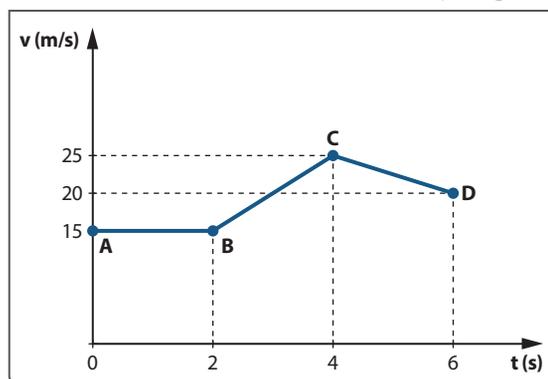
- Qual a crítica presente no trecho da reportagem?
- Qual o valor aproximado da velocidade média do TAV, em km/h?
- Considere que você faça uma viagem em um TAV de sua casa até outra cidade e que você saiba a distância deste percurso. Qual seria o tempo dessa viagem em horas, considerando um trajeto reto, sem paradas, e com

velocidade média igual à calculada na questão anterior? Se precisar, pesquise a distância entre as cidades na internet.

- O falcão-peregrino é o animal mais veloz do mundo, podendo alcançar velocidades acima de 350 km/h em mergulhos durante o voo.

Em um estudo sobre aerodinâmica, com o auxílio de câmeras e sensores especiais, foi analisado o movimento de um falcão-peregrino obtendo-se, aproximadamente, os dados representados no gráfico a seguir.

» **Gráfico da velocidade de um falcão-peregrino**



De A até B, o falcão manteve sua velocidade constante de 15 m/s;

De B até C, aumenta sua velocidade, passando de 15 m/s a 25 m/s;

De C até D, diminui sua velocidade, atingindo o ponto D com velocidade de 20 m/s.

Com base nas informações apresentadas, responda às questões a seguir.

- Analisando o movimento do falcão-peregrino, como podemos classificá-lo, nos intervalos abaixo?
  - A – B
  - B – C
  - C – D
- Qual a distância total percorrida pelo falcão-peregrino em seu voo?
- Qual a aceleração escalar média em cada trecho do movimento (AB, BC, CD)?

- Um pequeno objeto é abandonado, a partir do repouso, do 20º andar de um edifício e cai, com resistência do ar desprezível e aceleração de queda constante, passando em frente à janela do 19º andar 1 s após o lançamento. Supondo que a altura dos andares seja a mesma, em frente à janela de qual andar ele passará 3 s após o lançamento?

# A unidade básica da vida

Em uma pequena porção de água do mar observada com auxílio de um microscópio óptico, é possível visualizar parte dos seres vivos que constituem o plâncton (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 250 vezes).

**Inanimada:** sem vida.

Embora o Universo seja basicamente formado por matéria e energia, a energia escura, que compõe a maior parte do Universo, ainda é um mistério para os cientistas.

**1** Nas células dos seres vivos ocorrem transformações de matéria e energia?

Não escreva no livro

O Universo é composto por matéria e energia. No caso do planeta Terra, a constante transformação e interação entre matéria e energia propiciou o desenvolvimento da vida.

É possível encontrar seres vivos em praticamente quase todos os ambientes da Terra. Uma gota de água do oceano, por exemplo, é uma mistura homogênea constituída por aproximadamente  $1,67 \cdot 10^{21}$  moléculas de água, e diversos outros compostos químicos. Nela também podem ser encontradas diferentes espécies de seres vivos.

Assim como a água, todos os seres vivos são matéria. São compostos por átomos e moléculas e diversas transformações físicas e químicas ocorrem em seu interior. Entretanto, os seres vivos possuem algumas características que os diferenciam da matéria **inanimada**. Entre as características gerais de todos os seres vivos, podemos destacar as apresentadas a seguir.

## » Propriedades dos seres vivos

**Ciclo de vida:** todo ser vivo passa pelas fases do nascimento, desenvolvimento, reprodução e morte. Durante o desenvolvimento, seu organismo passa por diversas modificações que o preparam para a reprodução, fase em que ele pode ou não gerar descendentes.

**Respostas a estímulos externos:** os seres vivos são capazes de responder a estímulos ambientais, como temperatura, pressão, umidade, luminosidade, substâncias químicas, entre outros.

**Metabolismo:** é o conjunto de reações químicas que ocorrem nos seres vivos promovendo transformações da matéria e energia obtidas do meio em que vivem.

**Organização celular:** todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.

Diversos cientistas colaboraram com a construção do conhecimento sobre a composição dos seres vivos. No século XIX, o fisiologista alemão Theodor Schwann (1810-1882) propôs uma teoria que estabelecia que todos os tecidos vegetais e animais eram formados por células. Ela ficou conhecida por **teoria celular** e passou por diversas modificações com o avanço dos estudos.

Atualmente, essa teoria estabelece que todos os seres vivos são formados por células, e que elas são as unidades básicas estruturais e funcionais dos seres vivos. Isso significa dizer que a célula é a menor unidade que compõe a estrutura de um ser vivo e a menor unidade que desempenha as funções necessárias para sua existência.

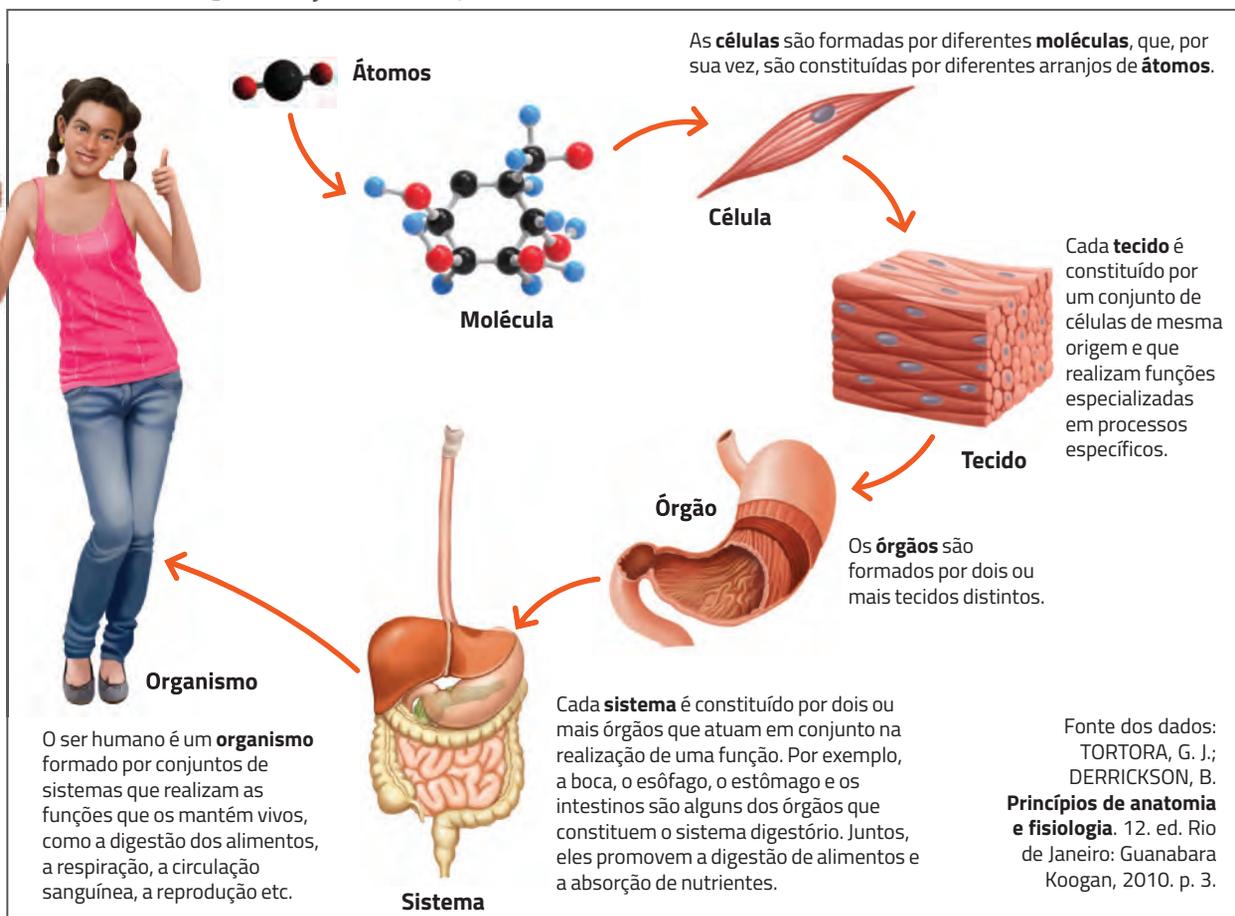
Átomos e moléculas são menores do que uma célula, mas, segundo a teoria celular, não temos vida se não houver célula. Um átomo não é a unidade básica da vida, pois constitui todo tipo de matéria, inclusive de objetos inanimados.

## Níveis de organização biológica

Atualmente, estima-se que a Terra possua de 1 a 6 bilhões de espécies de seres vivos. Mais de 70% dessas espécies apresentam somente uma célula, sendo chamados de **unicelulares**. O restante apresenta mais de uma célula e são chamados de organismos **pluricelulares**.

Nos seres vivos podem-se também perceber níveis de organização diferentes: de átomos até organismo. Como exemplo, veja os níveis de organização do corpo humano.

### » Níveis de organização do corpo humano



JOE NG/DREAMSTIME/GLOW IMAGES ALFRED PASIEKA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/GETTY IMAGES ILUSTRAÇÃO: MAAL ILUSTR

» Representação dos níveis de organização do corpo humano (imagens sem escala; cores-fantasia).

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

**2** Nos níveis de organização do corpo humano existem dois componentes presentes na imagem que são comuns à matéria inanimada. Quais são eles?

**3** Identifique os níveis de organização presentes no texto a seguir. Se necessário, realize uma pesquisa. A diabetes é uma doença causada pela produção insuficiente ou pela perda de sensibilidade das células ao hormônio insulina, produzido no pâncreas, que atua na captação de glicose (açúcar) presente no sangue. No caso, indivíduos diabéticos precisam controlar os níveis sanguíneos de glicose, para que estes não se mantenham muito elevados. Entre as possíveis complicações da diabetes, estão problemas no coração e nos rins.

Não escreva no livro

## Características das células

Nem todas as células possuem material genético, como as hemácias.

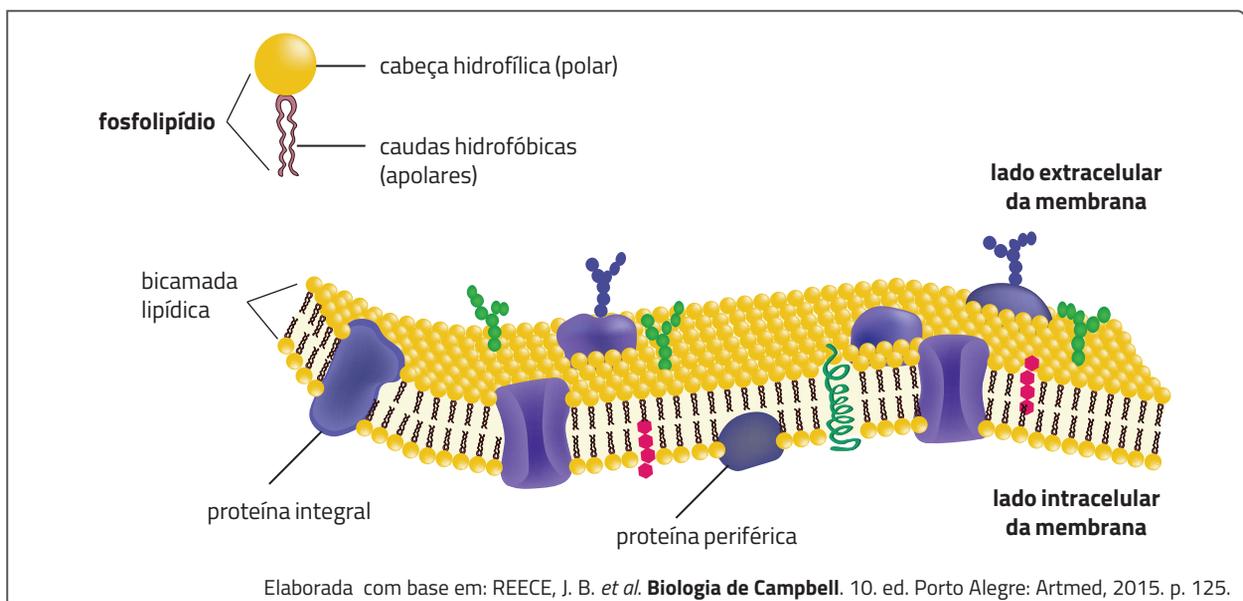
Embora existam diversos tipos de células, a maioria possui algumas características em comum, como a presença de material genético, citoplasma e a membrana plasmática.

O **material genético** armazena informações que se referem ao funcionamento da célula. Ele se apresenta sob a forma de uma molécula de DNA (sigla em inglês para ácido desoxirribonucleico).

O **citoplasma** é preenchido por um fluido rico em água, denominado **citossol**, no qual estão imersas as organelas celulares. Nele, ocorre uma série de reações químicas.

A **membrana plasmática** separa o interior das células do meio extracelular. Por meio dela ocorrem a entrada e a saída de água e de outras substâncias nas células, controle denominado **permeabilidade seletiva**. Outra função desempenhada pela membrana plasmática é o reconhecimento de outras células e de moléculas, por meio, por exemplo, de sinais químicos.

Em 1972, o físico-químico Seymour Jonathan Singer (1924-2017) e o bioquímico Garth Nicolson (1943-), ambos estadunidenses, propuseram que a membrana plasmática é formada por duas camadas de lipídios, nas quais estão presentes proteínas. A maioria desses componentes está em constante movimento, o que lhe confere fluidez. Esse modelo ficou conhecido como **mosaico fluido**.



» Representação esquemática da membrana plasmática de acordo com o modelo do mosaico fluido (imagem sem escala; cores-fantasia).

Os lipídios mais abundantes da membrana são os **fosfolipídios**. Essas moléculas possuem uma região hidrofílica, ou seja, que interage com a água. A parte hidrofóbica, que não interage com a água, está voltada para o interior da dupla camada.

Existem dois tipos de proteínas que podem estar associadas à bicamada lipídica: as **proteínas transmembranais** (ou integrais), que atravessam ambos os lados da bicamada, e as **proteínas periféricas**, que estão ligadas a uma das superfícies da membrana. As proteínas são importantes para a entrada e saída de substâncias nas células, e também para a comunicação entre elas.

## Tipos celulares

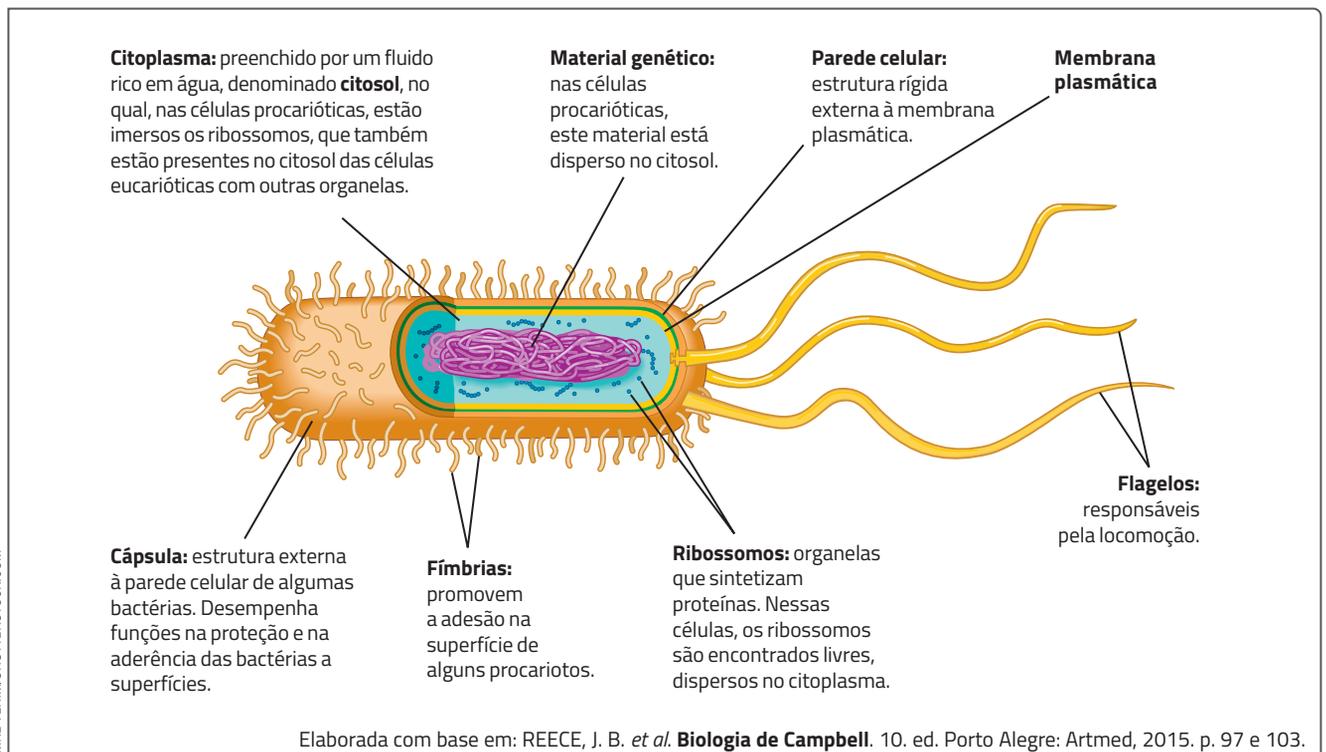
As células podem apresentar diferentes formatos. Contudo, podemos distinguir basicamente dois padrões de tipos de células: células procarióticas e células eucarióticas. É importante ressaltar que o que veremos a seguir são apenas modelos e que, na realidade, a estrutura e os componentes celulares podem variar de uma célula para outra, mesmo que elas pertençam ao mesmo tipo.

### Célula procariótica

Estas células não apresentam núcleo delimitado por membrana nem estruturas membranosas em seu interior. Os seres formados por células procarióticas são denominados **procariontes**, como as bactérias.

#### » Esquema de célula bacteriana

» Representação esquemática de uma célula bacteriana (imagem sem escala; cores-fantasia).



# Célula eucariótica

As células eucarióticas apresentam um núcleo organizado, delimitado por membrana, e estruturas membranosas em seu interior. Os seres formados por células eucarióticas são denominados eucariontes, como os protozoários, as algas, os fungos, os animais e as plantas. Como exemplo, vejamos as principais estruturas e funções de uma célula animal generalizada.

## Núcleo

Apresenta em seu interior o material genético (DNA). Ele é delimitado pelo envoltório nuclear.

## Mitocôndrias

Organelas nas quais ocorrem as etapas finais da respiração celular aeróbica, processo que possibilita a obtenção de energia utilizada pelas células.

## Peroxisomos

Organelas associadas à eliminação de compostos tóxicos.

## Ribossomos

Nas células eucarióticas, são produzidos no núcleo da célula e transportados ao citoplasma (1), onde podem ser encontrados livres (2), ligados à membrana externa do núcleo celular ou à membrana do retículo endoplasmático granular (3).

CO<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>

Glicose

ATP

1

3

2

12

4

11

### Retículo endoplasmático

Rede de túbulos e sacos achatados, cujas membranas são contínuas ao envoltório nuclear. Uma porção do retículo apresenta ribossomos aderidos à sua membrana e é denominada retículo endoplasmático granular. Esta porção está relacionada à síntese e à secreção de proteínas, que após produzidas são armazenadas em vesículas (4). A porção do retículo que não apresenta ribossomos aderidos à membrana é denominada retículo endoplasmático agranular, e está relacionada a diversas atividades, como síntese de lipídios e metabolismo de carboidratos.

### Centríolos

Formam fibras durante a divisão celular, às quais se ligam os cromossomos.

### Citoesqueleto

Rede de filamentos longos e finos de proteínas presente no citoplasma de células eucarióticas. Sustenta e organiza o citoplasma, mantendo a forma da célula e possibilitando o deslocamento de organelas e vesículas em seu interior.

### Membrana plasmática

### Complexo golgiense

Organela que se relaciona ao processo de modificação, de armazenamento, de transporte e de distribuição de proteínas, provenientes do retículo endoplasmático. Para tanto, as vesículas provenientes do retículo se fundem à membrana do complexo golgiense (5) e liberam seu conteúdo em seu interior, onde serão modificadas. Após a modificação das proteínas, elas são empacotadas em vesículas, que podem ser eliminadas da célula (6), permanecer dentro dela (7) ou formar os lisossomos (8).

### Lisossomos

Organelas relacionadas à digestão intracelular de substâncias englobadas pela célula ou de material da própria célula. Na digestão intracelular, as substâncias englobadas são empacotadas em vesículas (9), sobre às quais os lisossomos se fundem (10) e liberam enzimas digestivas (11). As moléculas resultantes da digestão podem ser reaproveitadas pela célula ou ser eliminadas (12).

» Representação esquemática de uma célula eucariótica animal generalizada, com suas principais estruturas (imagem sem escala; cores-fantasia).

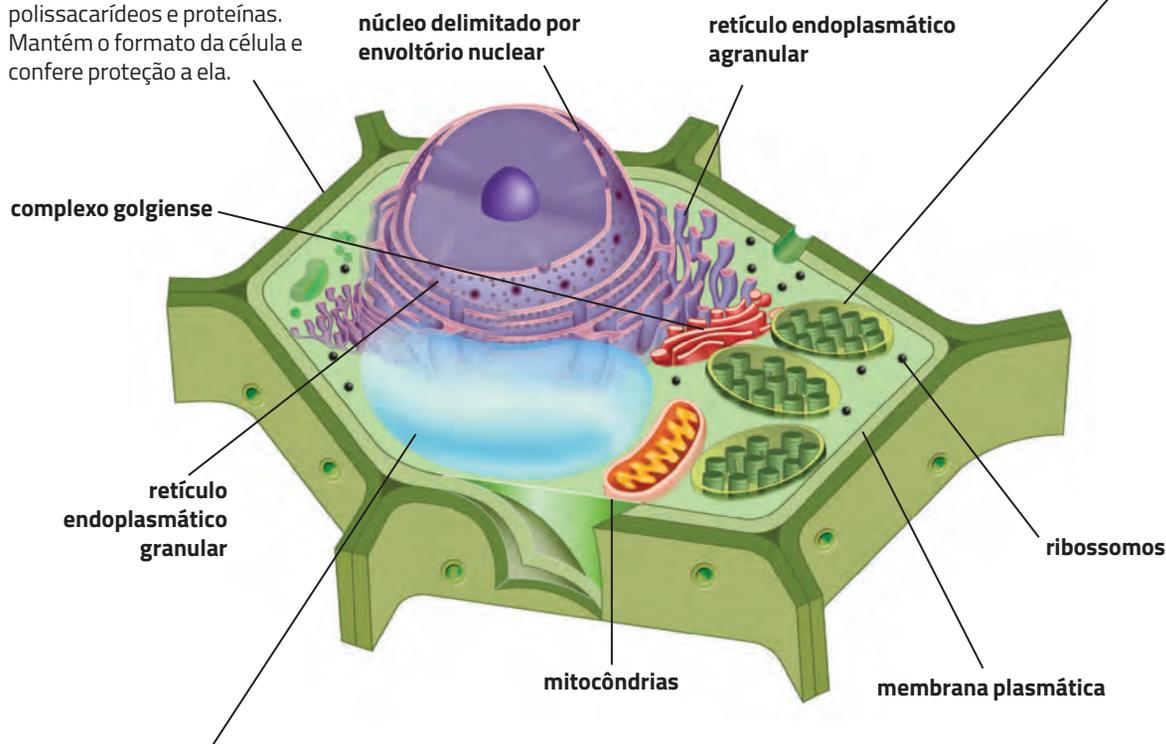
As células vegetais apresentam muitas estruturas similares às células animais. Contudo, comparativamente, apresentam estruturas exclusivas, como os plastos e a parede celular.

A seguir, vejamos as principais estruturas e suas funções em uma célula vegetal generalizada.

### » Representação genérica de célula vegetal

**Parede celular:** estrutura externa à membrana plasmática, constituída por celulose, outros polissacarídeos e proteínas. Mantém o formato da célula e confere proteção a ela.

**Plastos:** constituem um grupo de organelas específico das células vegetais. Existem dois grandes grupos: os cromoplastos, que sintetizam e armazenam pigmentos; e os leucoplastos, que sintetizam e armazenam outras substâncias, como grãos de amido, proteína e óleos (sendo, portanto, desprovidos de pigmentos). Os cloroplastos pertencem ao grupo dos cromoplastos, pois sintetizam e armazenam o pigmento clorofila. Os cloroplastos são as organelas relacionadas à fotossíntese.



**Vacúolos:** cavidades celulares envoltas por membrana e preenchidas por líquido. Os vacúolos ocupam grande parte do volume celular e estão associados, por exemplo, ao controle do volume de água no interior da célula, ao acúmulo de nutrientes e metabólitos e ao depósito de pigmentos e toxinas.

**Peroxissomos:** em células vegetais, alguns peroxissomos especializados realizam a síntese de glicose na semente, utilizada como fonte de energia para a plântula que irá se desenvolver.

Elaborada com base em: REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p.101.

SELMA CAPARROZ

» Representação esquemática de uma célula eucariótica vegetal generalizada (imagem sem escala; cores-fantasia).

### Espaços de aprendizagem

Que tal interagir com uma célula em 3D? Para isso, acesse o [link](#) a seguir.

PROJETO CÉLULA INTERATIVA 3D. Disponível em: <http://3d.cl3ver.com/OMKDN>. Acesso em: 18 jun. 2020.

## Visualizando células

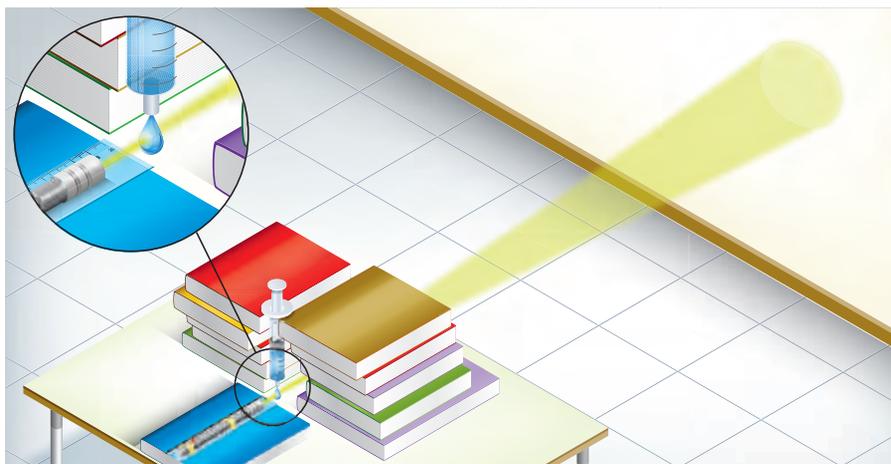
A maior parte das células possui dimensões em escalas microscópicas, não podendo ser vistas a olho nu. Para visualizá-las, são necessárias lentes capazes de realizar a ampliação da imagem observada, como as utilizadas em microscópios. Uma gota de água também pode atuar como uma lente de aumento. Mas, será que seu poder de ampliação é suficiente para permitir a visualização de células?

### » Materiais

- seringa com 5 ml de água coletada do ambiente;
- ponteira *laser* de, no máximo, 5 miliwatts;
- alguns livros;
- régua;
- dois elásticos;
- sala com pouca iluminação.

### » Procedimentos

- Sobre uma mesa, posicione a seringa com a água coletada verticalmente entre duas pilhas de livros, de modo que sua abertura fique apontada para baixo, em direção à mesa. Mantenha essa estrutura a 1 metro de distância de uma parede de cor clara.
- Aperte o êmbolo da seringa suavemente, até que se forme uma gota em sua ponta. A gota deve ficar suspensa pela abertura da seringa.
- Com os prendedores elásticos, prenda o *laser* à régua, coloque-a apoiada sobre um livro e a posicione a aproximadamente 3 centímetros de distância da gota de água.
- Apague a luz da sala, posicione os elásticos de maneira que mantenham pressionado o botão de ligar do *laser*, e regule sua posição de maneira que seu feixe de luz incida sobre a gota suspensa pela seringa, formando uma imagem na parede posicionada a aproximadamente 2 metros da seringa. Observe o que ocorre e anote os resultados em seu caderno.



! Utilize luvas para coletar e manipular a água. Cuidado ao manusear o *laser*: nunca apontá-lo na direção dos olhos.

ALEX ARGOZINO

Não escreva no livro

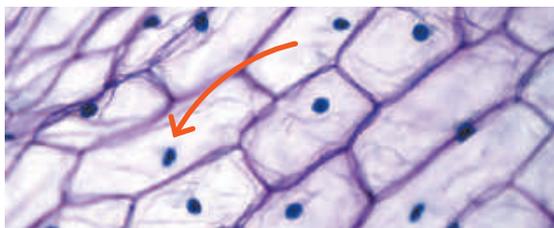
1. A partir dos resultados obtidos, responda ao questionamento inicial e justifique sua resposta.
2. Como você poderia tornar esta gota de água uma substância pura composta? Neste caso, a atividade funcionaria?
3. Esta atividade prática permite concluir que existe vida em todos os ambientes aquáticos do planeta? Justifique sua resposta.
4. Forme um grupo com seus colegas. Cada um de vocês deve elaborar dois questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a assuntos relacionados.

1. Leia o texto a seguir.

Em 1951, a estadunidense Henrietta Lacks (1920-1951) apresentou um tumor no colo de seu útero. Como de costume para a época, os médicos coletaram amostras de tecido desse tumor sem a permissão (ou consentimento) de Henrietta. Ela faleceu no mesmo ano e descobriu-se que as células coletadas de seu tumor podiam ser multiplicadas infinitamente. Essas células foram denominadas células He-La em homenagem à Henrietta e são cultivadas até os dias de hoje, sendo utilizadas em pesquisas científicas ao redor do mundo.

Todas as pesquisas científicas devem seguir determinações éticas regulamentadas por uma série de documentos. No caso dos seres humanos, uma delas é que a pesquisa deve ter o consentimento voluntário do participante. Ou seja, o paciente deve manifestar-se favorável à pesquisa de modo voluntário. Isso já era determinado pelo primeiro documento criado relacionado à ética em pesquisa, o Código de Nuremberg, em 1947. Embora a importância das células He-La para os avanços da ciência seja inegável, sua coleta, seu uso em pesquisas e sua comercialização se deram sem o consentimento em vida de Henrietta. Até hoje seus familiares buscam por seus direitos na justiça. Forme um grupo com seus colegas e debatam a respeito do uso das células He-La em pesquisas científicas.

2. Uma professora de Ciências da Natureza retirou uma pequena película de uma cebola, corou a amostra e a visualizou em um microscópio óptico. A imagem obtida é apresentada a seguir.



PETER HERMES FURIAN/SHUTTERSTOCK.COM

» Células de epiderme de cebola em microscópio óptico (imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 8 vezes; colorida artificialmente).

Considerando a imagem apresentada, responda:

a) O corante utilizado pela professora cora em azul as moléculas que armazenam informações sobre as características das células da cebola. Com base nessa informação, responda: que molécula foi corada e que estrutura da célula está sendo apontada pela seta? Justifique sua resposta.

b) Mesmo sem ser possível identificar na imagem, as células da cebola possuem organelas que não estão presentes na célula He-La. Quais são essas organelas?

3. Um estudo demonstrou que a exposição à fumaça das queimadas na Floresta Amazônica pode ocasionar danos ao material genético e morte das células pulmonares.

[...]

Os pesquisadores coletaram amostras do material emitido na atmosfera pelas queimadas na região próxima a Porto Velho, uma das áreas mais atingidas pelos incêndios na Amazônia. Nessa fumaça, existe o material particulado, que é formado por uma mistura de compostos químicos. O médico patologista Paulo Saldiva [...] explica que, quanto menor a partícula, mais ela consegue penetrar profundamente no sistema respiratório [...] e ter contato com a corrente sanguínea.

A exposição ao material particulado é considerada uma das principais causas de câncer de pulmão [...].

[...]

QUEIMADAS na Amazônia podem causar danos pulmonares.

Jornal da USP, 8 set. 2017. Disponível em:

<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/queimadas-na-amazonia-podem-causar-danos-pulmonares/>.

Acesso em: 19 jun. 2020.

Considerando as informações do texto e seus conhecimentos, responda:

- a) O que foi investigado pelo estudo?
- b) Qual o resultado encontrado pelo estudo?
- c) Elabore um título para o estudo reportado.
- d) Qual sistema que constitui o corpo humano é mencionado no texto?

1. Observe a imagem a seguir.

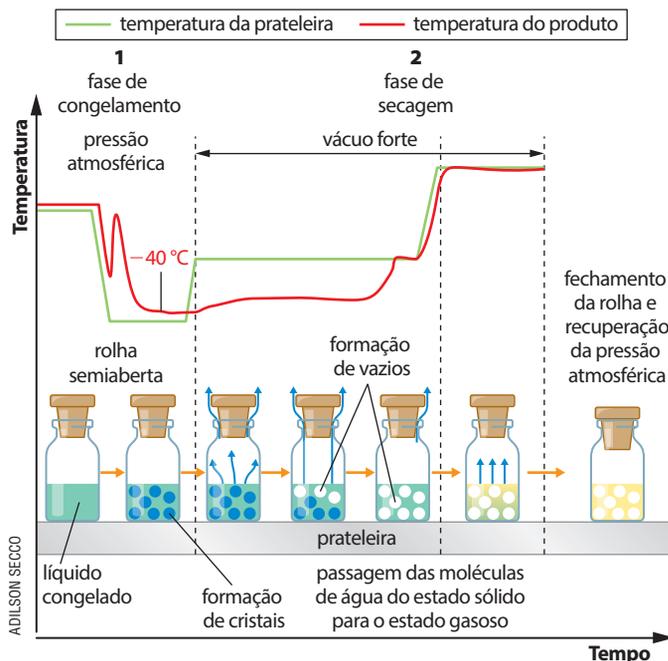


CESAR DINIZ/PULSAR IMAGES

» Parque eólico de Gargaú, (São Francisco de Itabapoana, RJ, 2011).

Com base na cena retratada na imagem e em seus conhecimentos sobre os conceitos relacionados a ela, responda ao que se pede.

- Descreva as transformações e conservações de matéria e energia que podem estar presentes nessa cena, com base na previsão das interações que podem ocorrer entre os constituintes vivos e não vivos.
  - A cena apresenta um processo produtivo. Que processo é esse?
  - É possível dizer que o processo de produção que você descreveu no item anterior possui um uso consciente de recursos naturais de maneira a ser sustentável e preservar o ambiente? Justifique sua resposta. Se necessário, realize uma pesquisa sobre o assunto.
2. Na produção de algumas vacinas, medicamentos e alimentos existe um processo denominado liofilização. Esse é um processo constituído de basicamente duas etapas, que ocorrem dentro de um aparelho chamado liofilizador. A primeira etapa (1) consiste no congelamento da mistura. A segunda etapa (2) ocorre em situação próxima ao vácuo, na qual acontece a passagem da água da mistura do estado sólido diretamente para o estado gasoso, até que reste de 1% a 2% de água. Ao final do processo, os frascos são fechados com rolhas de borracha, impedindo a entrada de umidade.

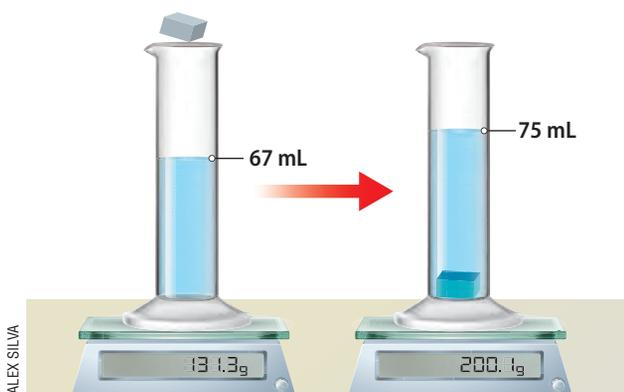


Elaborada com base em: KAWASAKI, H.; SHIMANOUCHI T.; KIMURA, Y. Recent development of optimization of lyophilization process. **Hindawi – Journal of Chemistry**, 5 maio 2019. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2019/9502856/>. Acesso em: 22 jun. 2020.

Com base nas informações apresentadas, faça o que se propõe a seguir.

- Quais mudanças de estado físico estão ocorrendo na etapa 1, e na etapa 2 do processo apresentado?
- Para que a água da mistura passe do estado sólido diretamente para o estado gasoso, ocorre fornecimento gradativo de calor ao produto. Segundo o gráfico, em qual etapa isso ocorre?
- A água é de extrema importância em diversos processos produtivos. Normalmente, para evitar contaminações ou desvios nos testes químicos, físicos e biológicos dos produtos, a água utilizada passa por diferentes processos, tornando-se isenta de outras substâncias. Assim, a água em processos de produção é uma substância pura simples. Cite e explique um processo de separação de misturas que pode ser utilizado para obter a água com as características citadas na alternativa anterior.
- Faça uma pesquisa e monte um relatório que responda aos questionamentos a seguir.
  - Qual a diferença entre um produto liofilizado e um produto desidratado?
  - Quais as vantagens e desvantagens da liofilização?
  - Cite alguns produtos que são liofilizados.

3. Observe a imagem a seguir e, na sequência, explique o que é pedido.



- a) A propriedade da matéria que podemos determinar com o procedimento representado na imagem.  
b) As unidades de grandezas que foram necessárias para essa determinação.  
c) As técnicas e materiais necessários para determinação dos dados do item b.

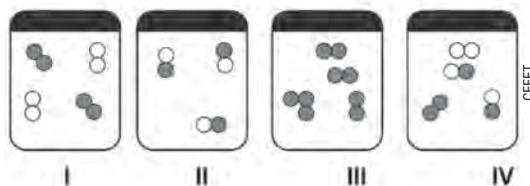
4. Leia a manchete a seguir.

### Alimentos que farão seu corpo ter mais energia

É comum ouvirmos ou lermos reportagens que abordem assuntos como os dessa manchete. A respeito do assunto, responda:

- a) Apesar de compreendermos a mensagem passada pela manchete, é possível dizer que ela está cientificamente correta? Justifique sua resposta.  
b) Com suas palavras, reformule a manchete se houver necessidade de adequação quanto aos conceitos científicos envolvidos. Na manchete que irá produzir use, ao menos, duas das seguintes palavras: matéria, energia, vida.  
c) Descreva os níveis de organização biológica em ordem de escala macroscópica para microscópica a partir do termo destacado no texto.  
d) Algumas reportagens trazem listas de alimentos que, quando ingeridos, podem curar doenças ou auxiliar no emagrecimento rápido. Muitas delas não possuem nenhum embasamento científico, e podem ser chamadas de *fake news*. Forme um grupo com seus colegas e pesquisem na internet dois textos sobre o mesmo assunto. Um deve ser uma *fake news* e outro de fonte confiável, embasado cientificamente. Compare os textos e conversem sobre a importância de critérios na busca de informações.

5. (Cefet-MG) As figuras abaixo constituem os sistemas fechados, nos quais as bolinhas representam átomos.



Considerando-se as ilustrações, as misturas são representadas por:

- a) I e II. Alternativa c.  
b) III e IV. c) I, III e IV.  
d) II, III e IV. d) II, III e IV.

6. (UEPB - Adaptado) O princípio da conservação da energia constitui uma das grandes generalizações científicas elaboradas no século XIX. A partir dele, todas as atividades humanas passaram a ter um “denominador comum” – a energia.

Com base na compreensão desse princípio, relacione os objetos ou fenômenos numerados de 1 a 5, com as transformações de energia correspondentes, abaixo deles.

- (1) No movimento de uma pessoa que escorrega num tobogã.
  - (2) Um secador de cabelos possui um ventilador que gira e um resistor que se aquece quando o aparelho é ligado à rede elétrica.
  - (3) Um automóvel em que a bateria constitui a fonte de energia para ligar o motor de arranque, acender os faróis e tocar a buzina etc.
  - (4) Na usina hidroelétrica, onde a queda-d’água armazenada em uma represa passa pela tubulação fazendo girar uma turbina e seu movimento de rotação é transmitido a um gerador de eletricidade.
  - (5) Na usina térmica, onde a queima do carvão ou petróleo (óleo combustível) provoca a vaporização da água contida em uma caldeira. Esse vapor, em alta pressão, faz girar uma turbina e essa rotação é transmitida ao gerador de eletricidade.
- A energia elétrica transforma-se em energia de movimento (cinética) e térmica.  
 A energia potencial transforma-se em energia cinética e térmica.  
 A energia potencial de interação gravitacional transforma-se em energia cinética, que se transforma em elétrica.  
 A energia potencial química transforma-se em energia de movimento (ou cinética) em luminosa e em sonora.  
 A energia potencial química transforma-se em energia térmica, que se transforma em cinética e, por sua vez, transforma-se em elétrica.

7. (Enem)

**MOCHILA GERADORA DE ENERGIA** O sobe-e-desce dos quadris faz a mochila gerar eletricidade

- A mochila tem uma estrutura rígida semelhante à usada por alpinistas.
- O compartimento de carga é suspenso por molas colocadas na vertical.
- Durante a caminhada, os quadris sobem e descem em média cinco centímetros. A energia produzida pelo vai-e-vem do compartimento de peso faz girar um motor conectado ao gerador de eletricidade.

Istoé, n.º 1.864, set./2005, p. 69 (com adaptações).

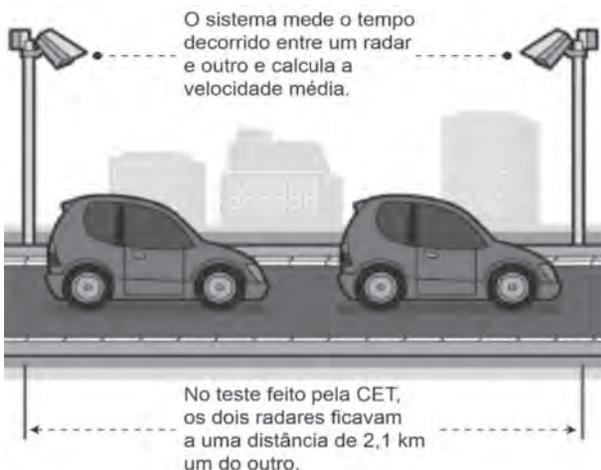
Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas:



As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como

a) cinética e elétrica.                      d) sonora e térmica.  
 b) térmica e cinética.                      e) radiante e elétrica.  
 c) térmica e elétrica.                      **Alternativa a.**

8. (Enem) A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo testou em 2013 novos radares que permitem o cálculo da velocidade média desenvolvida por um veículo em um trecho da via.



As medições de velocidade deixariam de ocorrer de maneira instantânea, ao se passar pelo radar, e seriam feitas a partir da velocidade média no trecho, considerando o tempo gasto no percurso entre um radar e outro. Sabe-se que a velocidade média é calculada como sendo a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la.

O teste realizado mostrou que o tempo que permite uma condução segura de deslocamento no percurso entre os dois radares deveria ser de, no mínimo, 1 minuto e 24 segundos. Com isso, a CET precisa instalar uma placa antes do primeiro radar informando a velocidade média máxima permitida nesse trecho da via. O valor a ser exibido na placa deve ser o maior possível, entre os que atendem às condições de condução segura observadas.

Disponível em: [www.1.folha.uol.com.br/](http://www.1.folha.uol.com.br/). Acesso em: 11 jan. 2014.

A placa de sinalização que informa a velocidade que atende a essas condições é

a)      c)      e)

b)      d)      **Alternativa c.**

9. (Udesc-SC) Assinale a alternativa que faz a relação correta entre a organela celular e a sua função.
- a) Mitocôndria – Respiração celular **Alternativa a.**  
 b) Lisossomos – Permeabilidade seletiva  
 c) Vacúolo – Armazenamento de DNA  
 d) Complexo golgiense – Síntese de proteínas  
 e) Cloroplastos – Transporte de aminoácidos
10. (UECE) Um professor queria explicar a estrutura de células procarióticas e eucarióticas animal e vegetal, mas não dispunha de microscópio. Como alternativa, confeccionou, juntamente com seus alunos, modelos didáticos representativos desses três tipos celulares. O modelo que representa uma célula animal é aquele que possui as seguintes estruturas: **Alternativa b.**
- a) membrana plasmática, parede celular, DNA, citoplasma, flagelo.  
 b) centríolo, mitocôndria, peroxissomo, DNA, retículo endoplasmático.  
 c) núcleo, mitocôndria, peroxissomo, parede celular, retículo endoplasmático.  
 d) nucléolo, cloroplasto, vacúolo, peroxissomo, plasmodesma.

## Escalas microscópicas

Algumas estruturas possuem escalas microscópicas, como a maior parte das células, ou submicroscópicas, como os átomos e as moléculas. Para representar numericamente os tamanhos dessas estruturas, seriam necessários muitos algarismos caso utilizássemos o sistema métrico convencional. Por exemplo, a bactéria da espécie *Mycoplasma pneumoniae*, uma das bactérias causadoras de pneumonia, apresenta cerca de 0,0000002 m de comprimento.

Para facilitar a leitura de números com muitos algarismos, podemos expressar seu valor utilizando a notação em potências de base 10, também denominada **notação científica**.

Um valor numérico está expresso em notação científica quando representado por:

$$a \cdot 10^n$$

Em que  $1 \leq a < 10$ , e  $n$  é um número inteiro.

Para o exemplo citado, o valor de 0,0000002 m pode ser expresso por  $2 \cdot 10^{-7}$  m, pois:

$$0,0000002 \text{ m} = \frac{2}{10\,000\,000} \text{ m} = 2 \cdot \frac{1}{10\,000\,000} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

» Bactéria *Mycoplasma pneumoniae* (imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 340 000 vezes; colorida artificialmente).

Outra possibilidade de representar o tamanho de estruturas muito pequenas é com o uso das unidades de medida que compõem a escala microscópica, que são algumas subdivisões da unidade metro (m). Vejamos quais são elas no quadro a seguir.

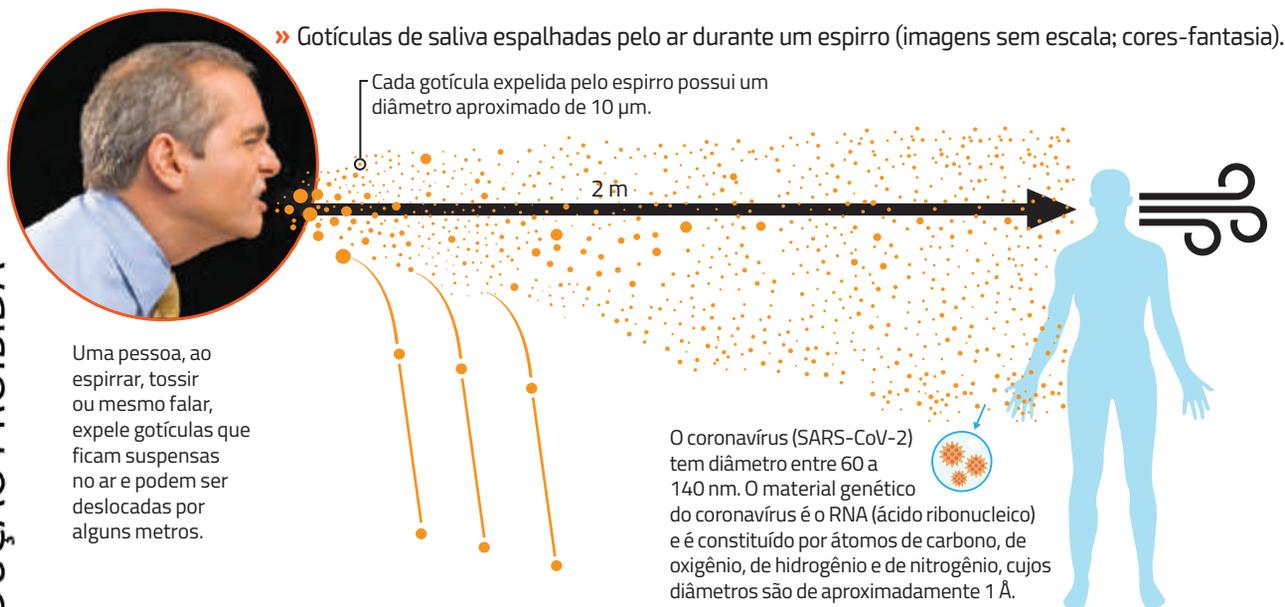
Escalas macroscópicas	
Unidade de medida	Equivalência em metro (m)
metro (m)	$10^0$ m
milímetro (mm)	$10^{-3}$ m
Escalas microscópicas	
Unidade de medida	Equivalência em metro (m)
micrômetro ( $\mu\text{m}$ )	$10^{-6}$ m
nanômetro (nm)	$10^{-9}$ m
ângstrom (Å)	$10^{-10}$ m

Assim, o tamanho da bactéria *Mycoplasma pneumoniae* pode ser representado por 0,2  $\mu\text{m}$ , pois:

$$0,0000002 \text{ m} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,2 \mu\text{m}$$

Veja, na situação a seguir, um exemplo de representação das escalas microscópicas.

Considere que uma pessoa esteja contaminada pelo coronavírus (SARS-CoV-2). Segundo estudos realizados em 2020, uma das principais formas de propagação e infecção desse vírus é por meio de gotículas de saliva, oriundas da fala, do espirro ou da tosse. Quando a pessoa infectada espirra sem proteger o nariz, inúmeras gotículas de muco são expelidas no ambiente. Os vírus presentes nas gotículas podem sobreviver no ar ou sobre superfícies por algumas horas, ou até mesmo por alguns dias. Ao entrar em contato diretamente com as gotículas, ou tocar a superfície atingida e levar as mãos aos olhos, boca ou nariz, uma pessoa pode contrair a doença, pois as mucosas desses órgãos são consideradas portas de entrada para o vírus.



FOTOMONTAGEM A PARTIR DE: JOHN M. LUND PHOTOGRAPHY INC/GETTY IMAGES; MASKY/SHUTTERSTOCK.COM

Fonte dos dados: MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 854. CASCELLA, M. *et al.* **Features, evaluation and treatment coronavirus (covid-19)**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Para minimizar a propagação do vírus, e de qualquer outro agente infeccioso, uma das formas é proteger o nariz ao espirrar ou tossir, o que pode ser feito com o uso de máscaras adequadas e lenços, ou ainda, direcionar o ar expelido aos cotovelos e ombros. Lavar as mãos é outra medida eficaz para reduzir o risco de contaminações.

### Atividades

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

Não escreva no livro

1. Cite as unidades de medida mencionadas no texto a respeito da situação cotidiana descrita e indique sua equivalência em metros.
2. Escreva em notação científica os valores numéricos do diâmetro de uma gotícula de muco, do diâmetro do coronavírus (SARS-CoV-2) e do diâmetro do átomo de carbono.
3. Compare o tamanho da bactéria *Mycoplasma pneumoniae* e o diâmetro de uma gotícula de muco e indique o quanto um deles é maior do que o outro.
4. A doença causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2) é chamada de Covid-19. Forme um grupo com

seus colegas e realizem uma pesquisa sobre ações que podem ser adotadas para evitar e prevenir doenças respiratórias como esta. Produzam panfletos informativos com os resultados obtidos e os distribuam pela comunidade.

5. Com o mesmo grupo, faça um debate de como uma pandemia, como a de Covid-19, pode afetar a vida da sociedade, citando questões econômicas, de saúde, de segurança. Conte sua experiência durante essa pandemia e o que é possível fazer para tentar evitar, ou amenizar, os efeitos de outras possíveis pandemias.

## Estudando a matéria

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

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

**Competências gerais**  
3, 5, 7 e 10.

**Competências da Natureza e das Tecnologias**

**Competências específicas:** 1 e 3

**Habilidades:** EM13CNT104, EM13CNT303 e EM13CNT304.

As rochas, o ar, a água, os seres vivos - tudo que existe na Terra - é formado por substâncias ou compostos resultantes de ligações entre os átomos. Estas ligações podem gerar diversos tipos de interações, e formar uma diversidade de materiais presentes naturalmente nos ambientes e nos seres vivos.

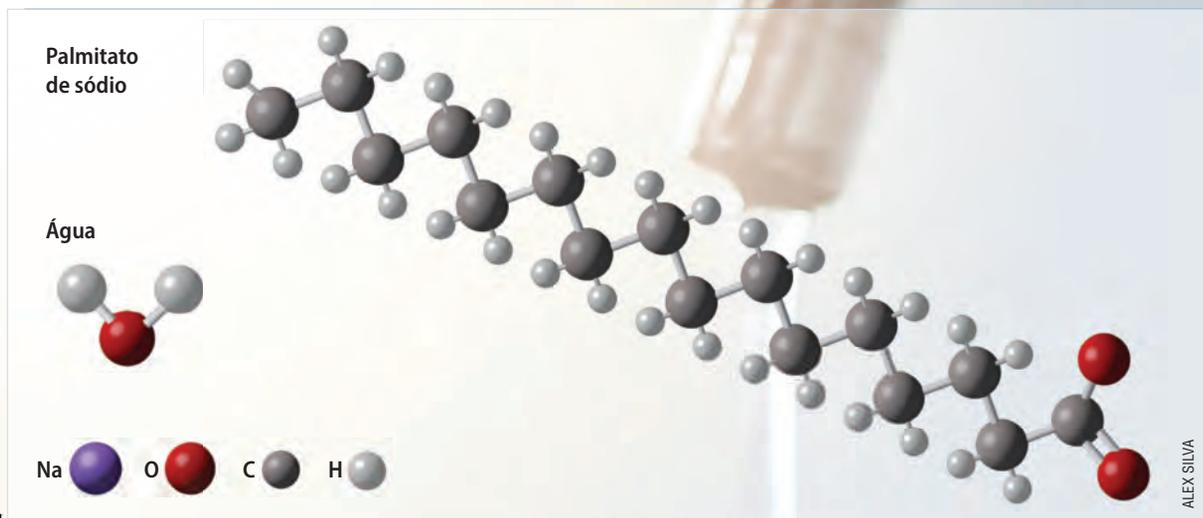
A partir do conhecimento sobre estas interações químicas, é possível presumir o comportamento de uma substância e até mesmo a manipular para o desenvolvimento de produtos, por exemplo, uma tinta à base de óleo que seja utilizada em pinturas externas, a produção de um sabão ou de um metal leve e resistente.

Nesta unidade estudaremos os elementos químicos, as moléculas e algumas das características que diferenciam suas propriedades químicas e físicas. Perceberemos que estudar a matéria é, também, tentar compreender um pouco sobre a constituição, as propriedades e os comportamentos das substâncias e materiais que estão presentes ao nosso redor.

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

Não escreva no livro

1. O que é uma molécula?
2. Cite dois elementos químicos que estão presentes nas moléculas ilustradas.
3. Que elemento químico é representado pela letra O? É o que significa a representação O<sub>2</sub>?
4. O conhecimento sobre a matéria é aplicado em diversas situações do nosso cotidiano. Pensando no seu próprio dia a dia, quando um conhecimento sobre as propriedades da matéria lhe foi útil?



» Palmitato de sódio, molécula presente no sabão. (Imagens fora de escala e cores fantasia.)

Observe a sequência de imagens.

ALEX SILVA



Modelos de árvores.

As imagens acima representam diferentes modelos de uma árvore, entretanto nenhuma é real. A primeira definição da palavra “modelo” que aparece no dicionário se trata de um “objeto que se destina a ser reproduzido por imitação”. Na Ciência, os modelos são interpretações de objetos ou fenômenos reais que facilitam a apropriação e a construção de saberes científicos. Eles remetem a uma reflexão baseada na hipótese e na dedução para compreender os fenômenos científicos, isto é, são uma espécie de ponte entre a teoria e a realidade.

Um exemplo são os modelos atômicos. Apesar de toda tecnologia existente, ainda é muito difícil observar átomos com precisão, mesmo com o auxílio dos equipamentos mais modernos. Assim, os cientistas dispõem de representações dos átomos, os chamados **modelos atômicos**.

Diferentes modelos foram concebidos durante a história, por meio de, por exemplo, debates, observações e experimentações. A evolução destes modelos está diretamente ligada à implementação e ao desenvolvimento de novas tecnologias, que permitem que a comunidade científica atualize continuamente os modelos utilizados.

- 1 Todas as imagens levam a entender qual o objeto está sendo representado. Entretanto, qual a relação que se pode fazer entre estes modelos e o objeto que representam?

- 2 Com base na resposta que deu ao item anterior, qual a importância de um modelo para a Ciência?

Não escreva no livro

# Modelos atômicos

OMELCHENKO/SHUTTERSTOCK.COM

→ 624-547 a.C. |

O filósofo grego Tales de Mileto (624-547 a.C.) acreditava que a água seria o constituinte básico de tudo o que existe na Terra, por ser uma das substâncias mais facilmente observadas em diferentes estados físicos na natureza.

→ 480-370 a.C. |

Os filósofos gregos Leucipo (cerca de 480-420 a.C.) e Demócrito (cerca de 460-370 a.C.) sugeriram que a matéria era formada por átomos, que são substâncias sólidas, com forma e número definido, e, na maioria, impossíveis de serem vistos a olho nu.

← 1803-1807

Durante seu estudo com gases, o cientista inglês John Dalton (1766-1844), retomou o termo átomo e formulou alguns fundamentos, que podemos interpretar da seguinte forma:

- a matéria é formada por átomos, partículas maciças e indivisíveis;
- átomos iguais têm mesma massa e mesmas propriedades, enquanto que átomos diferentes possuem massas e propriedades diferentes entre si;
- durante as reações químicas, a quantidade de átomos permanece inalterada, ou seja, eles se recombina para formar novas substâncias;
- as proporções em que os átomos se encontram nas substâncias torna cada uma diferente da outra.



ADILSON SECCO

» Representação baseada no modelo de átomo de Dalton. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

← 384-322 a.C.

Aristóteles afirmava que a terra, a água, o ar e o fogo formavam os seres do mundo terrestre, enquanto o elemento éter formava os corpos celestes.

→ 1897 |

Outro cientista inglês, o físico Joseph John Thomson (1856-1940), demonstrou que o átomo continha partículas bem menores, que eram carregadas negativamente, a qual denominou corpúsculos. Hoje, tais partículas atendem pelo nome de **elétrons** ( $e^-$ ). Essa demonstração só foi possível graças ao trabalho prévio de outros cientistas, como o físico inglês William Crookes (1832-1919), famoso por seus estudos sobre a condutividade elétrica em gases sob baixa pressão.

→ 1904 |

Thomson propõe um novo modelo de átomo, em que os corpúsculos se encontram no interior de uma esfera de carga positiva uniforme, organizados em uma série de anéis paralelos. Cada anel possui uma quantidade distinta de corpúsculos, de modo que aqueles com maior quantidade se encontram próximos à superfície da esfera e aqueles com menor quantidade se encontram próximos ao centro.

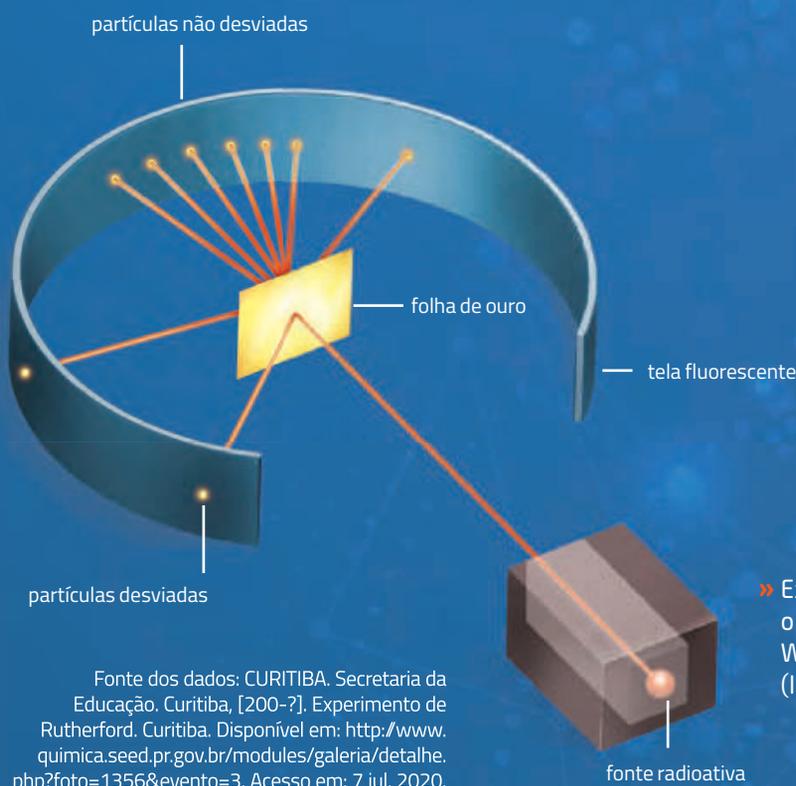


» Grupo de pesquisa de J. J. Thomson, que está sentado ao centro, de braços cruzados. Laboratório de Cavendish, Cambridge, Inglaterra (1898).

UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UIG/  
BRIDGEMAN IMAGES/FOTOARENA

Neste período a radioatividade estava sendo estudada, e o modelo de Thomson não satisfazia explicações sobre este fenômeno. O físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), ex-aluno de Thomson - o 4º na fileira central da imagem anterior - propõe um novo modelo atômico, que tem certa semelhança com a estrutura do Sistema Solar. Esse modelo foi elaborado a partir de um experimento feito por Johannes Hans Wilhelm Geiger (1882-1945) e Ernest Marsden (1889-1970), colaboradores de Rutherford.

Eles colocaram uma amostra de um material radioativo, o polônio, no interior de uma caixa de chumbo com somente uma abertura. Já se sabia que este material emitia partículas de carga positiva, chamadas de partículas alfa. Um feixe de partículas alfa saiu pela abertura da caixa de chumbo e foi direcionado sobre uma finíssima lâmina de ouro. Atrás da placa havia um anteparo fluorescente de sulfeto de zinco (ZnS), que permitia observar a incidência e o caminho percorrido pelas partículas alfa.



Fonte dos dados: CURITIBA. Secretaria da Educação. Curitiba, [200-?]. Experimento de Rutherford. Curitiba. Disponível em: <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1356&evento=3>. Acesso em: 7 jul. 2020.

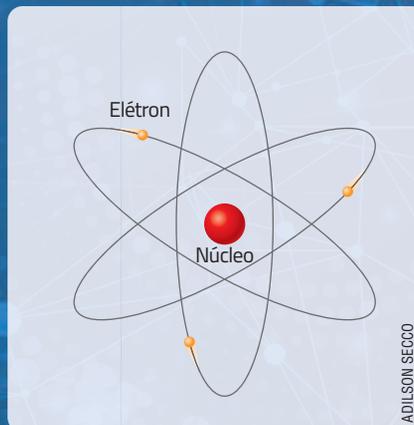
Rutherford e colaboradores fizeram seu experimento há mais de 100 anos. Como o experimento é realizado nos dias atuais?

O resultado é o mesmo? Acesse o *link*, confira e lembre-se de ativar as legendas em português caso necessário.

RUTHERFORD gold foil experiment. 2011. Vídeo (4min5s). Publicado pelo canal BackstageScience. Disponível em: <https://youtu.be/XBqHkraf8IE>. Acesso em: 26 mar. 2020.

» Experimento de Rutherford, realizado com o auxílio dos colaboradores Johannes Hans Wilhelm Geiger e Ernest Marsden. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

O objetivo era observar se as partículas iriam sofrer algum desvio ao passarem pelos átomos da lâmina de ouro ou continuariam em linha reta. Como resultado do experimento, eles observaram que uma pequena parcela das partículas se desviou e a maior parte passou. Como muitas passaram Rutherford percebeu que o átomo era constituído por um grande vazio onde estariam os elétrons e essa região foi chamada de **eletrosfera**. Aquela pequena porção que voltou ou se desviou encontrou pequenos obstáculos em sua trajetória, no caso, um **núcleo** de carga positiva que se chocava com as partículas alfa também positivas.



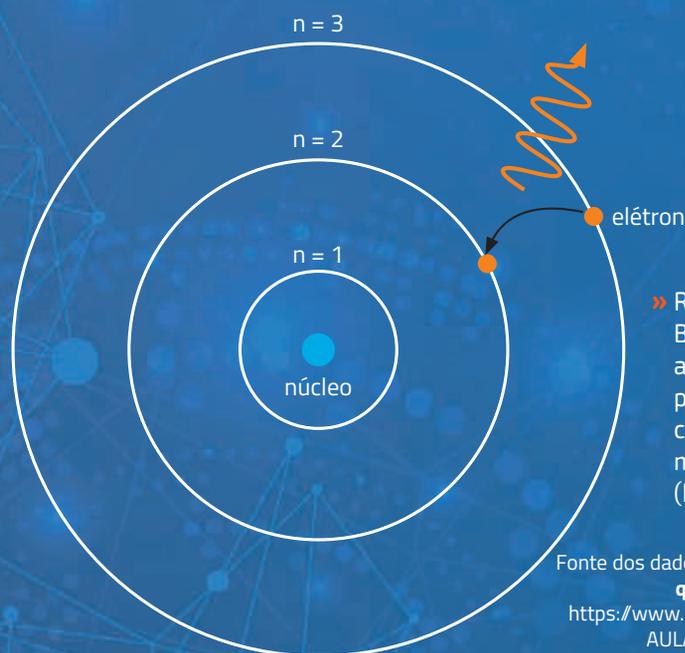
» Modelo atômico de Rutherford. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

→ 1913 |

O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), ex-aluno de Rutherford, propõe outro modelo atômico com uma nova organização dos elétrons na eletrosfera do átomo, que, segundo ele, pode ter até 7 camadas ( $n$ ). Em seu modelo, as camadas têm nível de energia crescente, sendo que a camada mais próxima do núcleo (K, primeira camada) é a de menor energia e a última, Q, a mais afastada, a de maior energia.

Além disso, ele introduziu o conceito de saltos quânticos, que são transições dos elétrons de uma camada para outra. Cada camada possui um nível de energia característico, e os elétrons só podem ocupá-la caso tenham tal energia. Assim, o salto quântico ocorre quando os elétrons recebem energia suficiente para sair do estado fundamental, que é o estado de menor energia possível, e ocupar uma camada mais energética.

Quando os elétrons retornam a uma camada menos energética, há liberação de energia na forma de onda eletromagnética. Dependendo do comprimento desta onda, é possível enxergar diferentes cores do espectro luminoso das cores visíveis, fenômeno que pode ser visualizado com a queima de fogos de artifício, por exemplo.



» Representação do modelo atômico de Bohr para um átomo genérico. Note a liberação de energia ocasionada por uma transição eletrônica de uma camada mais energética para uma menos energética.  
(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte dos dados: MODELO Atômico de Bohr. **Laboratório de química – QUI126. UFJF**, 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/quimica/files/2015/06/2018-QUI126-AULA-5-MODELO-AT%3%94MICO-DE-BOHR.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2020.

→ 1919-20 |

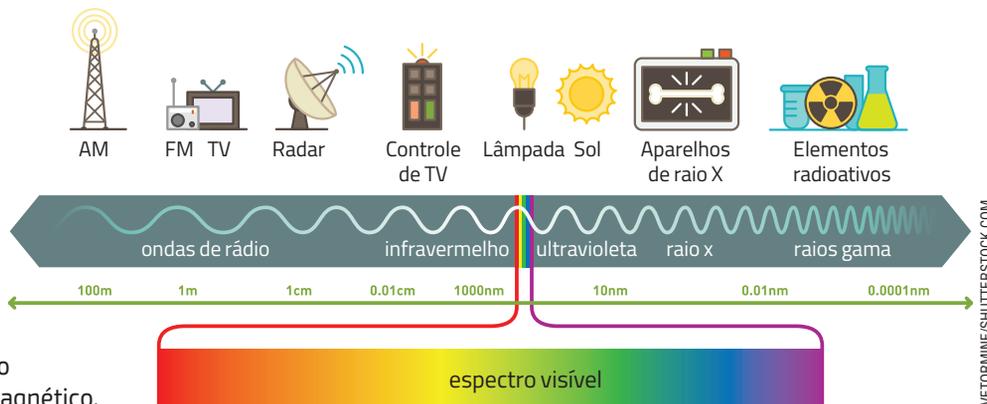
Em conjunto com seu ex-aluno, o físico inglês James Chadwick (1891-1974), e outros colaboradores, Rutherford estuda o núcleo atômico e descobre a existência de uma subpartícula, nomeando-a **próton**.

→ 1932 |

Chadwick descobre outra partícula no núcleo, de massa praticamente igual ao próton, mas de carga neutra - o **nêutron**. Esta partícula é fundamental para a manutenção do núcleo do átomo, já que diminui a força de repulsão entre os prótons, que são todos de carga positiva.

### As cores, a visão e as chamas

A luz é uma onda eletromagnética. As ondas eletromagnéticas compõem o chamado espectro eletromagnético, uma organização das ondas em relação às suas frequências. Nossos olhos são sensíveis apenas às ondas de comprimento equivalente entre o vermelho (780 nm) e o violeta (380 nm).



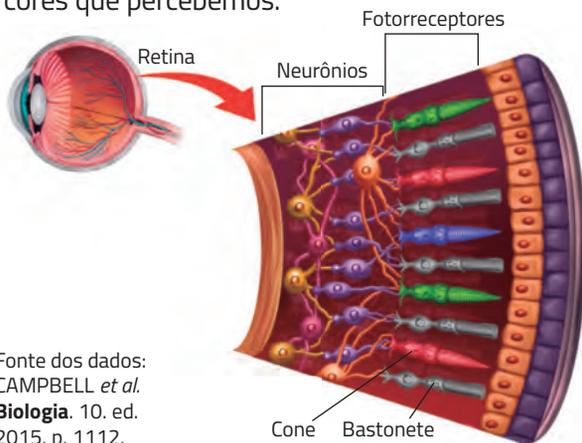
» Espectro eletromagnético.

Fonte dos dados: THE ELECTROMAGNETIC Spectrum. **Imagine the Universe! Nasa**, 2013. Disponível em: <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>. Acesso em: 7 jul. 2020.

Os olhos identificam os estímulos luminosos vindos do ambiente. A íris é formada por músculos que controlam a abertura da pupila, o orifício central do olho. Ela é recoberta pela córnea, e atrás dela está a lente. Após passar pela lente, a luz é direcionada para a retina, uma camada que recobre parte do interior do fundo do olho. É na retina que a imagem vai se formar, e as informações são levadas ao cérebro pelo nervo óptico.

Na retina existem dois tipos de células fotorreceptoras relacionados à percepção da luz: os cones e os bastonetes. Os bastonetes são sensíveis à luz e os cones nos possibilitam a visão de cores.

Existem três tipos de cone, cada um com sensibilidade maior a determinada frequência de luz: vermelha, verde ou azul. Devido a uma sobreposição na absorção dessas cores, ao receberem estímulos luminosos, várias tonalidades podem ser interpretadas pelo cérebro, resultando nas diferentes cores que percebemos.



Fonte dos dados: CAMPBELL *et al.* **Biologia**. 10. ed. 2015. p. 1112.

» Representação esquemática da estrutura do olho humano mostrando cones e bastonetes. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A observação de cores é utilizada como análise de resultados em diversos testes químicos. Um deles é o teste da chama, que consiste em introduzir uma amostra de sal sob uma chama, e a partir da cor emitida, identificar o elemento químico presente neste sal.



3 Como é possível relacionar o teste da chama com o modelo de átomo de Bohr e as cores por nós observadas?

Não escreva no livro

# Elementos químicos e algumas propriedades dos átomos

Define-se **elemento químico** como um conjunto de átomos com características semelhantes. Atualmente existem 118 elementos químicos que estão organizados na tabela periódica conforme suas propriedades, a qual estudaremos posteriormente.

Os elementos químicos são caracterizados pela quantidade de prótons que apresentam em seu núcleo. Dessa maneira, átomos que possuem a mesma quantidade de prótons no núcleo são de um mesmo elemento químico. Por exemplo, qualquer átomo que possua 6 prótons em seu núcleo é um átomo do elemento químico carbono, assim como qualquer átomo que possua 1 próton em seu núcleo é um átomo do elemento químico hidrogênio.

Por convenção, a representação do átomo, incluindo suas informações nucleares, é a seguinte:



**Número atômico (Z):** Representa o número de prótons do átomo. Esse número identifica o elemento químico.

**Número de massa (A):** Representa a massa do núcleo do átomo. A soma do número de prótons e nêutrons resulta no número de massa (A).

Como o átomo é uma entidade química neutra, o número de elétrons na eletrosfera é o mesmo que o número de prótons do núcleo. Além disso, os elétrons não são considerados no cálculo do número de massa porque sua massa é muito inferior à massa de prótons e nêutrons, que é consideravelmente similar.

O cálcio, por exemplo, possui 20 prótons e 20 nêutrons, totalizando um número de massa igual a 40, além de 20 elétrons.

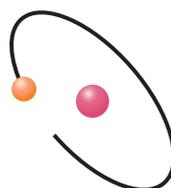


» Representação do elemento cálcio.

## Isótopos

Um elemento químico pode apresentar diferentes **isótopos**, que são átomos de mesmo número atômico e diferentes números de massa, isto é, possuem a mesma quantidade de prótons e diferem na quantidade de nêutrons.

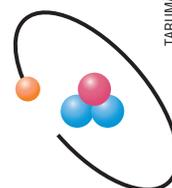
O hidrogênio, por exemplo, cujo número atômico é um, apresenta três isótopos: o prótio, que não possui nêutrons e tem número de massa igual a um; o deutério, que possui um nêutron e tem número de massa igual a dois; e o trítio, que possui dois nêutrons e tem número de massa igual a três.



prótio,  ${}^1\text{H}$



deutério, D ou  ${}^2\text{H}$



trítio, T ou  ${}^3\text{H}$



Fonte dos dados: LIDE, D. R. (Ed.). Atomic Masses and Abundances. In: LIDE, D. R. **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 89th ed. (Internet Version). Boca Raton, FL: CRC Press Taylor and Francis Group, 2009. p. 1-9.

» Representação dos isótopos do elemento hidrogênio demonstrando a variação de seus números de massa. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

1. Leia o texto a seguir.

[...] a resposta à pergunta “o que é um modelo?” não pode ser dada de modo universal. Um desenho, um diagrama, um esboço, uma ilustração, um objeto concreto (maquete), uma estrutura matemática (modelo simbólico), um software de computador, uma cópia de alguma coisa (modelo icônico), tudo isso pode ser considerado modelo de algo. [...] todos podem ser considerados como estruturas concretas ou abstratas que visam de alguma forma representar diferentes aspectos de uma determinada realidade, coisa, fato ou fenômeno.

SILVA, F. S. da; CATELLI, F. Os modelos na Ciência: traços da evolução histórico epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 41, n. 4. 2019

Baseando-se na afirmação acima, explique por que foi necessário desenvolver mais de um modelo atômico?

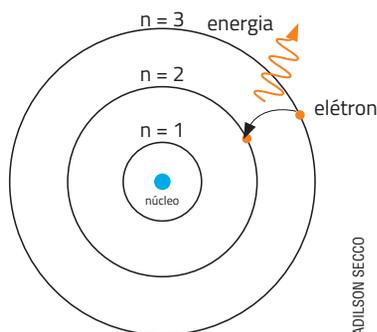
2. Você já deve ter percebido as diversas cores presentes em fogos de artifício. Elas são determinadas por diferentes tipos de sais presentes na composição dos fogos, cujos átomos recebem grande quantidade de energia durante a explosão.

» Cores de alguns metais que compõem os sais usados em fogos de artifício

Elemento	Cor
Sódio	Laranja
Potássio	Violeta
Cálcio	Vermelho
Cobre	Verde



Agora, observe a imagem a seguir.



Fonte dos dados: MODELO Atômico de Bohr. **Laboratório de química – QUI126. UFJF**, 2018. Disponível em: [https://www.ufjf.br/quimica/files/2015/06/2018-QUI126-AULA-5-MODELO-AT%  
c3%94MICO-DE-BOHR.pdf](https://www.ufjf.br/quimica/files/2015/06/2018-QUI126-AULA-5-MODELO-AT%c3%94MICO-DE-BOHR.pdf). Acesso em: 7 jul. 2020.

a) Que modelo atômico a imagem representa? Descreva-o.

b) Este modelo consegue explicar a luz observada nos fogos de artifícios? Justifique sua resposta.  
c) Como conseguimos enxergar as cores dos fogos de artifício?

3. Como é possível saber que os átomos existem se não podemos enxergá-los? Para responder esta questão feita por um estudante, a professora realizou a seguinte atividade.

Ela providenciou uma caixa de sapatos, pediu que o estudante fechasse os olhos, colocou um objeto em seu interior e o orientou a tentar adivinhar o que havia colocado sem abrir a tampa da caixa. Primeiro o estudante tentou verificar se o objeto era pesado, depois sacudiu a caixa para escutar o som que fazia e inferiu que era um molho de chaves. A professora disse que ele havia proposto um modelo, pois ele não podia afirmar com certeza o que havia dentro da caixa sem a abrir. Então ela fez a seguinte pergunta: Se o seu modelo estiver certo, quantas chaves existem no molho? Ele não sabia a resposta, e começou a balançar a caixa novamente.

Qual a relação com a atividade proposta pela professora com a pergunta feita pelo estudante?

4. Observe a representação do átomo de oxigênio a seguir.



Preencha a tabela identificando o que se pede: use  $A = Z + N$  e lembre-se que em um átomo neutro  $p = e$ .

A (número de massa)	
Z (número atômico)	
N (número de nêutrons)	
e (número de elétrons)	

5. Dois jovens estudantes em fase de estudos para prova de química, tinham por hábito fazer um resumo sobre a matéria. Na etapa de atomística veja o que cada um definiu.

**Estudante A:** Todo átomo é neutro, portanto, não há partículas com cargas em sua estrutura.

**Estudante B:** Todo átomo é neutro porque possui o mesmo número de prótons e elétrons em sua estrutura.

Refleta sobre as afirmações dos estudantes e, concorde ou refute cada uma delas, justificando sua decisão.

MOUNTAIN BEETLE/SHUTTERSTOCK.COM

ADILSON SECCO

# Elementos químicos e tabela periódica

Alguns personagens das histórias em quadrinhos são considerados sem poderes. Eles são seres humanos quase normais, que se utilizam de tecnologia para realizar feitos heroicos.

O gênio, bilionário, *playboy*, filantropo e fictício empresário Tony Stark, por exemplo, possui um componente eletrônico em seu tórax e desenvolveu uma armadura que o transformou no super-herói, conhecido como o Homem de ferro. Entre os elementos químicos que já foram utilizados para a construção de seu traje estão: o ferro, o tecnécio, o nióbio, o titânio, o carbono e o paládio.

Os elementos químicos são fontes de inspiração para a criação de diversos heróis das histórias em quadrinhos e também objetos de pesquisa há vários séculos.

Em 1869, o químico e físico russo Dmitri Mendeleev (1834-1907) propôs um dos mais conhecidos sistemas de organização dos elementos químicos, que se baseava em suas massas. Porém, foi só em 1913 que o físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915), em seus estudos com espectros de raio x de elementos químicos, verificou a relação entre as emissões do núcleo e o número atômico ( $Z$ ) desses elementos.

Moseley concluiu que o número atômico estava relacionado às propriedades dos átomos. Em função disso, a tabela periódica atual é pautada na ordem crescente dos números atômicos dos elementos químicos, e não em sua massa, como proposto por Mendeleev. Assim, átomos com o mesmo número atômico são chamados de **elemento químico**, e cada um terá seu **símbolo de identificação**, que é a forma como ele é apresentado na tabela.

## Espaços de aprendizagem

Para aprender mais sobre os elementos químicos, sua história e aplicações, acesse a tabela dinâmica a seguir.

PTABLE. Disponível em: <https://www.ptable.com/?lang=pt>. Acesso em: 6 jun. 2020.



» Homem de ferro, famoso personagem fictício.

ANTON\_IVANOV/SHUTTERSTOCK.COM

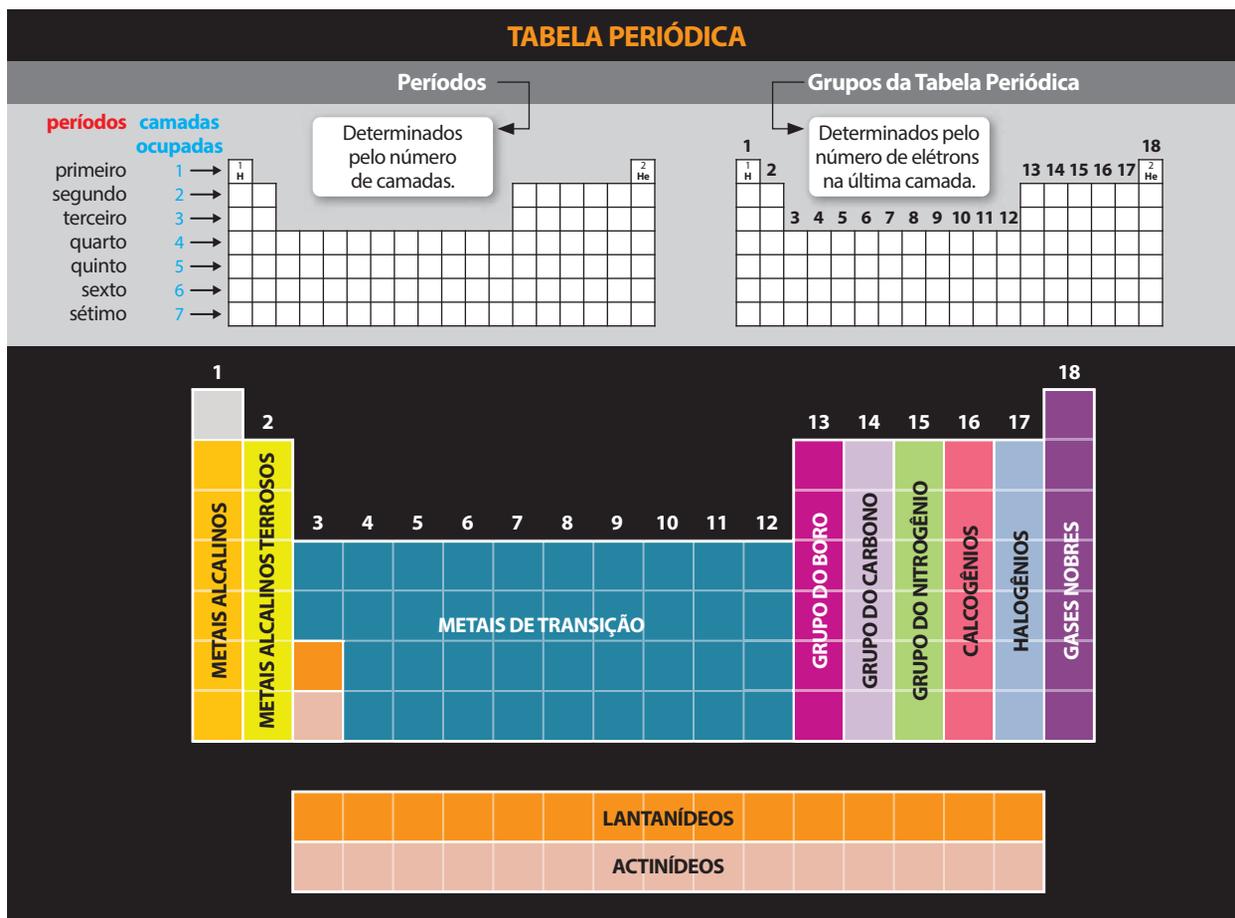
**1** Você conhece outro elemento químico utilizado como inspiração para criar personagens de história em quadrinhos ou de filmes? Diferencie-os em reais e fictícios.

Não escreva no livro

# A tabela periódica atual

A tabela periódica atual é composta por 18 colunas e 7 linhas. As colunas são chamadas de **grupos** e numeradas continuamente de 1 a 18. Elas indicam semelhanças na reatividade dos elementos que as compõem. As linhas são chamadas de **períodos** e indicam quantas camadas com elétrons há nos elementos de cada período. Um elemento no período 1 possui uma única camada, um elemento no período 2 possui duas, e assim sucessivamente.

A tabela periódica a seguir traz os nomes pelos quais alguns grupos são conhecidos.



ADILSON SECCO

» Nomes comuns de alguns grupos da tabela periódica.

Na parte central da tabela periódica, do grupo 3 ao 12, estão presentes os **metais de transição**, entre eles o ferro, o mercúrio e o urânio.

Os grupos 1, 2 e de 13 a 18 são classificados como **elementos representativos**. Dentre eles, temos o grupo 18 que recebe o nome de **gases nobres**, por apresentar baixíssima reatividade em geral. Este fato faz com que os gases nobres não sejam comumente utilizados em reações químicas, e eles podem ser encontrados em lâmpadas, letreiros, balões, entre outros.



ALEXANDRE TOKTAKA/PULSAR IMAGES

» Letreiro de neon, feito com o gás nobre neônio.

De maneira geral, existem os elementos metálicos e os não metálicos. Entre as principais características dos elementos metálicos, também chamados **metais**, estão:

- brilho característico de metal;
- boa condução de energia térmica e corrente elétrica, propriedades que os tornam excelentes para produzir utensílios, como panelas de alumínio e fios de cobre para os circuitos elétricos residenciais e industriais;
- são maleáveis, o que possibilita ser **forjado**;
- são sólidos à temperatura e pressão ambientes, com exceção do mercúrio (Hg).

**Forjado:** fundido e malhado até ser moldado em determinada forma.



Enquanto os metais são a maior parte dos 118 elementos químicos conhecidos, outros têm características diferentes daquelas metálicas, sendo chamados de **não metais**. Dentre eles, temos o carbono, o oxigênio, o enxofre, o iodo e o nitrogênio, importantes para a formação das biomoléculas, por exemplo. O hidrogênio também tem características de não metais. Entre as principais características dos não metais, estão:

- a diversidade de estados físicos à temperatura e pressão ambientes. O carbono pode ser encontrado na natureza, por exemplo, como diamante e carvão, ambos sólidos; o oxigênio e o nitrogênio, na forma de gases, e o bromo, o único líquido;
- no geral, são maus condutores de energia térmica e corrente elétrica;
- apresentam pouco ou nenhum brilho;
- fragmentam-se.

» Exemplos de metais: mercúrio, sódio e cobre. O mercúrio é o único metal a se apresentar no estado líquido a temperatura e pressão ambientes.

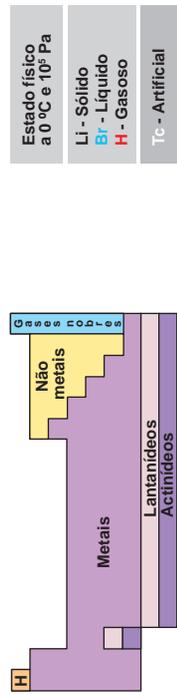
» Bromo líquido a temperatura e pressão ambientes.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

GRUPO DO BORO GRUPO DO CARBONO GRUPO DO NITROGÊNIO GRUPO DO OXIGÊNIO HALOGENÍOS GASES NOBRES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
METALS ALCALINOS	METALS ALCALINO-TERROSOS													GRUPO DO BORO	GRUPO DO CARBONO	GRUPO DO NITROGÊNIO	GRUPO DO OXIGÊNIO	HALOGENÍOS	GASES NOBRES
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
H 1,01 Hidrogênio	Li 6,94 Lítio	Be 9,01 Berílio	B 12,0 Boro	C 12,0 Carbono	N 14,0 Nitrogênio	O 16,0 Oxigênio	F 19,0 Fluor	Ne 20,2 Neônio	Na 23,0 Sódio	Mg 24,3 Magnésio	Al 27,0 Alumínio	Si 28,1 Silício	P 31,0 Fósforo	S 32,1 Enxofre	Cl 35,5 Cloro	Ar 39,9 Argônio	He 4,00 Hélio		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
K 39,1 Potássio	Ca 40,1 Cálcio	Sc 45,0 Escândio	Ti 47,9 Titânio	V 50,9 Vanádio	Cr 52,0 Cromio	Mn 54,9 Manganês	Fe 55,8 Ferro	Co 58,9 Cobalto	Ni 58,7 Níquel	Cu 63,5 Cobre	Zn 65,4 Zinco	Ga 72,6 Germânio	Ge 72,6 Germânio	As 74,9 Arsênio	Se 79,0 Selênio	Br 79,9 Bromo	Kr 83,8 Criptônio		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Rb 85,5 Rubídio	Sr 87,6 Estrôncio	Y 88,9 Ítrio	Zr 91,2 Zircônio	Nb 92,9 Níbio	Mo 95,9 Molibdênio	Tc (98) Tecnécio	Ru 101,1 Rutênio	Rh 102,9 Ródio	Pd 106,4 Paládio	Ag 107,9 Prata	Cd 112,4 Cádmio	In 114,8 Índio	Sn 118,7 Estanho	Sb 121,7 Antimônio	Te 127,6 Telúrio	I 126,9 Iodo	Xe 131,3 Xenônio		
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
Cs 132,9 Césio	Ba 137,3 Bário	La-Lu 89-103 Lantanídeos	Hf 178,5 Háfnio	Ta 180,9 Tântalo	W 183,8 Tungstênio	Re 186,2 Rênio	Os 190,2 Osmio	Ir 192,2 Iridio	Pt 195,1 Platina	Au 197,0 Ouro	Hg 200,6 Mercúrio	Tl 204,4 Tálio	Pb 207,2 Chumbo	Bi 209,0 Bismuto	Po 209 Polônio	At 210 Astato	Rn 222 Radônio		
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118		
Fr 223 Frâncio	Ra 226 Rádio	Ac-Lr 89-103 Actinídeos	Rf 267 Rutherfordio	Db 268 Dúbnio	Sg 271 Seabórgio	Bh 270 Bóhrnio	Hs 277 Hássio	Mt 276 Meitnério	Ds 281 Darmstádio	Rg 281 Roentgênio	Cn 285 Copernício	Nh 289 Nihonímio	Fl 289 Fleróvio	Mc 289 Moscúvium	Lv 293 Livermório	Ts 294 Tennessine	Og 294 Oganesson		



Períodos

Número atômico  
 Símbolo  
 Nome do elemento  
 Massa atômica

ALEX ARGOZINO

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La 138,9 Lantânio	Ce 140,1 Cério	Pr 140,9 Praseodímio	Nd 144,2 Neodímio	Pm (145) Promécio	Sm 150,4 Samário	Eu 152,0 Európio	Gd 157,2 Gadolínio	Tb 158,9 Térbio	Dy 162,5 Disprósio	Ho 164,9 Hólmio	Er 167,3 Érbio	Tm 168,9 Túlio	Yb 173,0 Ítérbio	Lu 175,0 Lutécio
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac 227 Actínio	Th 232,0 Tório	Pa 231,0 Protactínio	U 238,0 Urânio	Np 237 Neptúlio	Pu 244 Plutônio	Am 243 Americio	Cm 247 Cúrio	Bk 247 Berquélio	Cf 251 Califórnio	Es 252 Einstenínio	Fm 257 Férmio	Md 258 Mendelévio	No 259 Nobelíio	Lr 262 Laurêncio

**Notas:** Os valores de massa atômica foram arredondados para facilitar a leitura. Os valores que aparecem entre parênteses referem-se à massa do isótopo mais estável do elemento.

Fontes dos dados: **PERIODIC table of elements. International union of pure and applied chemistry (IUPAC)**. 1<sup>ª</sup> dez. 2018. Disponível em: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>. Acesso em: 4 jul. 2020.

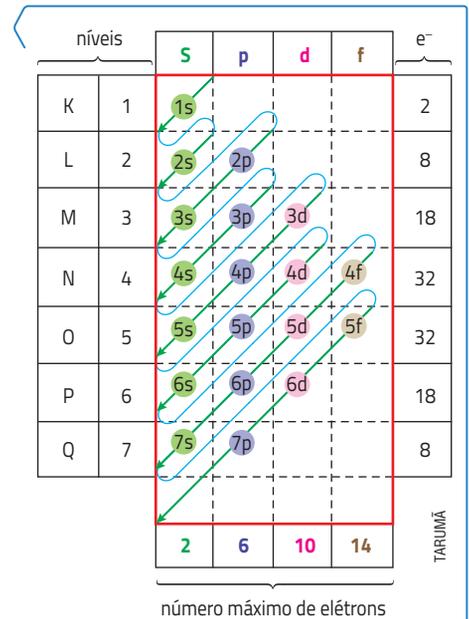
MEIJA, J. et al. ATOMIC weights of the elements 2013 (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**. v. 88, n. 3, p. 265-291, mar. 2016. Disponível em: <http://www.degruyter.com/view/i/pac.2016.88.issue-3/pac-2015-0305/pac-2015-0305.xml>. Acesso em: 4 jul. 2020.

# A tabela periódica e a distribuição eletrônica

O modelo atômico de Bohr propõe que a eletrosfera dos átomos é dividida em até sete camadas de energia, os níveis K, L, M, N, O, P e Q. Alguns cientistas, como o físico alemão Erwin Madelung (1881-1972), o químico russo Vsevolod Mavrikiyevich Klechkovsky (1900-1972) e o químico estadunidense Linus Pauling (1901-1994), entre outros, contribuíram muito para o entendimento da **distribuição eletrônica** de um átomo, isto é, como os elétrons se distribuem pela eletrosfera.

Com muitos estudos de física quântica aliados a experimentos importantes, chegaram à conclusão que cada nível comporta uma quantidade máxima de elétrons, e que estes níveis se dividem em subníveis, denominados s, p, d, f. Como cada elemento químico tem um determinado número atômico (Z, número de prótons no núcleo) e a mesma quantidade de elétrons, cada um tem uma distribuição eletrônica ligeiramente diferente do anterior.

O diagrama ao lado apresenta de forma simplificada como essa distribuição ocorre para a maioria dos elementos.



» Diagrama de distribuição eletrônica, indicando a ordem da distribuição dos elétrons nos níveis e subníveis de energia e o número máximo de elétrons em cada um.

## Os elétrons e a eletrosfera

Toda distribuição deve seguir a ordem das setas do diagrama de distribuição eletrônica. O nível 1 é o de menor energia, sendo que a tendência dos elétrons é ocupar primeiro o nível de menor energia e seguir para os níveis de maior energia. No diagrama, considerando a sequência das setas, o primeiro subnível é o 1s. Veja alguns exemplos a seguir, começando pela distribuição eletrônica do elemento químico hidrogênio.



O hidrogênio possui um elétron no subnível s, da camada 1, que corresponde ao nível K. Como o Hidrogênio só tem um elétron, a distribuição termina em  $s^1$ .



O lítio possui dois elétrons no subnível s, da camada 1, que corresponde ao nível K, e um elétron no subnível s, da camada 2, que corresponde ao nível L. Somam-se os elétrons de todos os níveis para termos o total de elétrons do elemento. O lítio apresenta duas camadas com elétrons, por isso localiza-se no segundo período da tabela periódica. Além disso, ele está logo abaixo do hidrogênio, no mesmo grupo 1 dessa tabela, porque ambos têm seu subnível mais externo terminado em  $s^1$ . Todos os elementos cuja distribuição termina com  $s^1$  estão no grupo 1 da tabela periódica.



Lê-se: um (s) dois; dois (s) dois; dois (p) seis e três (s) dois. Destacando-se a última camada, chamada de **camada de valência**, que, além do número atômico, também é responsável pelo posicionamento do elemento químico na tabela periódica, tem-se:



Então, o magnésio está no  $3^\circ$  período no grupo 2.



O bromo tem quatro camadas e possui 7 elétrons na última camada.



Grupo 7 A

2

Faça a distribuição eletrônica dos gases nobres: o neônio e o argônio. Quantos elétrons ambos têm na última camada?

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

Não escreva no livro

# Formação de íons

O átomo é chamado genericamente de **íon** quando não tem o mesmo número de prótons e elétrons. Quando há mais prótons que elétrons, dá-se o nome específico de **cátion** (íon positivo), e, quando há mais elétrons que prótons, dá-se o nome específico de **ânion** (íon negativo).

Em reações químicas que envolvem transferências de elétrons, os metais têm uma tendência de diminuição em seu número de elétrons, tornando-se cátions, enquanto os não metais têm uma tendência de aumento, tornando-se ânions. Os gases nobres, por apresentarem baixíssima reatividade, não tem a tendência de tornar-se íons.

O que se percebe nos gases nobres é que sua última camada já se encontra completa, fato que justifica sua pouca reatividade. No caso do hélio (He), o subnível "s" está completo com 2 elétrons, e os demais elementos do grupo dos gases nobres estão completos com 8 elétrons, sendo  $s^2p^6$  a distribuição eletrônica de sua última camada. A tabela a seguir mostra as cargas mais prováveis (chamadas de valências) para os grupos da tabela periódica.

## » Valências mais prováveis para os elementos químicos

Grupo	Carga dos Cátions	Carga dos ânions
1	1+	
2	2+	
13	3+	
15		3-
16		2-
17		1-
Transição	Variam podendo ter mais de um tipo de carga	

### Espaços de aprendizagem

Acesse o simulador phet para treinar a formação de átomos e íons. MONTE um átomo. Phet. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html). Acesso em: 18 set. 2020.

» Tabela de valências mais prováveis.

A tabela a seguir mostra a distribuição eletrônica de alguns elementos e seus íons correspondentes. Os símbolos dos íons indicam a carga que eles terão de acordo com a variação do número de elétrons em sua eletrosfera.

## » Tabela de diferenciação de átomos e íons

Elemento	Distribuição eletrônica do átomo	Nº de elétrons na camada de valência	Nº de elétrons a mais ou a menos	Símbolo da carga do íon	Distribuição eletrônica do íon
Mg (Z = 12) p = 12 e = 12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	2	A menos = 2	2+ $Mg^{2+}$ p = 12 e = 10	$1s^2 2s^2 2p^6$
F (Z = 9) p = 9 e = 9	$1s^2 2s^2 2p^5$	7	A mais = 1	1- $F^-$ p = 9 e = 10	$1s^2 2s^2 2p^6$

[1] Considere p = (prótons); e = (elétrons).

[2] Alguns átomos, como o magnésio e o flúor, se transformam em íons **isoeletrônicos**, isto é, íons com o mesmo número de elétrons na última camada. Note como  $Mg^{2+}$  e  $F^-$  têm 10 elétrons no total.

# Propriedades periódicas dos elementos químicos

As propriedades químicas dos elementos podem ser previstas com base na distribuição eletrônica do átomo no estado fundamental e o seu estudo é essencial para entendermos como acontecem as ligações e o comportamento das substâncias que se formam. O **raio atômico**, por exemplo, é uma das propriedades importantes para se entender o comportamento dos átomos na formação das substâncias. Ele define o tamanho do átomo e depende da força de atração entre núcleo e eletrosfera e da repulsão dos elétrons entre si.

Em um mesmo grupo, o raio atômico cresce com o aumento do número atômico porque aumenta o número de camadas. Em um mesmo período, o raio diminui da esquerda para direita porque o aumento no número de prótons e elétrons intensifica a força de atração entre o núcleo e a eletrosfera de forma mais significativa que o aumento na repulsão entre os elétrons.

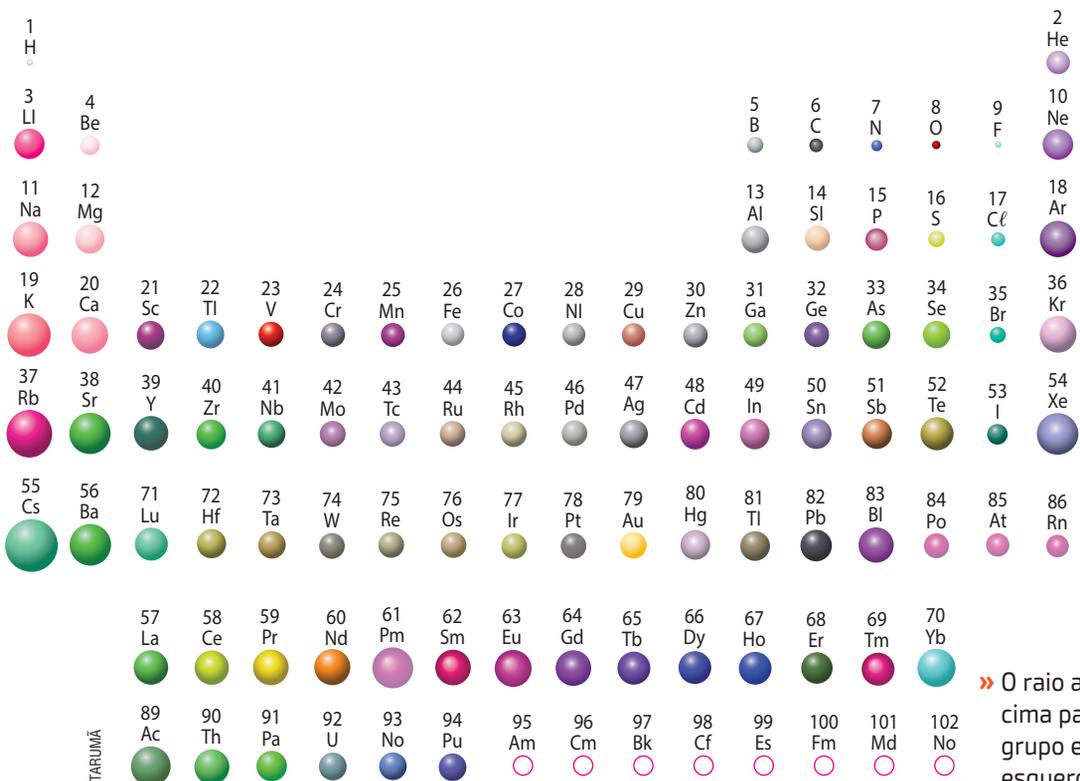
As informações a seguir resumem o comportamento esperado dos raios atômicos para os elementos químicos na tabela periódica.

**Cátions** são partículas positivas resultantes de átomos que perderam elétrons. Por razões de maior atração do núcleo pelos elétrons restantes e também por camadas que deixam de existir com a saída dos elétrons daquele nível, o raio do cátion é sempre menor que o raio do átomo respectivo.

**Ânions** são partículas negativas resultantes de átomos que ganharam elétrons. Como a última camada ganhou elétrons ocorre maior intensidade de repulsão eletrônica e menor poder de atração do núcleo pela eletrosfera, isso resulta em um "inchaço" da eletrosfera aumentando o raio do ânion.

ADILSON SECCO

» Raio iônico dos elementos Na e Cl. Note como o raio atômico, à esquerda, difere do raio iônico, à direita.



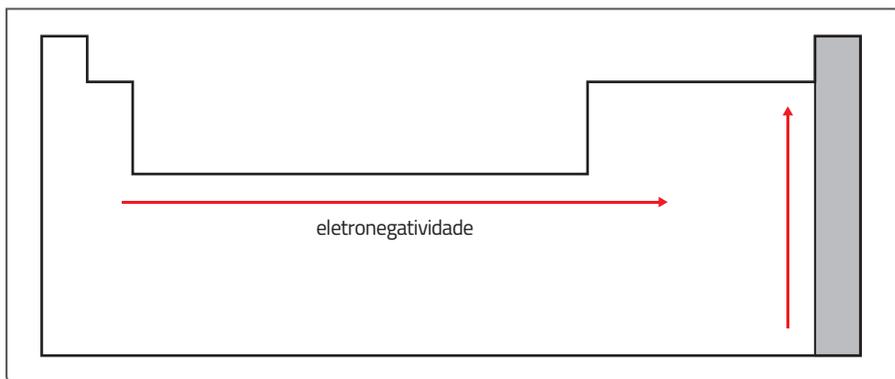
» O raio atômico cresce de cima para baixo no mesmo grupo e da direita para esquerda no mesmo período.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD REPRODUÇÃO PROIBIDA

# Eletronegatividade

Dá-se o nome de **eletronegatividade** à tendência que um átomo possui de atrair elétrons quando se encontra ligado a outro átomo, sendo que essa tendência de atração é maior quanto menor for o raio e maior o número de elétrons na camada de valência.

## » Eletronegatividade



ADILSON SECCO

» Tendência de aumento da eletronegatividade ao longo da tabela periódica.

Os não metais têm a característica de atrair elétrons para completar suas camadas de valência. Os metais dos grupos 1 e 2, por sua vez, possuem baixa eletronegatividade, isto é, baixa atração de elétrons quando realizam uma ligação. A imagem a seguir traz valores de eletronegatividade para alguns elementos químicos. Note como os valores são maiores no grupo dos halogênios e menores nos metais alcalinos.

H 2.1											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0		
Li 1.0	Be 1.5									Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0			
Na 0.9	Mg 1.2									Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8			
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.0	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	

Baixa  
Média  
Alta  
Muito alta

PAULO CÉSAR PEREIRA

Elaborada com base em: BROWN, T. L. **Chemistry the Central Science**. 13th ed. New Jersey: Pearson. 2015. p. 310.

» Valores de eletronegatividade de alguns elementos químicos.

## Espaços de aprendizagem

Para saber mais sobre tabela periódica leia: **O Sonho de Mendeleiev - a verdadeira história da química**, de Paul Strathern, Editora: Zahar.

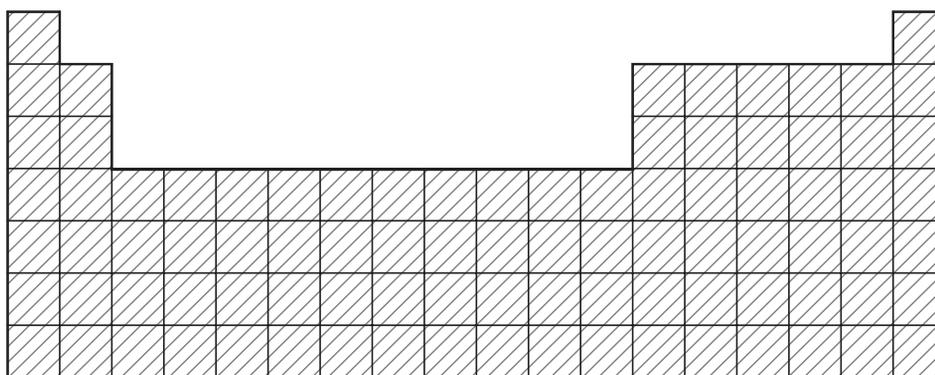
1. Analise a tirinha a seguir a respeito da tabela periódica:



QUADRINHOPANIA POR MARCO MERLIN

- Explique o que significa o fato dos elementos As, Sb, Bi, circudados na tirinha, estarem em uma mesma coluna.
- Olhando a tabela periódica do último quadrinho da tirinha, um estudante mostrou um círculo fechado com dois XX. O que indica esta seleção, período ou grupo? Justifique.
- O estudante que está marcando a tabela periódica colocou a caneta sobre um elemento muito importante utilizado em soluções desinfetantes. Esse elemento foi comentado na interlocução dos quadros da tirinha. Qual é esse elemento? Dê seu nome e símbolo.

2. Reproduza o modelo da tabela periódica abaixo em seu caderno e faça as marcações que são pedidas.



ADILSON SECCO

- Faça um 'X' nos elementos pertencentes ao grupo dos gases nobres.
  - Escreva 'A' na posição do elemento que se encontra no 3º período do grupo 2.
  - Circule os grupos dos metais alcalinos e dos halogênios.
  - Faça um W no elemento mais eletronegativo da tabela periódica.
  - Faça um Y no elemento de maior raio atômico desse recorte de tabela periódica.
3. Observe os seguintes elementos químicos:  ${}_{35}\text{Br}$  e  ${}_{56}\text{Ba}$ , e responda.
- Quais são os elementos químicos representados?
  - Localize estes elementos na tabela periódica e indique a que grupo e período pertencem.
  - Construa a configuração eletrônica de cada um destes elementos químicos.

4. Na imagem a seguir estão apresentados um rótulo padrão de água mineral potável e porção da tabela periódica para que você responda o que se pede nos itens (a), (b) e (c).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)	
Análise nº 000/LAMIN/CPRM-SP, de 31/02/2020	
Bário .....	0,069
Estrôncio .....	0,032
Cálcio .....	3,600
Magnésio .....	1,130
Potássio .....	2,470
Sódio .....	2,320
Fosfato .....	0,16
Bicarbonato .....	20,27
Fluoreto .....	0,09
Nitrato .....	4,48
Cloreto .....	0,92
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
pH a 25 °C .....	6,14
Temperatura da água na fonte .....	24,2 °C
Condutividade a 25 °C .....	46,8 µS/cm
Resíduo de evaporação a 180 °C calculado: .....	55,36 mg/L
CLASSIFICAÇÃO	
Água Mineral Fluoretada	

1		2		17	
1	H				
	Hidrogênio				
3	Li	4	Be		9
	Lítio		Berílio		F
					Flúor
11	Na	12	Mg	17	Cl
	Sódio		Magnésio		Cloro
19	K	20	Ca	35	Br
	Potássio		Cálcio		Bromo
37	Rb	38	Sr	53	I
	Rubídio		Estrôncio		Iodo
55	Cs	56	Ba	85	At
	Césio		Bário		Astato
87	Fr	88	Ra	117	Uus
	Frâncio		Rádio		

ADILSON SECCO

- » Água potável possui cátions e ânions de sais minerais essenciais para o equilíbrio iônico do corpo humano.

- a) Faça a distribuição eletrônica dos cátions cálcio e sódio e escreva os seus símbolos com as cargas corretas.
- b) Faça distribuição eletrônica dos ânions fluoreto (derivado do flúor) e cloreto (derivado do cloro) e escreva seus símbolos com as cargas corretas.
- c) Quais são os íons isoeletrônicos, isto é, aqueles que possuem mesmo o número de elétrons?
5. Um metal representativo M com a configuração de última camada  $3s^23p^1$  é tóxico quando encontrado em solos. Em relação a esse metal, responda.
- a) Quantos elétrons, a mais ou a menos, o metal M deve ter para adquirir sua configuração mais estável?
- b) Sabendo que ele é um elemento representativo em qual grupo ele se localiza?
- c) Determine o número atômico (Z) do metal M, seu nome e símbolo. Para isso utilize a tabela periódica.
6. Leia o texto a seguir.

Muitos estudos têm mostrado que a inibição do crescimento da raiz é o sintoma visível mais rápido da toxicidade do Al em plantas, o que resulta na redução e em danos do sistema radicular, podendo conduzir à deficiência mineral e estresse hídrico (DEGENHARDT *et al.*, 1998). [...]

Em concentrações moderadas de Al tóxico, a inibição do crescimento celular é, provavelmente, o evento primário e a inibição da divisão celular é uma resposta aos efeitos sobre o crescimento celular, refletindo regulação interna dos processos de crescimento e desenvolvimento (MARSCHNER, 1991). [...]

Outra hipótese envolvendo interações entre o Al e o Ca, formulada para explicar o mecanismo de toxicidade do  $Al^{3+}$ , refere-se ao transporte de  $Ca^{2+}$ . O transporte de  $Ca^{2+}$  para dentro das células é energeticamente passivo e é, provavelmente, mediado por canais de membrana.

ECHART, C. L.; MOLINA, S. C. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. *Ciência Rural*, v. 31 n. 3. Santa Maria maio/jun. 2001. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=50103-84782001000300030](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50103-84782001000300030). Acesso em: 7 jul. 2020.

O cálcio é um elemento do grupo 2 do 4º período e o alumínio do grupo 13 do 3º período. Explique em termos de tamanho de cátions um possível motivo para os cátions de alumínio acessarem com mais facilidade as paredes das membranas celulares das plantas prejudicando o acesso dos cátions de cálcio.

# Ligações químicas

Observe as imagens a seguir e responda à questão.



» Bala sabor laranja (à esquerda) e laranja.

Quando substâncias naturais são transformadas quimicamente e geram outros compostos com propriedades diferentes dos encontrados no ambiente natural, surgem os materiais sintéticos. O composto químico que confere sabor laranja à bala é um exemplo.

Sejam naturais ou sintéticas, as substâncias são formadas por um agrupamento de átomos que estão ligados entre si por ligações químicas.

Para entender essas ligações de maneira geral, vamos analisar o grupo 18 da tabela periódica, referente aos gases nobres. Seguindo a distribuição eletrônica, observa-se que os elementos lá posicionados possuem a camada de valência completa com oito elétrons, com exceção do Hélio, que fica estável com dois elétrons por possuir apenas a camada K, que só comporta dois elétrons.

Sabe-se por práticas científicas que esses elementos não têm tendência a fazer ligações químicas, sendo possível relacionar a camada de valência completa à estabilização atômica, isto é, à baixa reatividade. Essa tendência de estabilização está presente em todos os átomos, que, até completar sua camada de valência, tendem a fazer ligações que compartilham ou transferem elétrons. Essa tendência é chamada de **regra do octeto** (8 elétrons na camada de valência).

Existem diferentes maneiras de os átomos se ligarem ou interagirem entre si, gerando diferentes substâncias ou compostos químicos com características específicas, como veremos a seguir.

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

- 1 Para você, todos os produtos sintéticos são menos saudáveis e mais agressivos ao ambiente do que os produtos naturais? Justifique sua resposta.

Não escreva no livro

# Ligação iônica

Todos os dias estamos em contato direto com substâncias iônicas, chamadas de **compostos iônicos**, como o cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), o óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), componente da bauxita, o principal minério de alumínio e o sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), utilizado como fungicida. Os sais, por exemplo, são compostos iônicos.

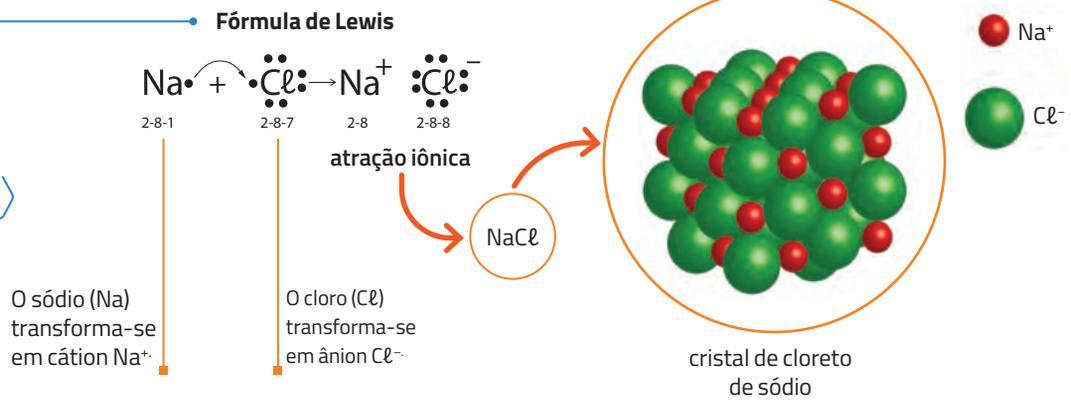
Os compostos iônicos são sólidos à temperatura e pressão ambientes, são maus condutores de calor e corrente elétrica no estado sólido e bons condutores de corrente elétrica quando fundidos (estado líquido) ou dissolvidos em água.

Na ligação iônica, a tendência à estabilidade se dá pela transferência de elétrons. Vamos tomar como exemplo a ligação iônica entre sódio ( $\text{Na}$ ) e cloro ( $\text{Cl}$ ), presente no cloreto de sódio, composto popularmente conhecido como sal de cozinha.

Conforme a regra do octeto, o sódio, cuja camada de valência tem 1 elétron, possui uma tendência de diminuição em seu número de elétrons. Já o cloro, que tem 7 elétrons na camada de valência, possui uma tendência de aumento de elétrons em sua eletrosfera. Quando esses átomos estão próximos a ponto de interagir, há a transferência de 1 elétron do sódio para o cloro, e ambos passam a ter 8 elétrons na camada de valência, tornando-se estáveis, porém não mais neutros. Eles agora são íons.

A representação das ligações se dá pela **Fórmula de Lewis** ou **Fórmula eletrônica**, como na imagem a seguir.

A representação das ligações se dá pela fórmula de Lewis ou eletrônica que mostra somente a última camada.



» Fórmulas eletrônicas de Lewis da formação do cloreto de sódio e representação do cristal formado. Note que os números sob cada elemento representam o número de elétrons em cada camada (imagem sem escala; cores-fantasia).

O cristal de cloreto de sódio é formado de modo que a atração entre cargas positivas de cátions sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cargas negativas de ânions cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) seja mais intensa que a repulsão entre íons de mesma carga, isto é, cátion-cátion e ânion-ânion. As forças de atração são suficientemente intensas para que os compostos iônicos sejam sempre sólidos em condições ambientes.

É possível expandir essa análise para outros elementos. Generalizando, pode-se dizer que os metais tendem à diminuição do seu número de elétrons, formando os cátions, e os não metais tendem ao aumento do seu número de elétrons, formando os ânions.

Por isso, para que ocorra a ligação iônica, é necessário que exista proximidade entre átomos de um metal e um não metal, o que possibilita a transferência de elétrons entre eles, formando os respectivos íons e cristais. Entre os átomos da ligação iônica, o número de elétrons cedidos e recebidos deve ser o mesmo.

## Ligação molecular (ou covalente)

A maior parte das substâncias que encontramos na natureza podem ser encontradas nos três estados físicos e são más condutoras de calor e corrente elétrica em qualquer um destes estados. A água ( $H_2O$ ), os gases oxigênio ( $O_2$ ), nitrogênio ( $N_2$ ), carbônico ( $CO_2$ ), os polímeros que formam os plásticos, os carboidratos, as proteínas e os lipídios, entre outros, são substâncias ou compostos químicos cujos átomos estão ligados por meio de **ligações moleculares**, também conhecidas como **ligações covalentes**.

Na ligação molecular, a tendência à estabilidade (ter a última camada estável com 8 elétrons) ocorre pelo compartilhamento de elétrons que ocorre entre não metal e não metal. Existem diferentes maneiras de se apresentar as moléculas e suas ligações covalentes, como mostra quadro a seguir.

Fórmula molecular Número de átomos de cada elemento	Fórmula eletrônica ou de Lewis Elétrons da camada de valência e compartilhamento eletrônico	Fórmula estrutural Compartilhamento eletrônico (por meio de um traço)
$Cl_2$ (gás cloro)		$Cl - Cl$
$O_2$ (gás oxigênio)		$O = O$
$N_2$ (gás nitrogênio)		$N \equiv N$
$H_2O$ (água)		

ADILSON SECCO

Vamos analisar o caso da água no quadro acima. O elemento oxigênio (grupo 16) tem a tendência de realizar dois compartilhamentos eletrônicos, enquanto o elemento hidrogênio (que aqui comporta-se como os elementos do grupo 17) tem a tendência de realizar apenas um. Em função disso, formam-se duas ligações simples entre o oxigênio e hidrogênio, levando os 3 átomos à estabilidade energética. A fórmula estrutural indica estas ligações.

### Espaços de aprendizagem

Acesse o simulador no *link* a seguir e construa diferentes moléculas. Com ele você poderá observar as proporções entre os tamanhos dos átomos e o formato das estruturas que você montou. Ao realizar o *download*, é possível que apareça um aviso de segurança em seu navegador, mas não se preocupe, este *link* é seguro.

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/build-a-molecule](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule).

# Ligação metálica

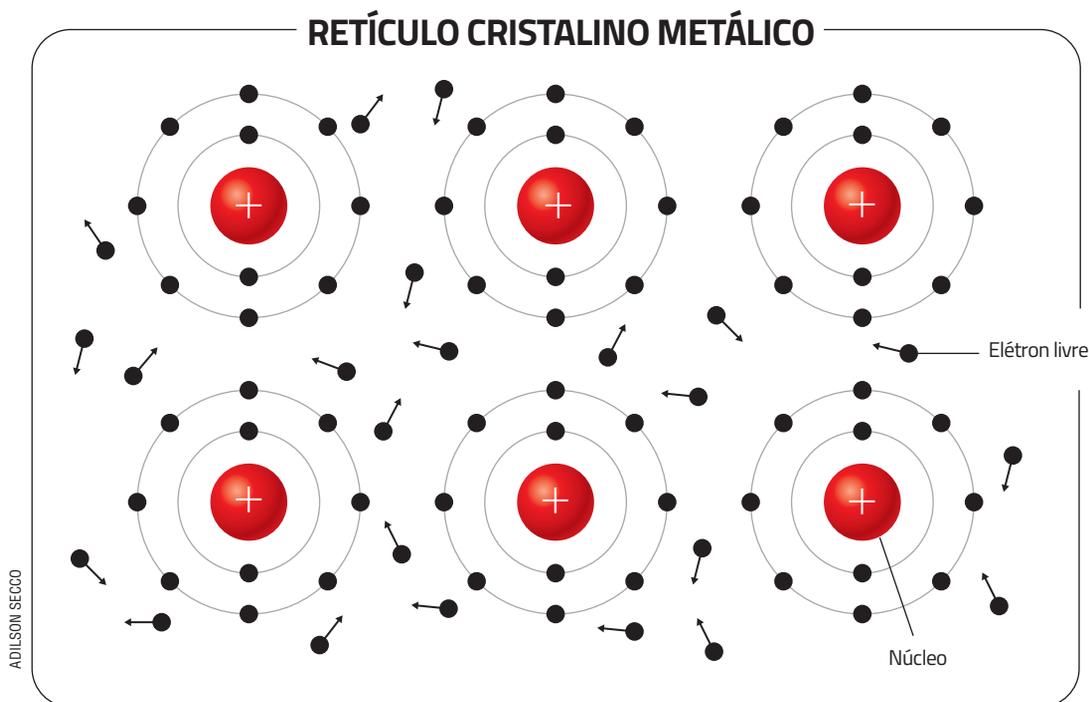
Os metais são amplamente utilizados na indústria para produzir diferentes materiais utilizados em nosso cotidiano. O lítio (Li), por exemplo, é utilizado nas baterias de dispositivos móveis, como aparelhos celulares, *notebooks* e *tablets*, o cobre (Cu) é comumente empregado na produção de fios elétricos, enquanto o ferro (Fe) é fundamental para a produção do aço utilizado nos carros entre outros.

Os metais são sólidos à temperatura e pressão ambientes, com exceção do mercúrio (Hg), que é encontrado no estado líquido, e são bons condutores de corrente elétrica.

Na ligação metálica, como o próprio nome sugere, temos apenas metais ligados entre si. Mas então, como essa ligação ocorre?

Diversos estudos propuseram um modelo de ligação diferente das ligações covalentes e iônicas. Esse modelo baseia-se no fato dos metais terem **elétrons de valência deslocalizados**, isto é, elétrons da camada de valência que possuem maior liberdade de movimentação porque são pouco atraídos pelo núcleo do átomo (quando comparados com os não metais).

Tais elétrons, ao circularem entre os átomos dos metais, acabam por estabilizar todo o conjunto de átomos que está ligado ali. Conforme há a circulação dos elétrons livres, formam-se instantaneamente cátions, o que permite ainda mais esse movimento eletrônico por entre os átomos metálicos. Torna-se possível, então, explicar porque os metais são bons condutores de calor e corrente elétrica.



- » Representação do modelo de ligação metálica (imagem sem escala; cores-fantasia). As setas indicam, genericamente, a liberdade de movimentação dos elétrons deslocalizados.

1. Leia o texto e a seguir faça o que se pede.

[...]

**E o Sal Rosa do Himalaia é mesmo o melhor para consumo?**

Recentemente muita polêmica foi criada sobre o consumo do sal rosa do Himalaia, e de acordo com alguns pesquisadores ele poderia não ser benéfico para a saúde. O sal rosa é o “sal do momento”, e aclamado na mídia por trazer benefícios a saúde. Ele é um sal das rochas existentes em minas na cordilheira do Himalaia. A **composição clássica do sal rosa é de 98% de cloreto de sódio**, incluindo até outros 80 elementos, entre eles fósforo, magnésio, potássio, cálcio, zinco, cobre e ferro. A coloração do sal, que pode ir do vermelho ao rosa claro, é derivada da concentração de alguns minerais. Quanto mais claro, maior é o seu grau de pureza.”

[...]

RENKE, G. Mitos e verdades sobre o polêmico sal rosa do Himalaia. **Eu atleta**, Rio de Janeiro, 3 nov. 2017. Disponível em: <https://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/mitos-e-verdades-sobre-o-polemico-sal-rosa-do-himalaia.ghtml>. Acesso em: 25 jun. 2020.

- a) O sal rosa é um composto molecular ou um composto iônico? Cite as principais características que podem justificar sua resposta.
  - b) Consulte a tabela periódica e indique, utilizando os símbolos correspondentes, quais elementos formam os cátions presentes no sal rosa.
2. Alguns compostos são extremamente importantes no cotidiano. Podemos citar:
    - a)  $\text{CH}_2\text{O}$ , formol, um conservante de peças anatômicas na medicina.
    - b)  $\text{NH}_3$ , amônia, imensamente importante na produção de fertilizantes agrícolas.
    - c)  $\text{C}_2\text{H}_4$ , etileno, precursor na fabricação de plásticos como polietileno.
    - d)  $\text{C}_2\text{H}_2$ , acetileno, gás de maçarico, usado na metalurgia e serralherias.Em seu caderno, escreva as fórmulas eletrônicas e estruturais para as moléculas acima mencionadas.
  3. O hidrogênio pode se ligar com o enxofre e com o cloro, por exemplo. Dê as fórmulas estruturais das moléculas formadas por essas combinações.
  4. O nióbio é um metal amplamente utilizado em composição de ligas metálicas. Até 2020 o Brasil possuía 90% do mercado mundial de nióbio. Faça uma pesquisa sobre este metal para responder as seguintes questões.
    - a) Qual a importância do nióbio para o Brasil?
    - b) Como ele é obtido, e qual sua propriedade química mais relevante?
    - c) Qual sua posição na tabela periódica?
    - d) Quais questões ambientais devem ser levadas em conta durante a extração do nióbio?
    - e) Quais as principais características do nióbio para que ele seja utilizado na construção de aviões, turbinas, peças automotivas, estruturas metálicas, navios, trilhos, baterias, sensores, lentes, supercondutores, navios?
    - f) O pentóxido de nióbio ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) é um semicondutor e um sólido branco, estável ao ar e insolúvel em água. Ele vem sendo utilizado para a produção de lentes óticas, filtros especiais para receptores de televisão, entre outras aplicações. Faça a fórmula eletrônica que representa o pentóxido de nióbio, sabendo que cada átomo de nióbio transfere cinco elétrons, e determine o tipo de ligação que ele faz com o oxigênio.

# Interações intermoleculares

» Fotografia ampliada da pata de lagartixa.

- 1 Que tipo de mecanismo a lagartixa utiliza para subir na parede? Converse com seus colegas sobre o assunto.

Não escreva no livro



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

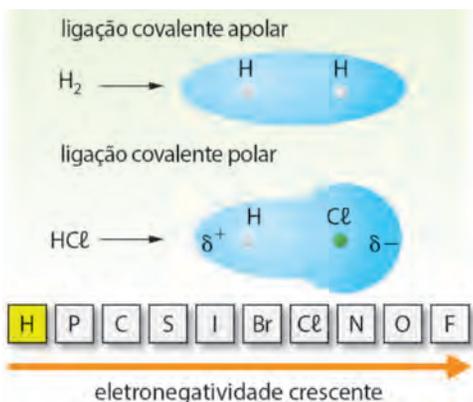
Provavelmente você já utilizou uma cola para grudar um material em outro. Mas você já se perguntou por que a cola possui essa propriedade adesiva?

As ligações químicas que formam as moléculas não explicam eficientemente o comportamento de alguns fenômenos químicos, como no caso da cola, ou da lagartixa na parede. O físico-químico holandês Johannes Diederik van der Waals (1837-1923) identificou que o comportamento das substâncias depende das forças de interação que acontecem entre as moléculas, nomeadas interações intermoleculares, e que estas dependem da polaridade de cada molécula.

Na molécula do ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), por exemplo, o átomo de cloro é mais eletronegativo do que o de hidrogênio e atrai os elétrons da ligação com maior intensidade, formando um polo negativo ( $\delta^-$ ) ao seu redor. Simultaneamente, forma-se também um polo positivo ( $\delta^+$ ) na região oposta da molécula, que fica com menor densidade eletrônica. Moléculas com dois polos, ou dipolos, como o ácido clorídrico, são **polares**.

Nas moléculas em que não há formação de dipolos, como o gás hidrogênio e o gás carbônico, os elétrons ficam distribuídos de maneira homogênea, e elas são classificadas como **apolares**. No caso do gás hidrogênio, não há diferença de eletronegatividade entre os átomos. No caso do gás carbônico, em que há diferença, a polaridade de uma ligação anula a da outra, o que torna a molécula como um todo apolar.

Uma vez estabelecido o conceito de polaridade, é possível compreender os tipos de interações que ocorrem entre moléculas.

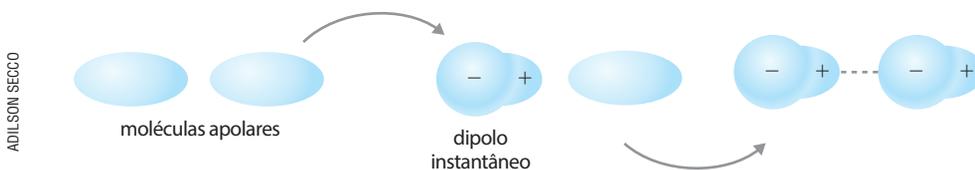


ADILSON SECCO

» Molécula apolar de gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e molécula polar de ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), com suas respectivas densidades eletrônicas (imagem sem escala e cores-fantasia).

# Dipolo induzido

Também conhecidas como **forças de dispersão de London**, em homenagem ao seu idealizador, o físico estadunidense Fritz Wolfgang London (1900-1954), as interações de dipolo induzido acontecem entre moléculas apolares e são as mais fracas interações intermoleculares. Nelas, os dipolos são formados de maneira momentânea, induzidos pelos elétrons de uma molécula próxima à outra, que induz o mesmo efeito na molécula subsequente e assim por diante. Este é o tipo de interação mais forte que acontece entre as moléculas da pata da lagartixa e da superfície onde ela se apoia.



## Espaços de aprendizagem

Acesse o [link](#) a seguir e simule algumas situações relacionadas à polaridade de moléculas.

POLARIDADE da molécula.

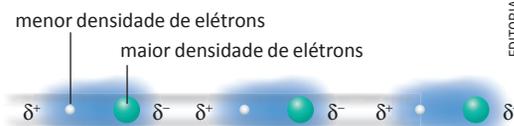
**Phet.** Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html). Acesso em: 13 jul. 2020.

» Processo de indução ocorrendo entre moléculas apolares, por exemplo, no gás oxigênio (imagem sem escala e cores-fantasia).

# Dipolo permanente

Um dos tipos de interação intermolecular para as moléculas polares é o dipolo permanente-dipolo permanente, onde o arranjo espacial de moléculas é dado pela orientação do polo positivo de uma molécula próximo ao polo negativo de outra, como mostra o exemplo do ácido clorídrico na imagem ao lado.

As interações intermoleculares de dipolo permanente são mais intensas do que as forças de dipolo induzido, entretanto menos intensas do que as de ligação de hidrogênio, apresentadas a seguir.

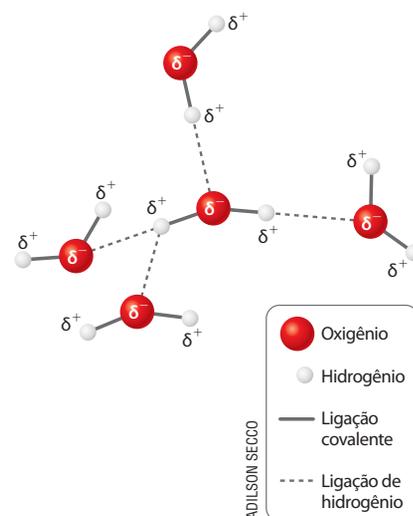


Organização das moléculas de ácido clorídrico (HCl) em relação ao seu dipolo elétrico. O hidrogênio (branco) corresponde ao polo positivo e o cloro (verde) ao polo negativo (imagem sem escala e cores-fantasia).

# Ligações de hidrogênio

Este tipo de interação acontece também em moléculas polares, mas apenas sob condições específicas. Considerando um par de moléculas interagindo, é necessário que ao menos um átomo dos três elementos mais eletronegativos - flúor, oxigênio ou nitrogênio - esteja presente em ambas, e, em ao menos uma delas, esteja ligado ao hidrogênio. Como exemplo, pode-se citar as ligações de hidrogênio que estão presentes entre as moléculas de água.

O oxigênio é consideravelmente mais eletronegativo que o hidrogênio. Por isso, na situação representada ao lado, haverá um acúmulo de carga negativa na região do oxigênio e de carga positiva nos hidrogênios.



» Representação das ligações de hidrogênio que ocorrem entre moléculas de água (imagem sem escala e cores-fantasia).

**2** Refletindo um pouco mais sobre mudança de estado físico, o que você acha que acontece quando a água no estado líquido recebe calor e evapora?

Não escreva no livro

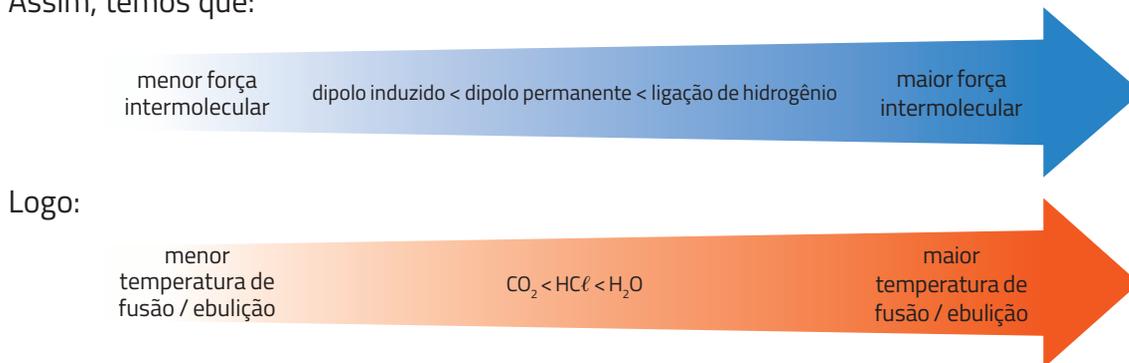
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

# Temperatura de fusão e ebulição

Quanto mais forte for a interação entre as moléculas, mais energia é necessária para que uma substância mude de estado físico. Assim, por meio dos tipos de interação, é possível prever que as temperaturas de fusão e ebulição de determinada substância podem ser maiores ou menores do que outra.

Por exemplo, as interações entre as moléculas de dióxido de carbono são dipolo induzido, fracas perto das interações entre as moléculas de ácido clorídrico (dipolo permanente), que por sua vez possui interações mais fracas do que as ligações de hidrogênio presentes na água.

Assim, temos que:



Logo:

## Espaços de aprendizagem

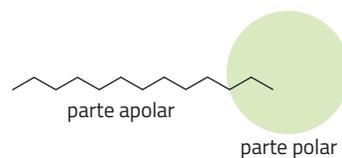
Para entender a importância de se conhecer o comportamento das substâncias assista ao filme **Perdido em Marte**. Um filme norte-americano de ficção científica dirigido por Ridley Scott, escrito por Drew Godda, 2015.

# Miscibilidade das moléculas

A partir da polaridade das moléculas é possível compreender por que algumas substâncias se misturam, e outras não. As substâncias que possuem a mesma polaridade são miscíveis entre si, ou seja, substâncias apolares se misturam melhor em substâncias apolares e substâncias polares se misturam melhor em substâncias polares. Por isso, por exemplo, a água e etanol se misturam, pois ambas são polares. Por outro lado, a água e o óleo formam uma mistura heterogênea, pois a água é polar e o óleo apolar, ou seja, a diferença na polaridade dessas substâncias impede que haja interação suficiente para que elas se misturem satisfatoriamente.

Algumas moléculas possuem as duas características, ou seja, possuem parte polar e parte apolar. Elas são chamadas de moléculas **anfifílicas** e são capazes de se misturar tanto em substâncias polares como em substâncias apolares. Em sabões e detergentes, por exemplo, a porção apolar interage com os óleos e gorduras e a porção polar com a água.

A imagem ao lado representa moléculas genéricas de sabão ou detergente interagindo com a água e com a gordura para proporcionar o deslocamento da gordura junto à água.



EDITORA DE ARTE

**3** Vamos pensar um pouco sobre a interação do sabão com a gordura. Por que é preciso esfregar a superfície para que haja limpeza correta?

Não escreva no livro

» Representação da fórmula estrutural da molécula genérica de um sabão (imagem sem escala e cores-fantasia).

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

## Saiba mais

A pele do ser humano é uma barreira natural contra a entrada de agentes nocivos no interior do corpo, entre eles microrganismos como bactérias e vírus. A epiderme, a parte mais superficial da pele, é formada por células mortas e grande quantidade de queratina, uma proteína **impermeável** até mesmo à água. É nesta camada que os agentes estranhos como os vírus ficam, muitas vezes protegidos entre restos celulares. Ao levar a mão contaminada à boca, por exemplo, os vírus entram em contato com outros tecidos e podem infectar as células.

O revestimento externo dos vírus e bactérias é constituído por proteínas e/ou lipídios. No caso do vírus causador da covid-19, esta camada forma um envelope ao seu redor que o protege. Ao lavar as mãos, a região apolar das moléculas de sabão interage com os lipídios (gordura) (1), enquanto a região polar interage com a água. Essa interação desestabiliza e pode romper o envelope viral (2). Como as forças de atração entre as regiões polares das moléculas de sabão e da água são intensas, elas podem formar uma configuração chamada **micela** (3), na qual essas moléculas envolvem as moléculas de gordura. Ao esfregar as mãos, a desfragmentação do vírus é maior, e ao enxaguá-las, as micelas e os fragmentos virais são levados pela água (4).

### Impermeável:

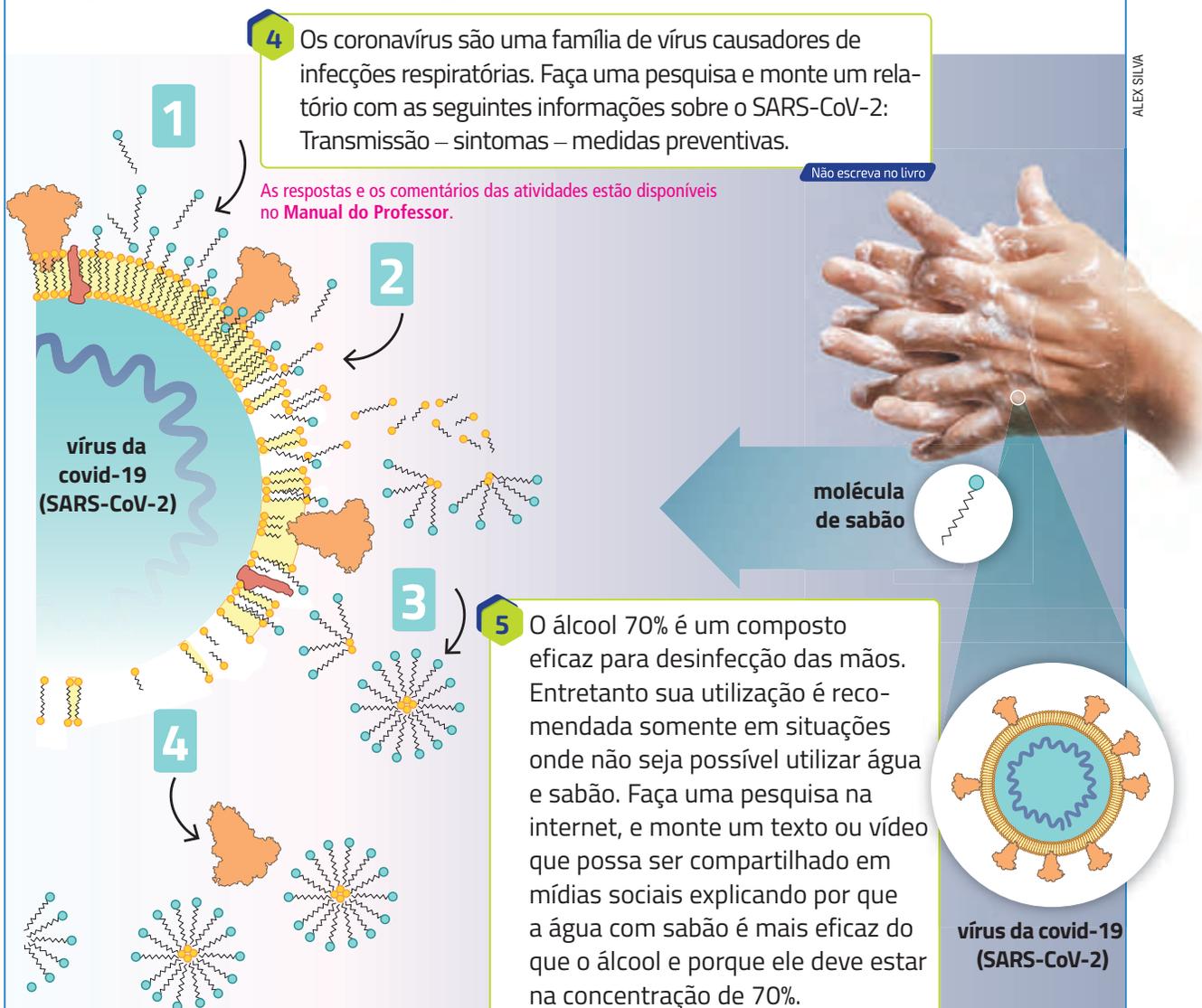
Material que não permite a passagem de líquidos, em especial da água.

**4** Os coronavírus são uma família de vírus causadores de infecções respiratórias. Faça uma pesquisa e monte um relatório com as seguintes informações sobre o SARS-CoV-2: Transmissão – sintomas – medidas preventivas.

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

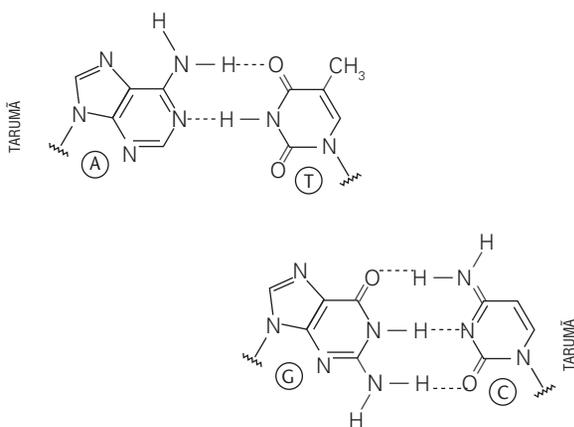
Não escreva no livro

ALEX SILVA



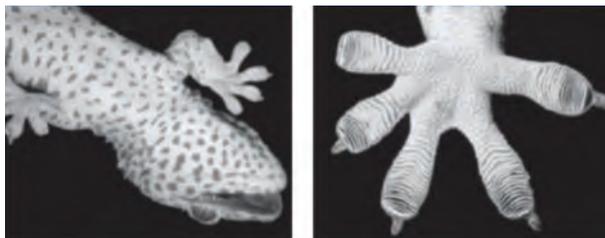
Elaborada com base em: STIEPAN, D. Covid-19 expert explains what soap does to SARS-Cov-2 virus. **Mayo Clinic**, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/covid-19-expert-explains-what-soap-does-to-sars-cov-2-virus/>. Acesso em 19 ago. 2020

1. Abaixo temos uma representação das bases de nitrogênio que formam o DNA: citosina (C), guanina (G), adenina (A) e timina (T). Os tracejados entre as bases C e G e A e T indicam o tipo de ligação existente entre estas moléculas. Qual tipo de ligação o tracejado indica. Por quê?



2. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos, compostos de carbono e hidrogênio, de origem fóssil. Sabe-se que a gasolina não se mistura com a água. Qual deverá ser a polaridade da gasolina?
3. Leia o texto a seguir.

As lagartixas têm em suas patas estruturas que se assemelham a pequenos fios, de estrutura apolar. São estas estruturas que permitem a este animal andar pela parede. Agora com base em seu conhecimento sobre as interações intermoleculares, responda.



» Ampliações das estruturas da pata de uma lagartixa.

- a) Que tipo de força intermolecular está presente nas patas da lagartixa? Por quê?
- b) Elabore uma hipótese sobre como as forças intermoleculares estão envolvidas na capacidade da lagartixa andar na parede.
4. A higienização das mãos é importante para a prevenção de diversas doenças, sejam elas causadas por vírus, bactérias, protozoários ou até por vermes. Sobre isso, responda.

- a) A higienização das mãos deve ser feita regularmente, ao longo de um dia. Contudo, existem momentos específicos em que ela deve ser realizada. Quais são eles?
- b) Explique com suas palavras como age o sabão contra o vírus SARS-Cov-2, causador da covid-19 durante a lavagem das mãos.
- c) Existe uma técnica adequada para a higienização das mãos com água e sabão. Pesquise sobre ela, registre as informações em seu caderno e, em grupos, elabore panfletos com essas informações. Entregue os panfletos à comunidade escolar para sua conscientização a respeito da importância de higienizar corretamente as mãos e de como fazê-la.
- d) Realize a seguinte prática para verificar se você e seus colegas sabem higienizar as mãos. Um voluntário deve pintar as mãos e os punhos com uma tinta guache a base de água e não tóxico. Com os olhos vendados, esse voluntário deve lavar suas mãos seguindo a técnica pesquisada na alternativa c. Após a lavagem, verifiquem se há resíduos de tinta nas mãos do voluntário. Repitam a técnica utilizada entre todos do grupo e indiquem onde há falhas na higienização que devam ser corrigidas.

5. A polaridade das substâncias permite que algumas sejam miscíveis formando misturas homogêneas, enquanto outras não se misturam formando misturas heterogêneas. Com base na afirmação, analise o quadro a seguir e explique por que os tipos de misturas se formam.

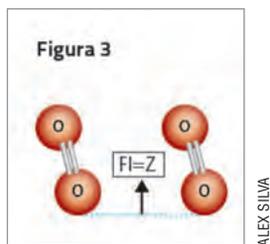
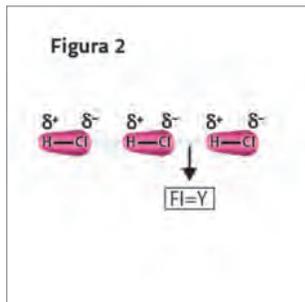
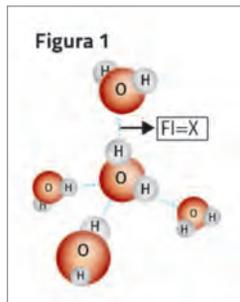
MISTURA	TIPO DE MISTURA
GASOLINA + ÁLCOOL	HOMOGÊNEA
ÁLCOOL + ÁGUA	HOMOGÊNEA
GASOLINA + ÁGUA	HETEROGÊNEA

6. O material que geralmente recobre tecidos impermeáveis seria formado por substâncias polares ou apolares? Por quê?



» Tecido impermeável.

1. Analise as figuras a seguir e faça o que é indicado.

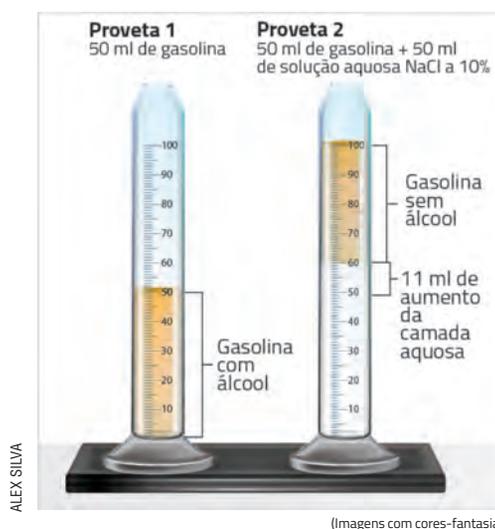


- Sendo X, Y e Z três interações intermoleculares distintas, coloque-as em ordem crescente de intensidade.
  - Qual das três substâncias tem o maior ponto de ebulição? Explique.
2. O cloro é um gás amarelo-esverdeado, encontrado geralmente ligado a outros elementos químicos, como o sal de cozinha e o ácido clorídrico, que compõe o suco gástrico presente no estômago. Sobre este elemento responda as questões a seguir.
- Copie a imagem ao lado em seu caderno. Consulte a tabela periódica e preencha os quadrinhos que determinam o nº atômico (Z) do cloro e sua Massa atômica.
  - Faça a representação de Bohr para o átomo de cloro.
  - Represente a fórmula de Lewis para o sal de rocha e o ânion de maior quantidade na água do mar.
  - Pesquise, nomeie e faça a fórmula eletrônica, a fórmula estrutural e a fórmula molecular dos compostos sintetizados na indústria que servem para ação desinfetante e para produção de plásticos.
  - Pesquise, nomeie e faça a fórmula estrutural, a fórmula eletrônica e a fórmula molecular de um derivado tóxico do uso de cloro em quantidades e ambientes inadequados.
3. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), por meio da Portaria nº 143 do Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento, aplica como norma a adição de etanol anidro à gasolina no percentual de até 27%. Existem duas principais vantagens dessa prática:

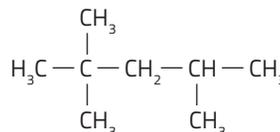
- O etanol funciona como um antidetonante, ou seja, ele aumenta o índice de resistência da gasolina à explosão, propriedade chamada de octanagem. Sendo assim, a gasolina não entra em combustão antes do momento apropriado.
- A redução da produção de monóxido de carbono (CO), gás diretamente relacionado à intensificação do efeito estufa. O monóxido de carbono é um produto da queima incompleta da gasolina.

Uma das formas de fazer o teste para descobrir se o teor de álcool na gasolina está correto se dá com auxílio de um aparelho medidor de volume. Veja o mecanismo representado a seguir.



Neste experimento colocou-se 50 mL de gasolina comum (proveta 1), e posteriormente água com um pouco de sal apenas para polarizar um pouco mais a mistura de água e sal, até atingir 100 mL (proveta 2). Agita-se cuidadosamente e se aguarda alguns minutos até observação das duas fases bem nítidas como mostra a proveta 2. Conhecendo as fórmulas da gasolina, da água e do sal responda o que se pede.

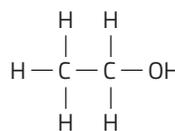
Dados:



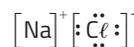
$\text{C}_8\text{H}_{18}$  - isoctano componente da gasolina



$\text{H}_2\text{O}$



Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )



NaCl - sal - Cloreto de sódio

- a) Explique por meio de seus conhecimentos em interações intermoleculares porque a água consegue extrair o álcool que está misturado na gasolina.
- b) Observando a imagem das provetas do experimento vemos que a gasolina comum ficou acima da mistura de água e sal. Por quê?
- c) Usando o raciocínio da regra de três abaixo representada determine o teor de álcool na amostra de gasolina da imagem e conclua se ela está dentro das especificações da ANP.
- 50 mL (gasolina misturada com o álcool) — 100% da amostra  
X mL (volume de álcool extraído) — Y% (de álcool)

Faça a relação cruzada de proporção direta.

- d) Sabendo que a gasolina sobrenadante é pura pois o álcool já foi retirado, explique uma forma de determinarmos a densidade da porção de gasolina.

Dicas:

Materiais a serem utilizados: funil de decantação, proveta, balança.

Usar apenas a massa da gasolina:  $m(\text{gasolina} + \text{proveta}) - m(\text{proveta}) = \text{massa da gasolina}$ .



4. A osteoporose é uma condição na qual os ossos tornam-se frágeis, tendo maior risco de sofrerem fraturas. Algumas situações podem aumentar a probabilidade da ocorrência da osteoporose, como a ingestão insuficiente de um elemento essencial ao organismo humano. No entanto, a grande parte dos casos de osteoporose está entre os idosos e essa condição está relacionada ao processo natural de envelhecimento, em que há uma redução na formação de novas células ósseas. Soma-se a essa condição o grande risco de queda da pessoa idosa, outro fator associado à ocorrência de fraturas.

Observe o gráfico a seguir, que representa a ocorrência de queda entre os idosos.

» Ocorrência de quedas em idosos

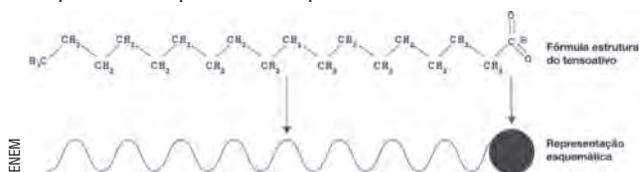


Fonte dos dados: QUEDAS são a terceira causa de mortalidade entre pessoas com mais de 65 anos. **G1**, 8 jun. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2019/06/08/quedas-sao-a-terceira-caoa-de-mortalidade-entre-pessoas-com-mais-de-65-anos.ghtml>. Acesso em: 1 jul. 2020.

A respeito do assunto, realize uma pesquisa para responder às questões a seguir.

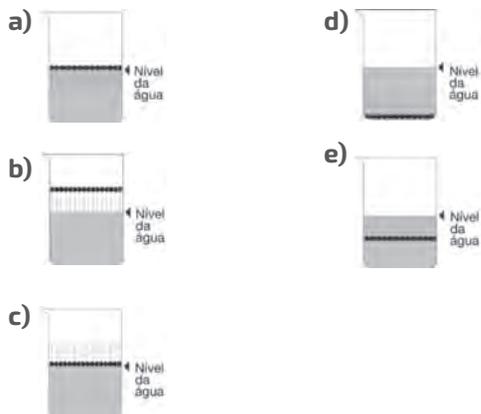
- a) Quais atitudes e cuidados podem ser realizados para reduzir a problemática indicada pela imagem que representa a ocorrência de quedas em idosos? Explique por que estas atitudes são importantes.
- b) Qual elemento, quando ingerido em quantidades suficientes, pode estar associado a medidas de prevenção da osteoporose? Explique sua resposta.
- c) Quais alimentos são ricos neste elemento?
- d) O ácido fosfórico presente em refrigerantes do tipo cola possui alta afinidade com íons cálcio formando fosfato de cálcio, um sal solúvel na água. Esta reação facilita a eliminação pela urina do cálcio obtido por meio da alimentação. Sabendo que o fosfato é um ânion, o cálcio presente nos alimentos está em sua forma atômica neutra ou na forma de cátion cálcio? Justifique.
- e) Consulte a tabela periódica e faça a distribuição eletrônica do elemento químico cálcio.

5. (Enem/MEC) Os tensoativos são compostos capazes de interagir com substâncias polares e apolares. A parte iônica dos tensoativos interage com substâncias polares, e a parte lipofílica interage com as apolares. A estrutura orgânica de um tensoativo pode ser representada por:



Ao adicionar um tensoativo sobre a água, suas moléculas formam um arranjo ordenado.

Esse arranjo é representado esquematicamente por: **Alternativa c.**



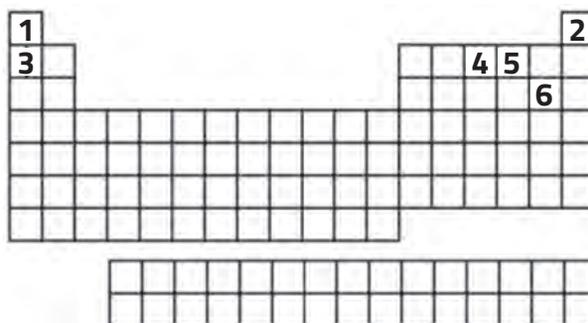
ENEM

6. (Fuvest-SP) Considere o elemento cloro formando compostos com, respectivamente, hidrogênio, carbono, sódio e cálcio. (Consulte a tabela periódica.). Com quais desses elementos o cloro forma compostos covalentes?
7. (FEI-SP) Sabendo-se que o subnível mais energético de um átomo do elemento A é o  $4s^1$  e de outro átomo do elemento B é o  $3p^5$ , assinale a alternativa correta: **Alternativa a.**
- os íons dos átomos dos referidos elementos são isoeletrônicos.
  - o átomo do elemento A apresenta menor raio atômico que o átomo do elemento B.
  - o átomo do elemento A apresenta 3 camadas.
  - o átomo do elemento B apresenta um total de 18 elétrons.
  - os elementos A e B são metais.
8. (Unitins-TO) Com relação à classificação periódica moderna dos elementos, identifique a afirmação verdadeira: **Alternativa a.**
- em uma família, os elementos apresentam geralmente o mesmo número de elétrons na última camada.
  - na tabela periódica, os elementos químicos estão colocados em ordem decrescente de massas atômicas.
  - em uma família, os elementos apresentam propriedades químicas bem distintas.
  - em um período, os elementos apresentam propriedades químicas semelhantes.
  - todos os elementos representativos pertencem ao grupo B da tabela periódica.

9. (UECE) O elemento químico com  $Z = 54$  possui em sua camada de valência a configuração  $5s^2 5p^6$ . Os elementos com  $Z = 52$  e com  $Z = 56$  pertencem às famílias dos: **Alternativa a.**

- calcogênios e alcalino terrosos
- halogênios e alcalinos
- halogênios e alcalino terrosos
- calcogênios e alcalinos

10. (Fuvest-SP) Um astronauta foi capturado por habitantes de um planeta hostil e aprisionado numa cela, sem seu capacete espacial. Logo começou a sentir falta de ar. Ao mesmo tempo, notou um painel como o da figura:



VESTIBULAR FUVEST

Em que cada quadrado era uma tecla. Apertou duas delas, voltando a respirar bem. As teclas apertadas foram **Alternativa d.**

- 1 e 2
- 2 e 3
- 3 e 4
- 4 e 5
- 5 e 6

11. (UFSC) Analise as duas afirmações: A luz emitida nos luminosos a base de gás neônio, ( $20\ 10\ \text{Ne}$ ), são originadas em tubos de baixa pressão com descarga elétrica de alta voltagem. Os chineses, desde o século X, utilizavam efeitos luminosos pela queima de fogos de artifício. Analise a(s) proposição(ões) VERDADEIRA(S):

- A luz emitida pelo gás neônio ocorre pela reação química entre todos os átomos presentes no tubo.
- A luz emitida tanto pelo gás neônio, quanto pelos fogos de artifício pode ser explicada através do salto dos elétrons para níveis mais energéticos. Esta luz será liberada quando da volta do elétron à sua camada de origem.
- A ionização do átomo de neônio acontece com a perda de elétrons do subnível "2p".
- O neônio é um gás nobre com a seguinte configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

# AGROTÓXICOS, SAÚDE E AMBIENTE

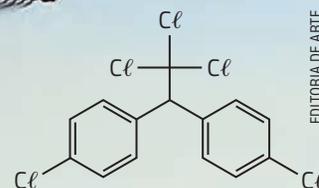
Os agrotóxicos, também chamados de defensivos agrícolas e pesticidas, são substâncias utilizadas no combate e no controle de pragas agrícolas, organismos que podem danificar plantações ou provocar doenças em criações de animais. Eles incluem produtos especializados no controle de insetos (inseticidas), de fungos (fungicidas), de plantas invasoras (herbicidas), entre outros.

Há cerca de 10 000 anos o ser humano começou a estocar grãos, e os campos cultivados tornaram-se fonte de alimento para os insetos. No anseio de os combater, o ser humano utilizou rituais religiosos e métodos que utilizavam diversos tipos de compostos naturais, alguns destes com relatos de sucesso. Entretanto, foi entre os séculos XIX e XX, que a produção de inseticidas orgânicos sintéticos passou a ocorrer. Durante a Segunda Guerra Mundial, a fim de proteger os soldados de insetos causadores de doenças, um importante inseticida foi utilizado, o dicloro-difenil-tricloroetano, conhecido por DDT, usado para combater piolhos que infestavam o exército norte-americano.



» Avião pulverizando defensivos agrícolas em plantação de cana-de-açúcar (Paranacity, PR, 2016).

» Fórmula estrutural do DDT.



EDITORIA DE ARTE

Atualmente existe uma diversidade de agrotóxicos cuja formulação inclui, frequentemente, carbono (C), cloro (Cl), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), bromo (Br) e hidrogênio (H).

Quanto à composição química, os inseticidas, especificamente, podem ser classificados em: organoclorados, organofosforados e carbamatos.

Os organoclorados são constituídos por carbono (C), hidrogênio (H) e cloro (Cl). São insolúveis em água; solúveis em gorduras, o que ocasiona seu acúmulo no tecido adiposo dos organismos vivos; e estáveis, pois, devido a sua baixa reatividade, demoram muito tempo para serem degradados na natureza. Por isso, além de tóxicos aos seres vivos, são poluentes ambientais, o que ocasionou sua proibição em diversos países. O DDT é um exemplo de organoclorado cujo uso é, atualmente, proibido.

Por conta disso, os organoclorados foram substituídos pelos organofosforados e pelos carbamatos. Os organofosforados são constituídos por carbono (C), hidrogênio (H), fósforo (P), enxofre (S) e nitrogênio (N). Já os carbamatos são constituídos por carbono (C), hidrogênio (H) e nitrogênio (N). Comparativamente, esses grupos de pesticidas são mais tóxicos que os organoclorados, contudo, menos persistentes no ambiente, sendo rapidamente decompostos.

Devido à toxicidade dos agrotóxicos, a exposição a eles pode ocasionar uma série de problemas de saúde. Eles podem ter diversos efeitos no corpo humano, dependendo da dose de exposição.

Em situações de exposição aguda, quando há contato com altas doses do agrotóxico, podem ocorrer vômitos, fraqueza, cólica, dores de cabeça e musculares, dificuldade respiratória e desmaio. Normalmente este tipo de exposição acontece com trabalhadores do campo, fabricantes e transportadores do produto. Por isso, os agrotóxicos devem ser manipulados com equipamentos de proteção individual (EPI), como botas, jaleco, avental, viseira, respirador, luvas, máscaras e touca.

A exposição também pode ocorrer de forma crônica, quando ocorre o acúmulo no corpo humano devido ao consumo de plantas que foram cultivadas com doses não permitidas de agrotóxicos, ou de animais que delas se alimentaram.

Entre os efeitos dos agrotóxicos no organismo estão problemas nos sistemas circulatório, respiratório, digestório, endócrino, nervoso e no metabolismo, podendo incluir o desenvolvimento de câncer. Por esse motivo, é importante conhecermos e selecionarmos os alimentos que estamos ingerindo, além de higienizá-los corretamente.

Além dos problemas de saúde, o uso de agrotóxicos pode contaminar o ambiente, ao serem conduzidos pelo vento a regiões vizinhas de onde foram aplicados; ao serem infiltrados no solo juntamente à água da chuva e chegarem a corpos d'água etc. Nesse caso, a contaminação pode se espalhar e atingir diversos outros seres vivos, além dos que seriam alvo de ação nas plantações.

» Trabalhador aplicando agrotóxico com equipamentos de proteção individual.



ALF RIBEIRO/SHUTTERSTOCK.COM

## Atividades

Não escreva no livro

1. O uso de agrotóxicos é um assunto amplamente debatido ao redor do mundo, considerando dois pontos principais: a otimização da produção de alimentos × a contaminação ambiental e os danos à saúde. Forme um grupo com seus colegas e indiquem pontos favoráveis e contrários ao uso de agrotóxicos na agricultura. Se necessário, realizem uma pesquisa a respeito do assunto em *sites* e fontes confiáveis. Após o levantamento dessas informações, exponha sua opinião sobre o tema: você é a favor ou contra o uso de agrotóxicos na agricultura? Debata com seu grupo, elaborando argumentos com base em conhecimentos científicos para sustentar a defesa de sua opinião sobre o tema.
2. Você conhece aquilo que você está comendo? Realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis a respeito da concentração de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e de origem animal, identificados por institutos e órgãos de pesquisa confiáveis. Inclua em sua pesquisa formas alternativas de plantio que não fazem uso de agrotóxicos, como a agricultura orgânica, indicando os benefícios de incentivá-las. Confeccione cartazes para divulgar os resultados de suas pesquisas, buscando informar a população local a respeito da qualidade dos alimentos que estão disponíveis na sua região e apresentando-lhes possíveis alternativas para escolhas alimentares mais saudáveis.

## Transformações da matéria e da energia - reações químicas e metabolismo

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

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

**Competências gerais** 5, 8 e 9.

**Competências da Natureza e das Tecnologias**

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

**Habilidades:** EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT306

Há muito tempo o ser humano aprendeu a controlar algumas transformações químicas para a produção de diversos materiais, incluindo os alimentos. Os indígenas da América do Sul utilizam diversos saberes ao produzirem e prepararem alimentos variados de sua cultura, como, por exemplo, aqueles que levam a mandioca brava (*Manihot esculenta*) como ingrediente, caso do beiju e do tucupi.

A mandioca brava possui uma concentração muito maior de ácido cianídrico do que a mandioca mansa, que é comercializada em feiras e mercados. O acúmulo desta substância no organismo é extremamente tóxico aos seres vivos.

O processo de desintoxicação da mandioca brava envolve extrair a mandioca do solo e raspar sua casca, para então combinar técnicas fundamentais para a produção da farinha que será utilizada no beiju ou do caldo para o tucupi. Entre elas estão a fervura e a fermentação, onde microrganismos decompõem o ácido cianídrico em substâncias não nocivas ao organismo.

Nesta unidade estudaremos algumas características gerais das reações químicas. Também estudaremos algumas reações químicas que ocorrem no interior das células dos seres vivos, e como elas estão relacionadas com alguns dos sistemas do corpo humano.

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

Não escreva no livro

1. Você sabe o que é fermentação, ou conhece alguma situação em que este processo está envolvido?
2. A mandioca é considerada um alimento energético. O que isso significa?
3. Quais tipos de transformação da matéria estão envolvidos nos processos de fermentação e fervura?

» Mulher prepara beiju ou tapioca na Aldeia Utapinozona da etnia Tuyuka. (Manaus, AM, 2018).



MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



LUCCIA ZVARIK/PULSARIMAGENS

# Funções e reações químicas

1 Em qual momento da história o ser humano aprendeu a manipular o fogo? Que tipo de mudanças isso trouxe? Converse com seu professor de História e faça um breve resumo em seu caderno sobre o assunto.

A combustão é um exemplo de transformação física ou química da matéria? Qual seria a diferença entre estas transformações?

Não escreva no livro

Segundo pesquisadores, há aproximadamente 40 000 anos o ser humano iniciou a manipulação do fogo. Desde então, esse fenômeno químico, decorrente de reações de combustão, tem acompanhado o cotidiano do ser humano, aquecendo seus alimentos, oferecendo conforto e gerando energia através de usinas como as termelétricas.

A combustão sempre intrigou a humanidade, pois como explicar algo que se pode sentir, mas não se pode tocar? Durante o tempo, a combustão foi explicada por meio de mitos, lendas, filósofos e cientistas. Diversas teorias foram criadas, entre elas a do flogístico, hoje considerada ultrapassada.

» Madeira em combustão.

O fogo é a energia liberada para o ambiente na forma de calor e luz e pode ser considerado uma evidência de que há uma transformação química ocorrendo. A parte gasosa visível do fogo, especificamente, é denominada chama.

Alguns materiais não realizam reações de combustão e sim de calcinação, processo associado ao aquecimento em altas temperaturas na presença de oxigênio. Neste processo, é comum a formação de produtos esbranquiçados, chamados de cinzas, que podem conter também produtos da combustão incompleta de impurezas presentes nos materiais calcinados.

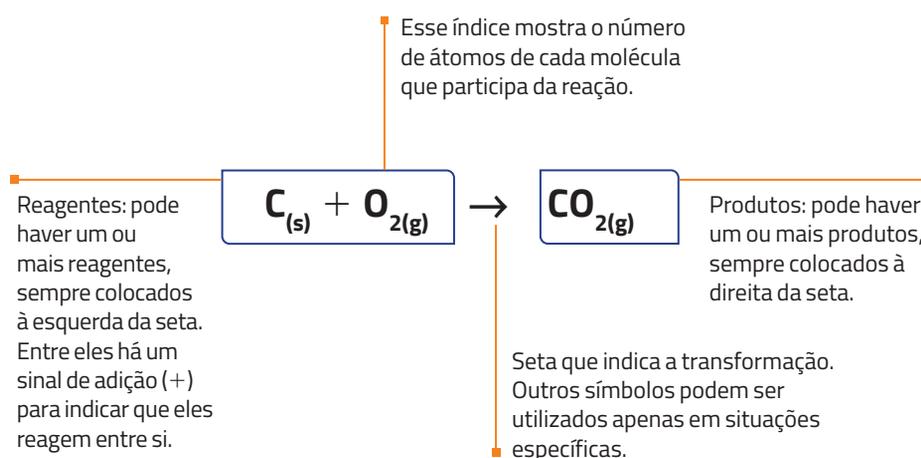
A maioria das transformações químicas apresenta evidências que indicam sua ocorrência. Entre elas estão a formação de bolhas; mudança de cor; surgimento de um precipitado (substância insolúvel); mudança de temperatura; mudança ou surgimento de odor. Entretanto, caso nenhuma dessas evidências seja perceptível, podem ser realizadas reações de identificação no laboratório para determinar os novos compostos formados. No caso da combustão, é possível ver algumas destas evidências. Vejamos outro exemplo, agora de uma chama do fogão a gás.

Ao gerar a chama em um fogão, o gás de cozinha (propano e/ou butano) utilizado como combustível deixa de existir. Neste momento, ocorre uma reação com oxigênio que forma água (no estado gasoso) e gás carbônico, além de fogo, que é proveniente da transformação de parte da energia envolvida nas ligações químicas do gás de cozinha e do gás oxigênio. Temos aqui, então, uma típica **transformação química** ou **reação química**, pois houve mudança na matéria e na energia.

## Equações químicas

Toda reação química tem reagentes e produtos. **Reagentes** são as substâncias que sofrem as transformações, e os **produtos** são as substâncias obtidas após a reação. No exemplo do fogão, o gás oxigênio e o gás propano são os reagentes, e o vapor de água e o gás carbônico os produtos.

Uma reação química pode ser representada por uma **equação química**. Veja o exemplo da queima do carvão (C) com o gás oxigênio formando gás carbônico.



Os índices **(s)**, **(g)**, **(l)** abaixo das substâncias numa equação química indicam os estados físicos, sólido, gasoso e líquido respectivamente.

### Espaços de aprendizagem

O fogo é abordado por alguns povos por meio de lendas e mitos. Acesse o texto disponível no *link* a seguir e veja a lenda do Japuaçu, presente na cultura de indígenas da Amazônia.

[https://www.](https://www.recantodasletras.com.br/ensaios/4515516)

[recantodasletras.com.br/ensaios/4515516.](https://www.recantodasletras.com.br/ensaios/4515516)

Acesso em: 20 jul. 2020.

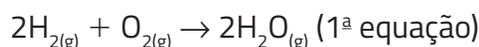
# Lei da conservação da massa

Em meados de 1774, o francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) estudava os processos de combustão e calcinação, e, por meio de experimentos feitos em sistema fechado, ou seja, um meio completamente isolado do ambiente externo, percebeu que a massa dos reagentes e dos produtos se conservava, contrariando a teoria do flogisto. Além disso, Lavoisier percebeu que o gás oxigênio apresentava um papel fundamental na combustão, sem o qual a mesma não ocorria.

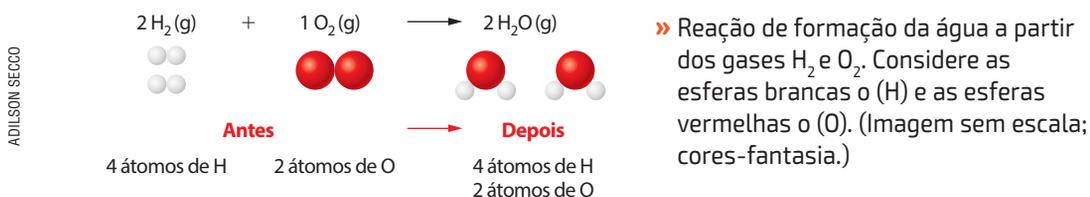
É importante mencionar que sua esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze Lavoisier (1758-1836), além de outros cientistas da época, contribuiu muito para o sucesso dos experimentos de Lavoisier, que são a base para o que hoje conhecemos como **Lei da conservação das massas** (ou Lei de Lavoisier). Essa lei é conhecida pela seguinte frase, que, embora não seja de autoria de Lavoisier, se popularizou como tal:

**“NA NATUREZA, NADA SE PERDE, NADA SE CRIA,  
TUDO SE TRANSFORMA”.**

Com base na Lei da Conservação de Massa, vamos analisar a reação química entre o gás hidrogênio e gás oxigênio para a formação de água.



Neste caso, os gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ) são os reagentes e a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) é o produto. Os números colocados antes do gás hidrogênio e da água são chamados de **coeficientes estequiométricos**, e indicam quantas moléculas ou átomos estão envolvidos em uma reação química. A ausência de coeficientes pode ser entendida como o número 1, como ocorre, aqui, com o gás oxigênio. Para entender melhor a quantidade de partículas da reação, vamos utilizar a representação do modelo atômico de Dalton, em que cada esfera corresponde a um átomo:



Observe que o número de esferas à esquerda da seta de equação, nos reagentes, é o mesmo que à direita da seta, nos produtos, totalizando seis átomos envolvidos na transformação. Temos quatro átomos de hidrogênio e dois átomos de oxigênio nos reagentes e exatamente os mesmos átomos nos produtos. Esta reação obedece a Lei de Lavoisier, pois os átomos presentes nas moléculas de  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  se rearranjaram, formando  $\text{H}_2\text{O}$ , e não houve aumento ou diminuição de átomos.

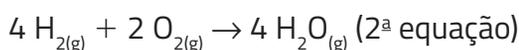
Esta reação pode também ser chamada de síntese da água. Uma **reação de síntese** é caracterizada quando dois ou mais reagentes reagem entre si formando um único produto.



Retrato do químico francês Antoine Laurent Lavoisier com sua esposa Marie-Anne Pierrette Paulze Lavoisier. Pintura de óleo em tela, de 1788.

# Lei das proporções definidas

Na mesma época de Lavoisier, ao final do século XVIII, outros cientistas, como Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1810), colaborador de Lavoisier, e o químico escocês Thomas Thomson (1773-1852), entre outros, também estudavam as transformações químicas. Um deles, o químico francês Joseph Louis Proust (1754-1826), divulgou a **Lei das proporções definidas**. O enunciado dessa lei, também chamada de lei de Proust, diz que as reações químicas acontecem em proporções definidas. No caso da síntese da água exemplificada a seguir, a produção de quatro moléculas requer especificamente quatro moléculas de gás hidrogênio e duas moléculas de gás oxigênio.



A forma de acertarmos os coeficientes das equações químicas é chamada de **Balanceamento de equação** e está fundamentada nas duas leis ponderais (em que “ponderal” é sinônimo de “peso”): a Lei de Lavoisier e a Lei de Proust. A imagem abaixo demonstra, em termos de massa, as duas leis.



**Lei de Proust**  
Proporções definidas

$$\begin{aligned} 2 \times 2 &= 4 \\ 16 \times 2 &= 32 \\ 18 \times 2 &= 36 \end{aligned}$$

**Lei de Lavoisier**  
Conservação da massa

$$\begin{aligned} 2 + 16 &= 18 \\ 4 + 32 &= 36 \end{aligned}$$

4 Com base nessa equação, desenvolva os itens (a), (b) (c) e (d) em seu caderno.

a) Copie o quadro abaixo e o complete.

Nº de átomos de H nos reagentes	Nº de átomos de O nos reagentes	Nº de átomos de H nos produtos	Nº de átomos de O nos produtos

- b) Faça a representação de Dalton para esta equação.  
c) Qual a proporção entre a reação de síntese da água da 1ª equação e da 2ª equação?  
d) Represente a equação da formação de uma molécula de água.

Não escreva no livro

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

3 Uma receita de bolo apresenta determinada quantidade de ingredientes. Se uma pessoa quiser dobrar a receita, o que ela deve fazer?

Não escreva no livro

**Espaços de aprendizagem**

Acesse o [link](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.htm) a seguir e realize uma simulação de balanceamentos de equações químicas. [https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations\\_pt\\_BR.htm](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.htm). Acesso em: 19 set. 2020.

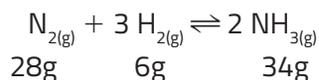
Não escreva no livro



» Produção de fertilizantes, Alemanha.

Entre os anos de 1908 e 1913, os químicos alemães Fritz Haber (1868-1934) e Willian Carl Bosch (1874-1940) desenvolveram uma reação química de grande importância para a humanidade: a síntese da amônia. A amônia é uma substância com vasta aplicação, por exemplo, fonte de nitrogênio na fabricação gás de refrigeração em sistemas industriais. A síntese da amônia permitiu também o desenvolvimento dos fertilizantes nitrogenados, que levou a um aumento de 30 a 50% da produção agrícola, o que garantiu a sobrevivência de aproximadamente 27% da população mundial durante o século XX.

Veja, a seguir, a equação do processo de obtenção da amônia (sob condições específicas), com as respectivas massas de reagentes e produtos.



Não escreva no livro

1. Em grupo, faça uma pesquisa sobre as atividades desenvolvidas por Haber e Bosch para chegarem a um bom resultado na produção da amônia. Faça uma apresentação aos seus colegas em forma de *slides* ou grave um vídeo que possa ser compartilhado na internet. Não esqueça de ilustrar sua pesquisa.
2. A equação de síntese da amônia segue a Lei de Lavoisier? Justifique.
3. Em uma reação industrial, em condições favoráveis e ideais, precisa-se obter 340 kg de amônia. Baseando-se nas quantidades presentes na equação, qual a massa que se deve utilizar de cada reagente? Em qual das leis ponderais você deve se embasar para desenvolver seus cálculos?

## Funções e reações químicas

As substâncias químicas têm comportamentos característicos que as classificam em diferentes tipos de função, como ácidos, bases, sais e óxidos, que foram (e ainda são) estudados amplamente por muitos cientistas, entre eles o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927).

Vamos analisar os comportamentos das funções quando as substâncias estiverem em meio aquoso, isto é, interagindo com moléculas de água, conforme a teoria proposta por Arrhenius.

### Saiba mais

Os sais são compostos iônicos formados por cátions e ânions e podem ser obtidos, por exemplo, a partir de reações de neutralização entre ácidos e bases. O cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como sal de cozinha, é um exemplo de sal.

# Ácidos

O termo “ácido” é de etimologia grega e significa “azedo”. Essa propriedade organoléptica, ou seja, que pode ser sentida por algum sentido do corpo humano, está presente no limão ou no vinagre, por exemplo. O que dá essa sensação característica é o íon hidrogênio ( $H^+$ ) que os ácidos liberam em meio aquoso.

Alguns ácidos podem ser extremamente prejudiciais ao corpo, por isso, deve-se tomar cuidado ao manuseá-los e em hipótese alguma ingeri-los ou inalá-los. A variação entre eles acontecerá em função da diversidade de ânions em suas formulações, além da quantidade de íons  $H^+$  que podem ser formados.

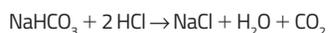
O quadro a seguir traz exemplos de fórmulas moleculares e nomenclatura para diferentes ácidos.

Ânion	Fórmula molecular do ácido	Nome do ácido.
$Cl^-$ (Cloreto)	HCl	Ácido clorídrico
$SO_4^{2-}$ (Sulfato)	$H_2SO_4$	Ácido sulfúrico
$NO_2^-$ (Nitrito)	$HNO_2$	Ácido nitroso
$BO_3^{3-}$ (Borato)	$H_3BO_3$	Ácido bórico

Observe que o sufixo do nome do ânion interfere no sufixo do nome do ácido. Porém, a fórmula molecular, por padronização, sempre começa com H e sua nomenclatura se inicia pela palavra ácido.

Ácidos também reagem intensamente com sais de carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ), formando  $H_2O$ ,  $CO_2$  e sal como produtos. Essa reação é classificada como **dupla troca**, que é um tipo de reação em que há inversão de elementos entre duas substâncias compostas.

Como exemplo, pode-se citar o antiácido estomacal preparado à base do sal de bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), que reduz momentaneamente a acidez estomacal provocada pelo excesso de ácido clorídrico, segundo a seguinte equação:



Os ácidos também são conhecidos por suas propriedades corrosivas. Profissionais que trabalham com mármore, os marmoristas, não recomendam que ele entre em contato com vinagre, devido ao risco de corrosão. Essa corrosão acontece porque o mármore tem em sua composição o sal carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), que, em contato com o ácido acético (HAc) presente no vinagre, forma o sal acetato de cálcio ( $Ca(Ac)_2$ ), um precipitado branco, além de água e gás carbônico.



» Frutas cítricas utilizadas na culinária brasileira.

**5** Você sabe o que é etimologia? Converse com o professor de Linguagens sobre diferentes termos utilizados nas Ciências Naturais que envolvem este assunto.

Não escreva no livro

**6** Em seu caderno, balanceie a seguinte reação:  
 $Na + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2$

Não escreva no livro

$NaHCO_3$  dissolvido em água



» Ação do antiácido quando ingerido.

DECADE3D - ANATOMY ONLINE/SHUTTERSTOCK.COM

**7** Em seu caderno, monte esta reação completa e a equacione.

Não escreva no livro



IV MILKOLIVY / SHUTTERSTOCK.COM



FERNANDA SWIEC/ALAMY STOCK PHOTO/FOTARENA

» Tanto o caju quanto o leite de magnésia, um antiácido comum, possuem moléculas que apresentam comportamento físico ao interagir com a água.

Em seu caderno, formule a equação balanceada da reação do hidróxido de chumbo ( $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ) com o ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), supondo que haja a formação de sal praticamente insolúvel.

Não escreva no livro

### Saiba mais

Os compostos de oxigênio e flúor, por exemplo,  $\text{OF}_2$  ou  $\text{O}_2\text{F}_2$ , não são considerados óxidos porque um requisito dessa classificação é que o oxigênio seja o elemento mais eletronegativo. Eles são, portanto, fluoretos de oxigênio.

## Bases

As bases são também conhecidas como álcalis. Este termo possui etimologia árabe e significa cinza de vegetais, pois era originada a partir das cinzas de alguns vegetais, como a barrilheira, amplamente utilizada durante a Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII para a produção de vidro, tecidos e sabão.

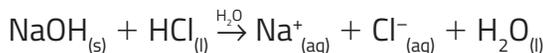
Entre as propriedades organolépticas das bases está o sabor adstringente, como aquele gosto peculiar da banana quando está verde, ou de medicamentos antiácidos. O grupo que identifica uma substância básica é o ânion  $\text{OH}^-$  cujo nome é hidroxila. A variação que distingue cada base se dá pelos cátions ou pela quantidade de hidroxilas presentes.

## Reação de neutralização

As bases podem reagir com os ácidos em uma reação de neutralização, formando água e possivelmente sais. Isso acontece por meio da interação entre os cátions  $\text{H}^+$  e os ânions  $\text{OH}^-$  formando  $\text{H}_2\text{O}$ . Os cátions das bases e os ânions dos ácidos poderão formar sais, a depender de suas propriedades.

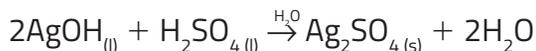
A seguir, temos dois exemplos de reações de neutralização. Note que, para balancear a reação de neutralização, o número de íons  $\text{H}^+$  tem que ser igual ao número de íons  $\text{OH}^-$ .

Hidróxido de sódio reage com ácido clorídrico formando água.



O sal  $\text{NaCl}$  somente será percebido se evaporarmos a água, pois quando ele está dissolvido seus íons ficam livres.

Hidróxido de prata reage com ácido sulfúrico formando sulfato de prata e água.



Neste caso, há formação de sal porque uma quantidade considerável de íons  $\text{Ag}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  não se encontra livre em solução.

## Óxidos

Um óxido é um composto químico com dois elementos, sendo que um deles é necessariamente o oxigênio. Os óxidos podem ter diferentes classificações em função do comportamento, como os óxidos ácidos e óxidos básicos.

Quando o oxigênio (não metal) está ligado a um metal, se forma um composto iônico e neste caso o óxido será classificado como **óxido básico**. Todos os óxidos de metais quando colocados em água formarão hidróxidos (bases).

Um exemplo de óxido básico é a cal, ou cal virgem, cujo nome científico é óxido de cálcio (CaO), que é obtido a partir do aquecimento do carbonato de cálcio encontrado em diversos tipos de rochas.

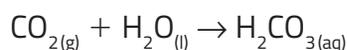


NIMA.GSHUTTERSTOCK.COM

» Óxido de cálcio (CaO), conhecido como cal. É amplamente utilizada em sua forma hidratada (hidróxido de cálcio - Ca(OH)<sub>2</sub>) na construção civil.

A cal é amplamente utilizada na construção civil para o endurecimento da argamassa de cimento através do contato com o ar, ampliando sua plasticidade e aderência. Entretanto, para esta utilização, o óxido de cálcio precisa ser hidratado (acréscimo de água) para obtenção do hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), também chamado de cal hidratada.

Os **óxidos ácidos** são aqueles formados pelo oxigênio e outro não metal, portanto, são formados por ligação covalente. Quando colocados em água, os óxidos ácidos formarão um ácido. Veja como exemplo o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), formado a partir da reação de água com gás carbônico, que é o dióxido de carbono, em sistema fechado. A maioria das bebidas gasificadas tem esse ácido em sua composição.



**9** Agora, em seu caderno, equacione a formação do ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) a partir de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e água.

**10** Faça uma pesquisa, junto com um colega, sobre a formação da ferrugem, os locais que ela mais acontece e os métodos de remoção da ferrugem e proteção do ferro. Apresente essa pesquisa para seus colegas no formato de vídeo, que deve conter também ambientes com ferrugem formada.

Não escreva no livro

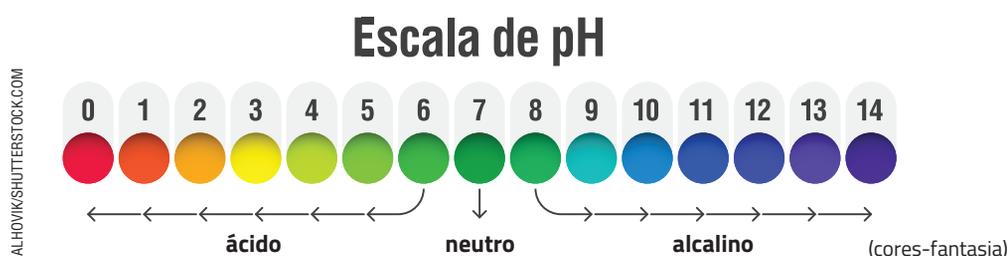


PRODUCTION PERIG/SHUTTERSTOCK.COM

# Ácidos, bases e escala de pH

Provavelmente você já escutou alguém falando que precisa corrigir o pH da água do aquário, de uma piscina, ou visto o termo pH em uma garrafa de água mineral ou produto de limpeza.

O pH é a sigla de potencial hidrogeniônico, um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa em função da concentração de íons hidrogênio. A **escala de pH**, por sua vez, ajuda na visualização deste parâmetro. Para uma temperatura de 25 °C, a escala de pH varia de 1 a 14, sendo que  $\text{pH} = 7$  equivale a um meio neutro, isto é, nem ácido e nem básico, enquanto valores de pH menores do que 7 indicam que a solução é ácida e valores de pH maiores do que 7 indicam soluções básicas.



Algumas substâncias podem mudar de cor conforme entram em contato com diferentes meios e são utilizadas como indicadores ácido-base. Observe, no quadro a seguir, diferentes substâncias e suas respectivas colorações para diferentes valores de pH, à temperatura ambiente.

pH	Ácido			Neutro		Básico									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Indicador	Suco de repolho roxo	Red	Red	Red	Pink	Pink	Purple	Purple	Blue	Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	Violeta de metila	Yellow	Yellow	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple
	Alaranjado de metila	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
	Tornassol	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue						
	Azul de bromotimol	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
	Fenolftaleína	Colorless	Pink	Pink	Pink	Pink	Pink	Pink							

EDITORIA DE ARTE

Fonte dos dados: CHRISTIAN G. D. **Analytical Chemistry**, 6th ed. New York; NY: John Wiley c(20047). 828p.

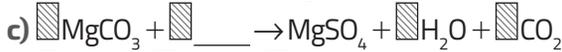
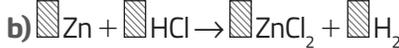
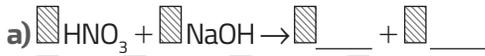
## Saiba mais

O pH de uma solução também pode ser verificado por meio de equipamentos de laboratório, como o peagômetro. Ele mede o pH de maneira precisa, e alguns modelos são portáteis e podem ser utilizados em pesquisas de campo.

» Medição de acidez e basicidade com uso de peagômetro.



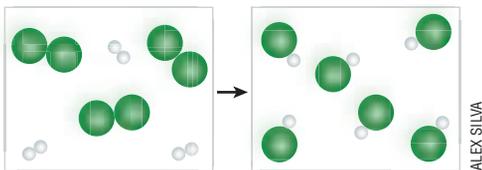
1. Faça o balanceamento das reações químicas a seguir.



2. Na tabela a seguir são apresentadas 4 experiências com quantidades diferentes dos componentes das reações. Usando as leis de Lavoisier e Proust, preencha os quadrinhos que determinam as quantidades corretas de cada componente.

Experimento	Hidrogênio (g)	Oxigênio (g)	Água (g)
I	10	80	
II	2		
III		8	
IV			3,6

3. O esquema a seguir está demonstrando uma reação química. Observe as situações antes da seta que são os reagentes e as depois da seta que são os produtos. As esferas cinzas indicam átomos de hidrogênio e as verdes, átomos de cloro.



a) Forneça as fórmulas moleculares dos reagentes e do produto.

b) Represente a reação que ocorreu por meio de uma equação química balanceada.

4. Em uma aula prática, a professora de Química informou que em laboratórios que contenham reagentes químicos, é obrigatório a identificação dos perigos e riscos apresentados por cada produto em seus rótulos. “Isso é questão de segurança”, disse a professora. O estudante foi pesquisar a respeito desses símbolos, e obteve as informações descritas a seguir:



I. Facilmente inflamável: substância que pega fogo com facilidade, devendo manter longe do calor e de outras fontes de combustão. Por exemplo, o álcool e a gasolina.

II. Corrosivo: substância que pode causar algum dano ou destruir de forma irreversível, uma substância ou um tecido vivo (ou seja, pode causar queimaduras na pele. Por exemplo,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HCl, NaOH).

III. Tóxico ou venenoso: substância que, ao ser ingerida ou inalada, é altamente perigosa para a saúde, podendo até causar a morte. Por exemplo, o gás HCN e metais pesados como chumbo e mercúrio.

IV. Perigoso ao meio ambiente: substância que causa dano ao meio ambiente, e que por isso deve ser tratada antes de ser descartada, para não contaminar solo, água e animais. Por exemplo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaOH, HCl, metais pesados etc.

Em relação ao que foi apresentado, responda às seguintes perguntas.

a) Discuta com seus colegas e relacione a imagem com os significados descobertos pelo estudante.

b) Dentre as substâncias corrosivas, foram citados alguns ácidos e bases como exemplos. Identifique quais são eles e dê seus nomes oficiais.

c) Em sua opinião, você acha que todas os ácidos e bases tem essa característica (de causar algum dano)? Discuta com seus colegas e escreva a que conclusão chegaram.

d) Qual procedimento deve ser feito para descartar ácidos e bases que causam danos ao meio ambiente? Represente a reação química e dê o nome dos produtos formados quando esse procedimento é adotado para as substâncias listadas no item IV.

e) No comentário da professora, ela fala sobre segurança. Faça uma pesquisa sobre o que é segurança em laboratório e elabore um cartaz com as principais informações, orientações e cuidados que achar mais importantes para a utilização de produtos químicos em um laboratório e apresente para seus colegas e para a comunidade. Inclua em sua pesquisa o termo EPI, sua definição e importância.

f) Qual a forma mais prática e segura de se identificar um ácido ou uma base?

# Metabolismo celular

Leia o texto e analise a fotografia a seguir.

BRETT HONDOW/DREAMSTIME/GLOW IMAGES

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD

REPRODUÇÃO PROIBIDA



» Uma lagarta se alimentando de uma folha.

A existência da vida requer um suprimento contínuo de energia. [...] Entre as diferentes fontes de energia disponíveis no ambiente, os seres vivos utilizam a química e a luminosa. [...]

CHALOUB, R. M. Fotossíntese. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 13 nov. 2015. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/fotossintese/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

1 Estabeleça uma relação entre as informações do texto e a cena presente na fotografia.

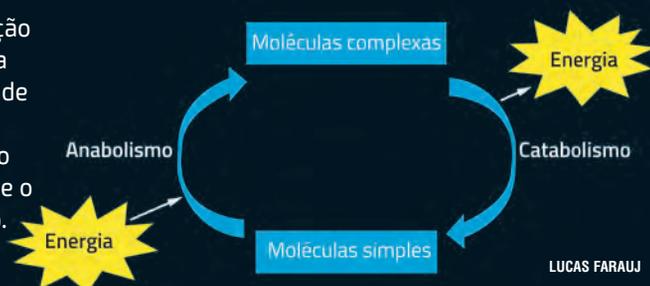
Não escreva no livro

Nos seres vivos, as células são os locais onde transformações da matéria e da energia ocorrem com maior intensidade. Chamamos de **metabolismo** o conjunto das atividades físicas e químicas que acontecem de forma integrada e promovem essas transformações da matéria e da energia nos sistemas vivos. O metabolismo pode ser dividido basicamente em dois processos: catabolismo e anabolismo.

No **catabolismo**, as reações químicas transformam moléculas complexas em moléculas mais simples, menos energéticas, e ocorre a liberação de energia. As moléculas de carboidratos presentes nas folhas da planta representada na imagem, por exemplo, são catabolizadas no corpo da lagarta em moléculas mais simples, como a glicose, ocorrendo liberação de energia durante este processo.

No **anabolismo** ocorre a transformação de moléculas simples em moléculas mais complexas e mais energéticas. Neste processo ocorre o gasto de energia. Na lagarta da imagem, por exemplo, as moléculas de glicose poderão ser anabolizadas, formando moléculas mais complexas, como os lipídios, que poderão ser novamente catabolizadas em moléculas mais simples, liberando energia para o desenvolvimento do inseto quando necessário.

» Representação esquemática do conjunto de reações que constituem o anabolismo e o catabolismo.



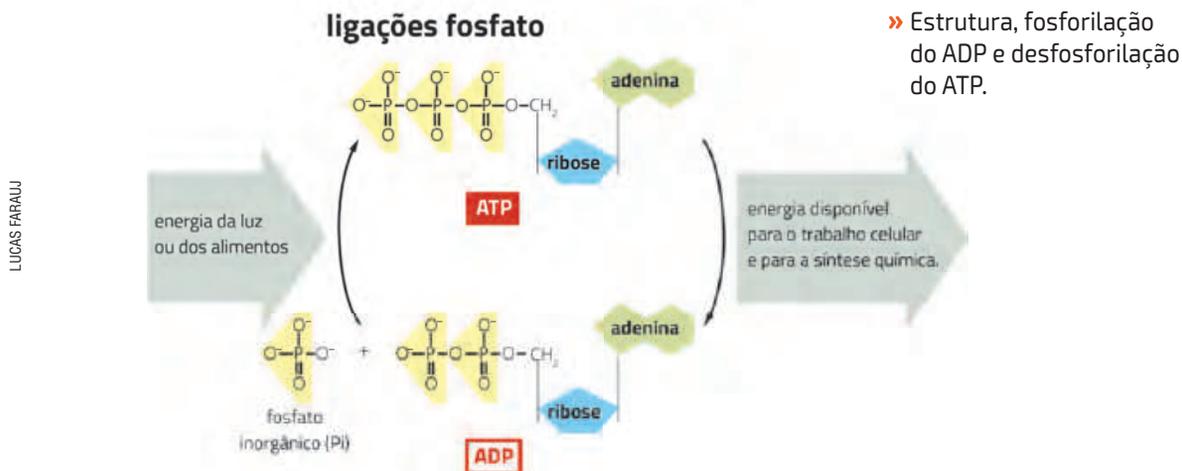
LUCAS FARAUJ

Elaborado com base em: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 26.

A energia que é liberada pelas reações do catabolismo pode ser utilizada de diferentes formas e para diferentes processos celulares, geralmente com o auxílio de moléculas carreadoras de energia, isto é, moléculas que possuem ligações químicas de alta energia e que se movimentam com facilidade pelo interior da célula, dentre outras características.

Uma das principais moléculas carreadoras de energia presentes nas células é a adenosina trifosfato, ou ATP. O ATP é formado por meio de uma reação de fosforilação, que consiste na adição de um fosfato inorgânico (Pi) à outra molécula, que, neste caso, é a adenosina difosfato (ADP).

Em caso de remoção do fosfato, reação conhecida por desfosforilação, ocorre a liberação de energia. Resumidamente, pode-se dizer que o metabolismo celular se vale da constante quebra e formação de ligações químicas para obter energia.



» Estrutura, fosforilação do ADP e desfosforilação do ATP.

Elaborado com base em: RAVEN, P. H., *Biologia Vegetal*. 6. ed. 2001. p. 104.

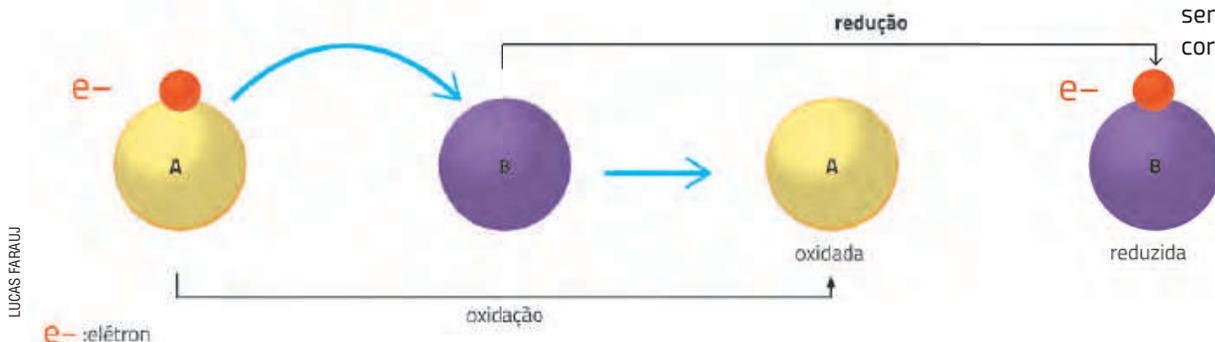
## Oxidação e redução

Reações químicas em que ocorre a transferência de elétrons entre moléculas são denominadas reações **redox** ou de **oxirredução** e são muito frequentes no metabolismo celular. As reações de fosforilação e desfosforilação, por exemplo, são reações de oxirredução.

O aumento no número de elétrons de uma molécula é denominado **redução**, e pode-se dizer que a molécula em questão torna-se **reduzida**. Em contrapartida, a diminuição do número de elétrons de uma molécula é denominada **oxidação** e, neste tipo de reação química, a molécula torna-se **oxidada**.

Por exemplo, considere que em uma reação entre duas moléculas, A e B, ocorra a transferência de elétrons da molécula A para a molécula B. Ao final do processo, a molécula A encontra-se oxidada e a molécula B, reduzida. Veja o esquema a seguir.

» Representação esquemática de uma reação de oxirredução entre duas moléculas (A e B). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Elaborado com base em: REECE, J. B., *et al. Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 164.

# Transportadores de hidrogênio

A transferência de elétrons entre moléculas pode ser feita por meio de hidretos, isto é, ânions hidrogênio ( $H^-$ ). Ou seja, quando eles são adicionados a uma molécula, também ocorre a adição de um elétron e ela se torna reduzida. Da mesma forma, quando são retirados de uma molécula, também ocorre a retirada de um elétron e ela se torna oxidada.

Nas reações metabólicas celulares, a transferência de hidrogênio entre as moléculas se dá por meio de transportadores de hidrogênio. São exemplos a nicotinamida-adenina-dinucleotídeo (NAD), a fosfato-de-nicotinamida-adenina-dinucleotídeo (NADP), e a flavina-adenina-dinucleotídeo (FAD).

Em sua forma oxidada, o NAD, o NADP e o FAD são representados por  $NAD^+$ ,  $NADP^+$  e FAD. Quando estão acoplados a átomos de hidrogênio, apresentam-se em sua forma reduzida e são representados por NADH, NADPH e  $FADH_2$ . Veja.

Forma oxidada		Forma reduzida
$NAD^+$	→	NADH
$NADP^+$	→	NADPH
FAD	→	$FADH_2$

Normalmente, o NAD e o FAD estão envolvidos em processos catabólicos, enquanto o NADP, em processos anabólicos.

## Processos energéticos celulares

Todos os seres vivos precisam de energia para manutenção de seus processos celulares. Uma das principais fontes de energia utilizada pelos seres vivos, seja direta ou indiretamente, é a energia luminosa do Sol, por meio de um processo chamado fotossíntese.

Os carboidratos também constituem fonte de energia para os seres vivos. Ao se alimentar de uma folha, o organismo de uma lagarta, por exemplo, realiza o catabolismo dos carboidratos em moléculas simples, que são absorvidas por suas células. Então, as células da lagarta, por meio da **respiração celular**, transformam a energia presente nessas moléculas em energia disponível para uso celular.

A fotossíntese, a respiração celular e outros processos energéticos das células, como a quimiossíntese e a fermentação, serão estudados a seguir.

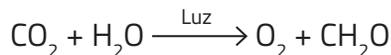
### Fotossíntese

A fotossíntese é realizada por plantas, algas e algumas bactérias. Por meio desse processo, moléculas simples e menos energéticas, são transformadas em moléculas complexas e mais energéticas. A energia utilizada nesse processo provém principalmente da luz solar. Assim, podemos dizer que, durante a fotossíntese, energia luminosa é transformada em outras formas de energia.

Na presença de luz, gás carbônico ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), que são moléculas inorgânicas simples, são utilizados para a síntese de carboidratos (representados pela fórmula geral  $CH_2O$ ), que são moléculas mais energéticas. Ao final da fotossíntese, o gás oxigênio ( $O_2$ ) também é formado e liberado para o ambiente.



Todas as reações químicas que ocorrem durante o processo da fotossíntese podem ser resumidas na equação geral simplificada apresentada a seguir.



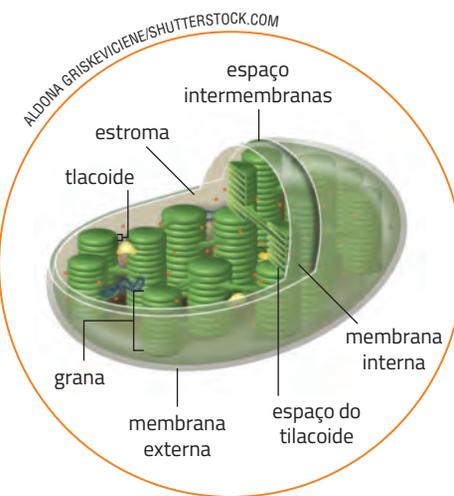
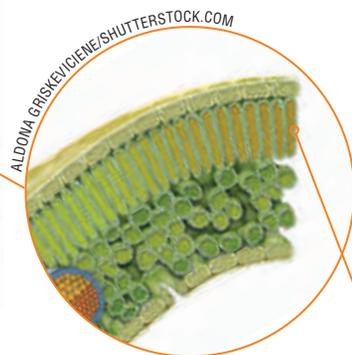
Nesta reação, há transferência de elétrons entre a água e o gás carbônico, de modo que a molécula de água sofre oxidação e a molécula de gás carbônico, redução.

## Os cloroplastos

A fotossíntese ocorre no interior dos cloroplastos. Essas organelas apresentam uma membrana dupla que envolve um fluido denso denominado **estroma**. Neste fluido, há um sistema de membranas que formam sacos denominados **tilacoides**, os quais estão arranjados uns sobre os outros formando pilhas, chamadas **grana**.

Nas membranas dos tilacoides está localizada a **clorofila**, pigmento fotossintetizante que confere a cor verde às plantas, sobretudo às suas folhas. Esse pigmento é responsável pela absorção da luz solar.

REECE, J. B., *et al.*  
**Biologia de Campbell.**  
10. ed. Porto Alegre:  
Artmed, 2015. p. 187.



» Representação esquemática de (A) corte de uma folha e (B) da estrutura do cloroplasto. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

## As etapas da fotossíntese

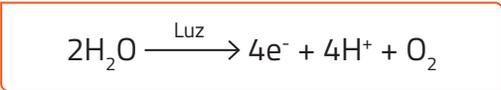
A fotossíntese pode ser dividida em duas etapas: a etapa fotoquímica e a etapa química.

A **etapa fotoquímica**, também chamada de **fase clara**, ocorre nas membranas dos tilacoides, onde estão localizados os pigmentos fotossintetizantes, como a clorofila. Nessa etapa, ocorrem reações químicas dependentes da energia luminosa. Por sua vez, a **etapa química**, também chamada de **fase escura**, ocorre no estroma dos cloroplastos e, apesar de não depender diretamente de energia luminosa, depende dos produtos gerados na etapa fotoquímica e, portanto, também ocorre na presença de luz.

A seguir, vejamos as principais reações químicas que ocorrem em cada uma dessas etapas.

A etapa fotoquímica inicia-se com a absorção da energia luminosa pela clorofila, possibilitando a ocorrência de duas reações: a fotofosforilação e a fotólise da água. Ou seja, na presença de luz, ocorre a síntese de ATP, a partir da ligação de um fosfato inorgânico (Pi) à molécula de ADP (fotofosforilação), e a quebra da molécula de água (fotólise).

A fotólise da água libera gás oxigênio (O<sub>2</sub>), íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) e elétrons (e<sup>-</sup>), conforme representado na equação a seguir.

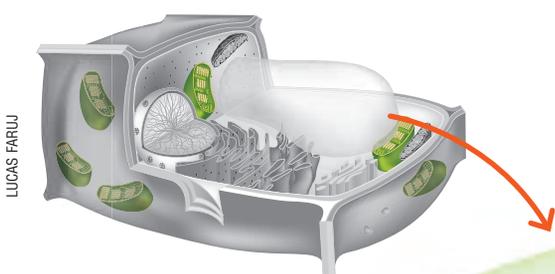


Os elétrons e os hidrogênios liberados são capturados por moléculas de NADP<sup>+</sup>, que assume sua forma reduzida, NADPH.

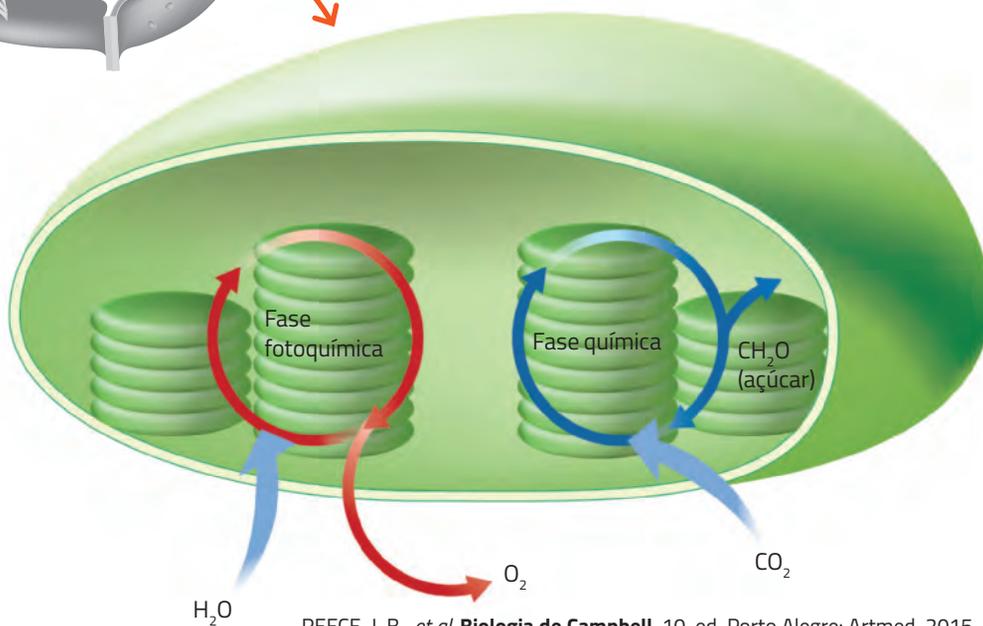
Já na etapa química, há a redução do gás carbônico a partir dos íons hidrogênio transportados pelo NADPH. Essa reação ocorre na presença de ATP, que fornece energia ao sistema. Ao final, são produzidos açúcares simples, que serão empregados na produção de outros açúcares, como a glicose, a sacarose e o amido, e de outras moléculas orgânicas mais complexas necessárias para a planta.

A síntese de carboidratos ocorre por meio de um conjunto de reações químicas denominado Ciclo das pentoses ou Ciclo de Calvin-Benson, em homenagem aos bioquímicos estadunidenses Melvin Calvin (1911-1997) e Andrew Benson (1917-2015), que o descreveram.

célula vegetal



» Representação esquemática da ocorrência das etapas fotoquímica e química da fotossíntese em um cloroplasto. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



ALEX ARGOZINO

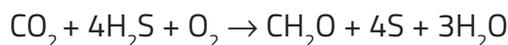
REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 189.

## Quimiossíntese

A quimiossíntese é realizada por grande parte das bactérias. Por meio desse processo, moléculas simples, menos energéticas, são transformadas em moléculas complexas, mais energéticas, assim como ocorre na fotossíntese. No entanto, na quimiossíntese, a energia utilizada provém da oxidação de substâncias inorgânicas, e não da energia luminosa.

As bactérias quimiossintetizantes podem ser classificadas quanto à fonte de energia utilizada.

As **sulfobactérias**, comumente encontradas em fontes termais submarinas e sedimentos marinhos, utilizam a energia proveniente da oxidação de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) para a síntese de moléculas orgânicas, conforme representado na equação simplificada a seguir.



As bactérias denominadas **ferrobactérias** são aquelas que utilizam a energia proveniente da oxidação de compostos de ferro. Elas são comumente encontradas em ambientes aquáticos que contêm ferro.

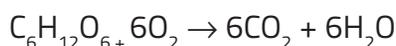
Por fim, as bactérias que utilizam a energia proveniente da oxidação de compostos nitrogenados são denominadas **nitrobactérias** ou bactérias nitrificantes. Algumas espécies de nitrobactérias, como as pertencentes aos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, vivem no solo e têm grande importância para sua fertilidade. A oxidação desempenhada por essas bactérias disponibiliza o nitrogênio (N) em formas assimiláveis pelas plantas. O nitrogênio é um elemento constituinte do material genético e da clorofila, sendo, portanto, essencial para o desenvolvimento das plantas.

## Respiração celular

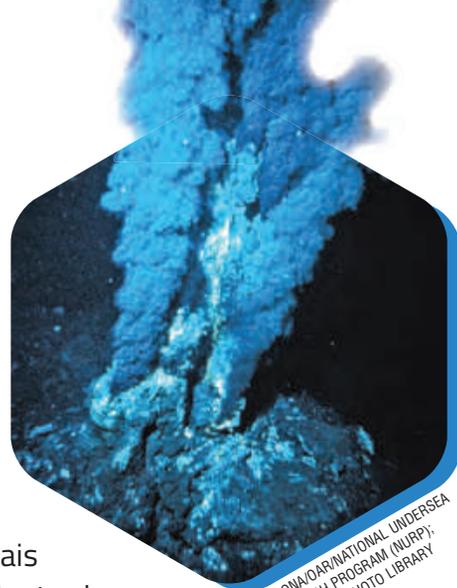
Como vimos, por meio da fotossíntese, a energia luminosa é transformada em outras formas de energia presentes nas moléculas de carboidratos, como o amido e outros açúcares. Quando as ligações químicas que formam os carboidratos são rompidas, libera-se a energia envolvida nessas ligações, que é utilizada, em parte, para a síntese de moléculas de ATP.

O rompimento das ligações químicas das moléculas de carboidratos pode ocorrer na presença de gás oxigênio (reação aeróbica), como na respiração celular, ou na ausência de gás oxigênio (reação anaeróbica), como na fermentação, que estudaremos adiante.

A **respiração celular** ocorre quando moléculas de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) são oxidadas completamente na presença de gás oxigênio, liberando energia que é utilizada na síntese de ATP. Ao final do processo, são formados gás carbônico e água. As reações químicas ocorridas durante a respiração celular podem ser resumidas por meio da equação geral simplificada apresentada a seguir.



Nesta reação, há transferência de elétrons entre a glicose e o gás oxigênio, de modo que a molécula de glicose sofre oxidação e a molécula de gás oxigênio, redução.



P. ROMA/JOANIMAR/NATIONAL UNDERSEA RESEARCH PROGRAM (NURPP); NOAA NOAA PHOTO LIBRARY

» Fonte termal submarina, localizada em Dorsal Mesoatlântica (2006).

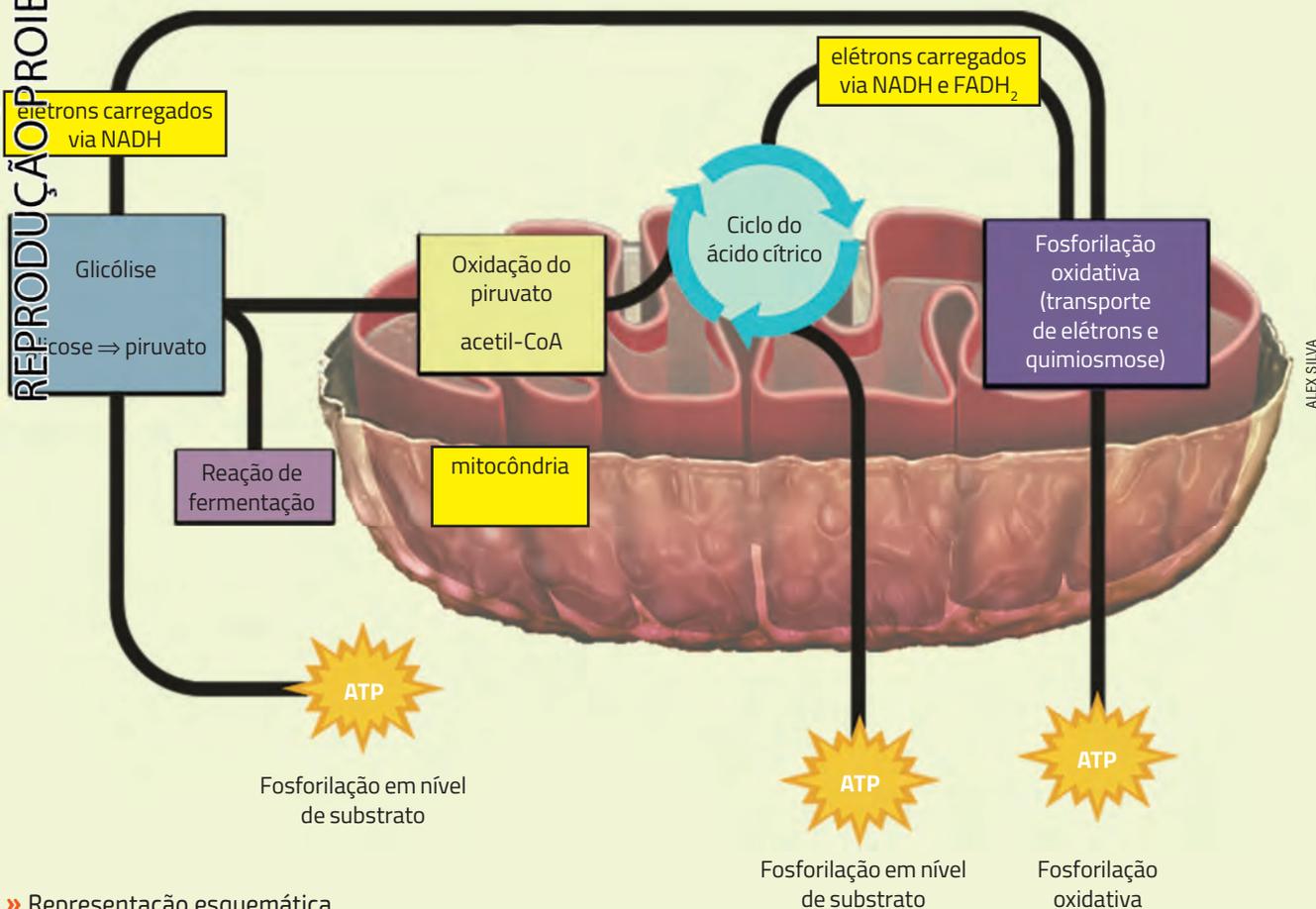
## As mitocôndrias e as etapas da respiração celular

A respiração celular se inicia no citosol das células e é finalizada no interior das mitocôndrias. Essas organelas apresentam uma membrana dupla, sendo a membrana externa lisa e a membrana interna convoluta, isto é, repleta de dobras que aumentam sua área superficial.

Essas dobras são denominadas **cristas mitocondriais** e envolvem um fluido chamado **matriz mitocondrial**. O espaço entre a membrana interna e a membrana externa da mitocôndria é chamado **espaço intermembranoso**.

A respiração celular pode ser dividida em etapas: a glicólise, a oxidação do piruvato, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa. A glicólise ocorre no citosol das células, a oxidação do piruvato e o ciclo de Krebs ocorrem na matriz mitocondrial e a fosforilação oxidativa ocorre nas cristas mitocondriais.

A glicólise é um processo anaeróbico, pois nela não há consumo de gás oxigênio. Ela é uma etapa comum à fermentação, como veremos adiante. Já a oxidação do piruvato, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa são vias catabólicas aeróbias.



» Representação esquemática das estruturas da mitocôndria e da localização das etapas da respiração celular. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

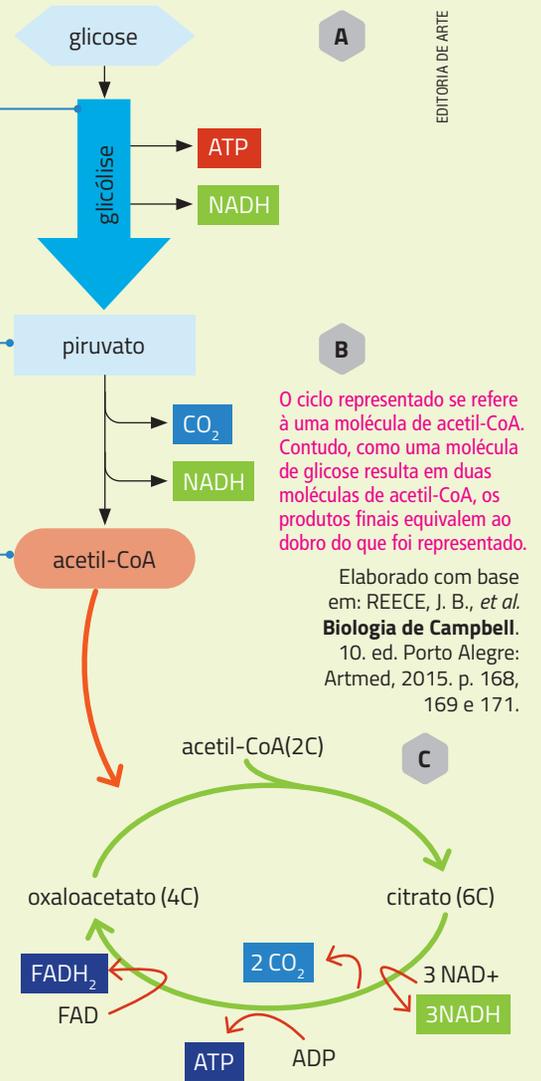
REECE, J. B., *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 111,175.

A **glicólise** ocorre no citosol da célula e envolve um conjunto de reações químicas que iniciam a quebra das moléculas de glicose, formadas por seis átomos de carbono ( $C_6H_{12}O_6$ ). Nesse processo, a cada molécula de glicose são produzidas duas moléculas de piruvato ou ácido pirúvico, cada uma delas formada por três átomos de carbono ( $C_3H_4O_3$ ). Ao final da glicólise, duas moléculas de ATP e duas moléculas de NADH são produzidas.

O piruvato produzido pela glicólise é direcionado à matriz mitocondrial, onde é oxidado a uma molécula com dois átomos de carbono, denominada acetil-CoA. Nesse processo, que é intermediário entre a glicólise e o ciclo de Krebs, não há formação de ATP. Nele ocorre a produção de gás carbônico e de duas moléculas de NADH.

A molécula de acetil-CoA é incorporada a um composto com quatro átomos de carbono, denominado oxaloacetato, formando o citrato. Neste momento, inicia-se um ciclo de reações químicas, denominado ciclo de Krebs, que foi estudado pelo biólogo, médico e bioquímico alemão Hans Krebs (1900-1981). As reações químicas que ocorrem ao longo deste ciclo vão quebrando o citrato em compostos intermediários, com número de átomos de carbono variável, até que se forme novamente o oxaloacetato, que irá reiniciar o ciclo. Durante o ciclo de Krebs ocorre a liberação de gás carbônico e são sintetizadas duas moléculas de ATP, seis moléculas de NADH e duas moléculas de  $FADH_2$ .

» (A) Representação simplificada da glicose, etapa da respiração celular que ocorre no citosol da célula. (B) Representação simplificada da oxidação do piruvato, etapa da respiração celular que ocorre na matriz mitocondrial. (C) Representação simplificada do ciclo de Krebs, etapa da respiração celular que ocorre na matriz mitocondrial.

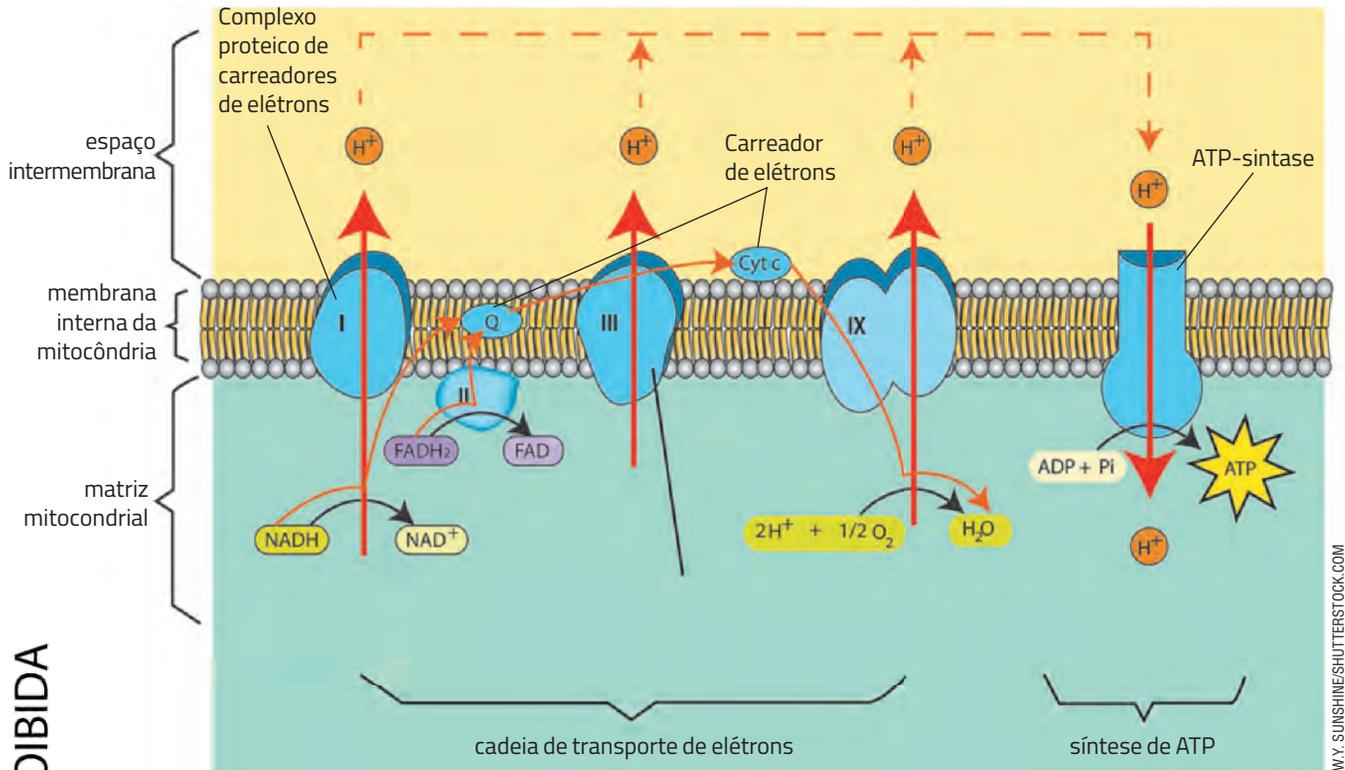


Nas etapas anteriores, além da produção de  $CO_2$ , também foi produzido  $H_2O$ , e íons hidrogênio foram liberados e acoplados a seus transportadores  $NAD^+$  e  $FAD$ , que então assumiram a forma reduzida de  $NADH$  e  $FADH_2$ . A energia presente nessas moléculas será utilizada para a geração de ATP durante a **fosforilação oxidativa**, que ocorre nas cristas mitocondriais e corresponde à etapa final do processo de oxidação da molécula de glicose.

Nas cristas mitocondriais há uma sequência de moléculasceptoras de elétrons conhecida como **cadeia respiratória**, sendo a molécula de  $O_2$  o aceptor final dessa cadeia. A energia dos elétrons dos átomos de hidrogênio carregados pelas moléculas  $NADH$  e  $FADH_2$  é liberada à medida que ocorre a passagem desses elétrons de um a outro componente da cadeia respiratória. No final da cadeia respiratória, elétrons e íons hidrogênio são adicionados a moléculas de  $O_2$ , formando moléculas de água.

A energia liberada durante a passagem de elétrons pela cadeia respiratória é usada para transportar íons hidrogênio para o espaço intermembrana, gerando um gradiente eletroquímico entre o espaço intermembrana e a matriz mitocondrial. Esse gradiente gerado é suficiente para promover o retorno dos íons hidrogênio à matriz mitocondrial, o que ocorre por meio do complexo denominado ATP-sintetase, localizado na membrana interna da mitocôndria. Com a passagem de íons hidrogênio pela ATP-sintetase ocorre a geração da energia necessária para a ocorrência da reação de síntese de ATP (fosforilação). Com isso, 34 moléculas de ATP são formadas.

I, II, III e IX representam complexos proteicos de carreadores de elétrons. Q representa a ubiquitina, uma molécula carreadora de elétrons móvel. Cyt c representa o citocromo c, outra molécula carreadora de elétrons móvel.



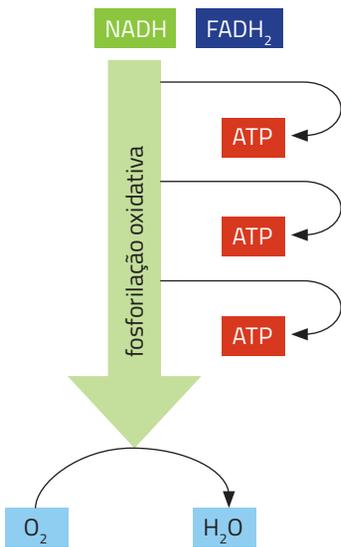
» Representação esquemática da cadeia respiratória localizada na crista mitocondrial, mostrando moléculasceptoras, ATP-sintetase e a geração de gradiente eletroquímico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

W.Y. SUNSHINESHUTTERSTOCK.COM

### » Saldo energético

Cada etapa da respiração celular libera energia suficiente para sintetizar moléculas de ATP em diferentes quantidades. Para determinar o saldo de ATP desse processo, precisamos considerar que cada molécula de NADH libera energia suficiente para sintetizar 2,5 moléculas de ATP, e que cada molécula de FADH<sub>2</sub> libera energia suficiente para sintetizar 1,5 moléculas de ATP.

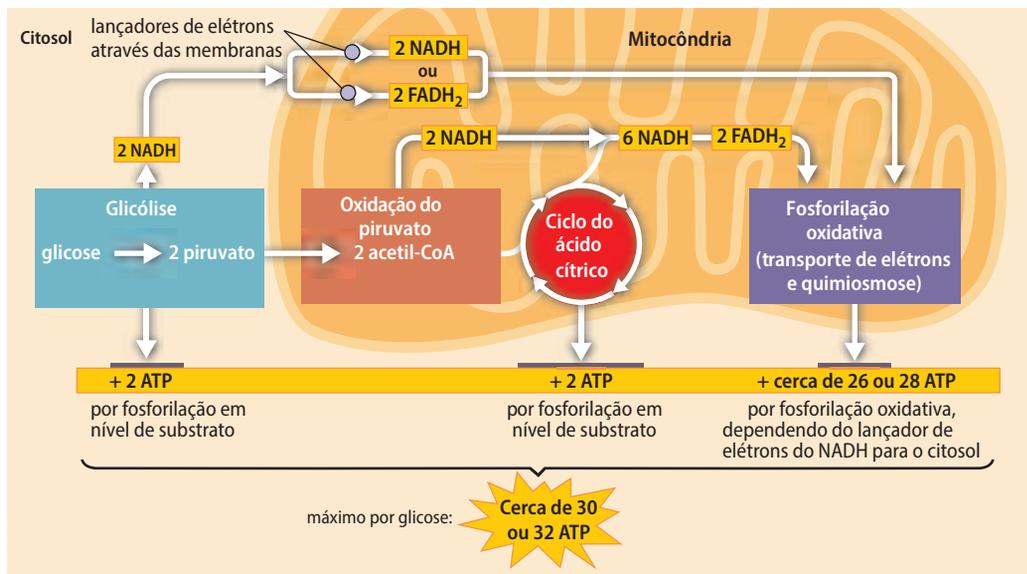
Após a glicólise, a oxidação do piruvato e o ciclo de Krebs, são produzidas dez moléculas de NADH e duas moléculas de FADH<sub>2</sub>. Essas moléculas liberam energia suficiente para a síntese de 26 ou 28 moléculas de ATP na cadeira respiratória, dependendo da célula. Junto a elas, devemos considerar o saldo de duas moléculas de ATP na glicólise e de duas moléculas de ATP no ciclo de Krebs. Assim, ao final da respiração celular, temos um saldo energético total de 32 moléculas de ATP.



Elaborado com base em: REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 172.

» Representação simplificada da fosforilação oxidativa, etapa da respiração celular que ocorre nas cristas mitocondriais.

Contudo, em algumas células eucarióticas, ocorre o gasto de dois ATP para transportar as duas moléculas de NADH produzidas na glicólise para o interior da mitocôndria. Nessas células, o saldo da respiração celular é de 30 moléculas de ATP.



» Representação esquemática da localização das etapas da respiração celular com destaque para o saldo total de ATP produzido durante o processo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Elaborado com base em: REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 175.

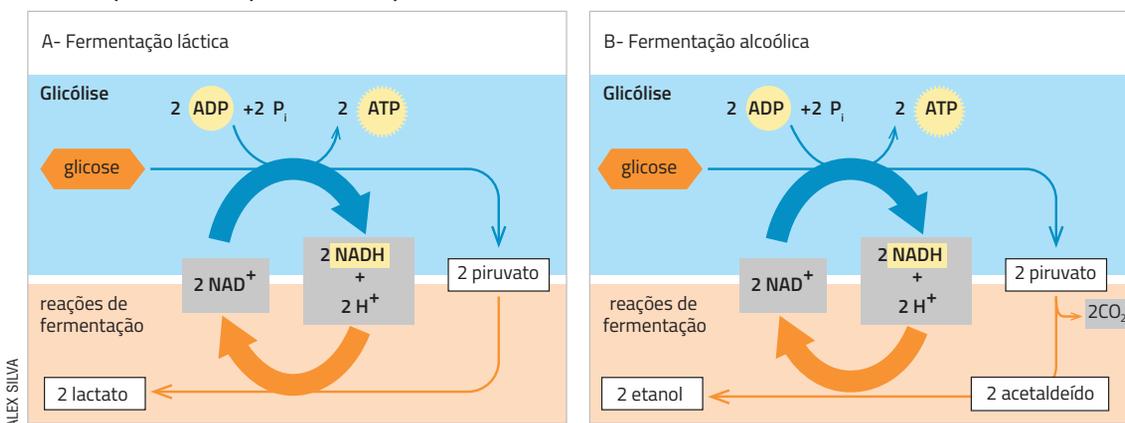
## Fermentação

A **fermentação** é um processo que ocorre no citosol, na ausência de gás oxigênio. Ela é realizada por seres vivos anaeróbios, mas pode ser uma alternativa para organismos aeróbios em situações de pouca disponibilidade de gás oxigênio.

O saldo energético da fermentação é de dois ATP, bem inferior ao da respiração celular, visto que a molécula de glicose é oxidada parcialmente em substâncias orgânicas mais simples.

Na **fermentação láctica**, cada molécula de glicose é degradada em duas moléculas de piruvato, mas esse não entra na mitocôndria. O piruvato é então reduzido a ácido láctico, também chamado de lactato, havendo a regeneração do  $\text{NAD}^+$  a partir do NADH. Por meio desse processo, produz-se iogurtes e bebidas lácteas.

Na **fermentação alcoólica**, cada molécula de glicose é convertida em duas moléculas de piruvato. Ainda no citosol, o piruvato perde uma molécula de gás carbônico, formando o acetaldeído, que, então, é reduzido a etanol, com regeneração de  $\text{NAD}^+$  a partir de NADH. Por meio desse processo, produz-se pães e bebidas alcólicas.



» Representação simplificada da fermentação láctica (A) e da fermentação alcoólica (B).

Elaborado com base em: REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 178.

## Produtos do metabolismo

A produção de pães envolve o uso de fermento biológico, um ingrediente que contém as leveduras, fungos microscópicos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Quando misturadas com farinha e água, as leveduras do fermento biológico realizam fermentação alcoólica, processo que faz a massa do pão crescer. Um procedimento caseiro realizado para saber se a massa do pão cresceu o suficiente para entrar no forno é colocar um pequeno pedaço dessa massa em um copo com água. Após determinado tempo, a massa sobe na coluna de água, indicando que a massa está pronta para ir ao forno.

Forme um grupo com seus colegas, realize a atividade a seguir e, a partir de seus resultados, elabore uma hipótese que explique como esse fenômeno ocorre.



» Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes.

### » Materiais

- 6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade;
- 6 balões de borracha;
- 1 500 mL de água morna;
- 240 gramas de açúcar;
- 240 gramas de farinha de trigo;
- 360 gramas de fermento biológico;
- 4 funis (1 para água; 1 para farinha; 1 para o açúcar; 1 para o fermento biológico).

### Saiba mais

#### Dicas

- $\frac{1}{2}$  xícara é a medida aproximada de 120 gramas.
- Caso disponha de somente um funil, ele deve ser lavado e enxugado após cada utilização.

### » Procedimentos

- Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas:

Ingrediente	Garrafa 1	Garrafa 2	Garrafa 3	Garrafa 4	Garrafa 5	Garrafa 6
Água	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Açúcar	-	120 gramas	-	-	120 gramas	-
Farinha de trigo	-	-	120 gramas	-	-	120 gramas
Fermento biológico	-	-	-	120 gramas	120 gramas	120 gramas

- Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos, e anote os resultados.

Não escreva no livro

1. Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.
2. Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início desta seção? Justifique.

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

- Quando comemos um pedaço de pão integral, estamos ingerindo moléculas complexas de carboidratos, de proteínas e de lipídios. Ao longo do sistema digestório, essas moléculas são degradadas em moléculas cada vez menores que, por fim, são absorvidas pelas células e utilizadas em seu metabolismo.
  - O processo descrito refere-se ao anabolismo ou ao catabolismo? Justifique sua resposta.
  - No processo descrito, ocorre a liberação ou o uso da energia? Que tipo de energia é liberada ou utilizada?
- Leia o texto a seguir.

[...]

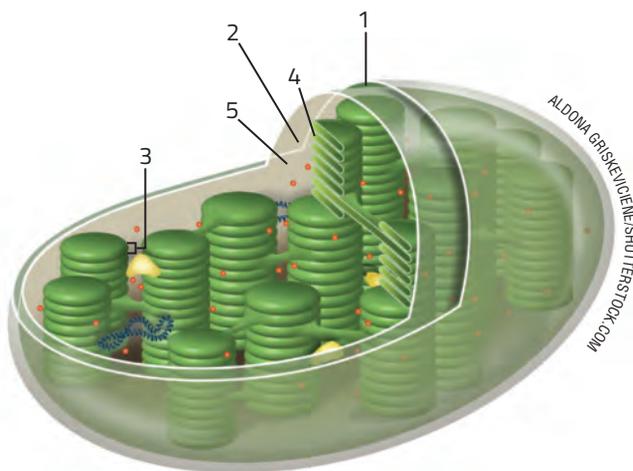
Quando se fala em química da vida, logo se pensa em carboidratos. Mas, para se chegar ao carboidrato, há que se passar pelo fósforo, na forma de trifosfato de adenosina – a famosa molécula ATP –, a principal moeda de troca de energia nos sistemas biológicos. [...]

[...]

SANTOS, C. A. dos. A química da vida. **Ciência Hoje**, Natal, 22 set. 2019. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/a-quimica-da-vida/>. Acesso em: 6 jul. 2020.

Explique o que o autor do texto quis dizer com o trecho em destaque. Em sua resposta, utilize os termos *catabolismo* e *anabolismo*.

- Observe a representação esquemática a seguir.



- Que organela está retratada na representação esquemática? Identifique as estruturas enumeradas por 1, 2, 3, 4 e 5.
  - Que processo energético ocorre nessa organela?
  - Quais são as etapas do processo energético que ocorre nessa organela? Identifique as estruturas onde ocorrem e cite os principais eventos dessas etapas.
- Algumas células de nosso corpo, como as células musculares, apresentam grande quantidade de mitocôndrias. Proponha uma explicação que considere a relação entre essa característica das células musculares e a função dessas organelas.

5. Durante as aulas de Ciências, uma professora realizou um experimento. Nele, quatro vasos de plantas jovens foram mantidos na presença de luz, mas apenas dois deles foram regados com água durante o período do experimento. Ao final, os estudantes verificaram que as plantas que não receberam água não haviam se desenvolvido tanto quanto as plantas que a receberam. No relatório, um estudante colocou que isso ocorreu porque elas não realizaram fotossíntese.

Considerando a situação descrita, responda: O relatório do estudante está correto? Justifique sua resposta.

6. Leia o texto a seguir.

Rotenona é uma substância orgânica de origem natural com ação inseticida e **piscicida**, encontrada nos extratos de raízes e caules de plantas em muitos países da América do Sul, Sul da Ásia e na Austrália, como por exemplo, nas espécies dos gêneros Derris, Lonchocarpus e Tephrosia. No Brasil, espécies do gênero Derris são popularmente chamadas de timbó – que são cipós trepadores que atingem a copa das árvores – e são muito utilizados pelos índios da Amazônia para a pesca. Os índios trituram os feixes de timbó e os lançam em lagoas rasas. Os peixes ficam atordoados [...], sendo facilmente capturados quando vão à superfície da água em busca de oxigênio. [...]

[...]

**Piscicida:** tóxica aos peixes.

GARRET, R. Rotenona,  $C_{23}H_{22}O_6$ . **Sociedade Brasileira de Química**, [20--] Disponível em: [http://qnint.sbq.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=a4aTl29\\_S9a0EE7HeVh\\_8M9ii5phzjV\\_2FDc4GtjevDLofTI9BZRC5oBDcRIQiQEXuZgdNz3lt2rG61n1apxQ==](http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=a4aTl29_S9a0EE7HeVh_8M9ii5phzjV_2FDc4GtjevDLofTI9BZRC5oBDcRIQiQEXuZgdNz3lt2rG61n1apxQ==). Acesso em: 6 jul. 2020.

A rotenona atua bloqueando o transporte de elétrons durante a respiração celular. Relacione as informações do texto a esse processo energético celular.

7. Durante a prática de atividades físicas, há um grande consumo de energia pelo organismo. A energia utilizada é resultante da oxidação completa da glicose na presença de gás oxigênio, durante a respiração celular.

No entanto, em caso de grande esforço físico, as células musculares começam a obter energia também a partir de processos anaeróbios, resultando no acúmulo de ácido láctico no corpo.

Com base nas informações dadas e em seus conhecimentos sobre o assunto, faça o que se propõe a seguir.

- a) Que processo anaeróbio pode ser realizado pelas células musculares em situações de grande esforço físico?
- b) Realize uma pesquisa na internet ou em fontes confiáveis sobre os principais efeitos do acúmulo de ácido láctico no organismo e o que podemos fazer para minimizá-los.
8. Analise as afirmativas a seguir e corrija as falsas.
- I. A fotossíntese e a quimiossíntese representam processos catabólicos. A respiração celular e a fermentação representam processos anabólicos.
- II. A fotossíntese pode ser dividida em duas etapas: fotoquímica e química. A etapa fotoquímica ocorre na presença de luz. A etapa química depende dos produtos formados na etapa fotoquímica, e, portanto, também ocorre na presença de luz.
- III. A glicólise é uma etapa comum à respiração celular e à fotossíntese.
- IV. Todas as etapas da respiração celular ocorrem no interior da mitocôndria.

# Sistemas respiratório, cardiovascular, digestório e o metabolismo

Leia o texto a seguir, que apresenta a explicação de um pesquisador a respeito de métodos naturais de remoção do petróleo, quando este contamina ambientes aquáticos em acidentes de derramamento.

[...]

“O que fazemos é usar organismos vivos para remover os poluentes do ambiente. Não adianta só tirar a poluição visual, é preciso eliminar os compostos invisíveis [...], ou no mínimo diminuir a presença deles. Aí entra a biotecnologia, com diferentes indicações para cada ambiente”, explica Ícaro Moreira, que [...] já atuou [...] em episódios de derramamento de petróleo.

Para os casos em que o petróleo já se dissolveu na água, a indicação é utilizar microalgas que se alimentam do carbono contido nas substâncias tóxicas, o que elimina tais substâncias e a consequente contaminação.

Funciona como uma máquina de diálise: a água contaminada entra em um tanque (reator) onde estão as microalgas, que se abastecem do carbono. Em seguida, a água limpa é liberada de volta no ambiente.

Devidamente alimentadas e crescidas, as microalgas viram uma biomassa que pode ser utilizada para produção de biodiesel. “É um processo que não gera resíduo. A água fica limpa e a microalga pode virar um combustível também limpo”, explica Moreira.

[...]

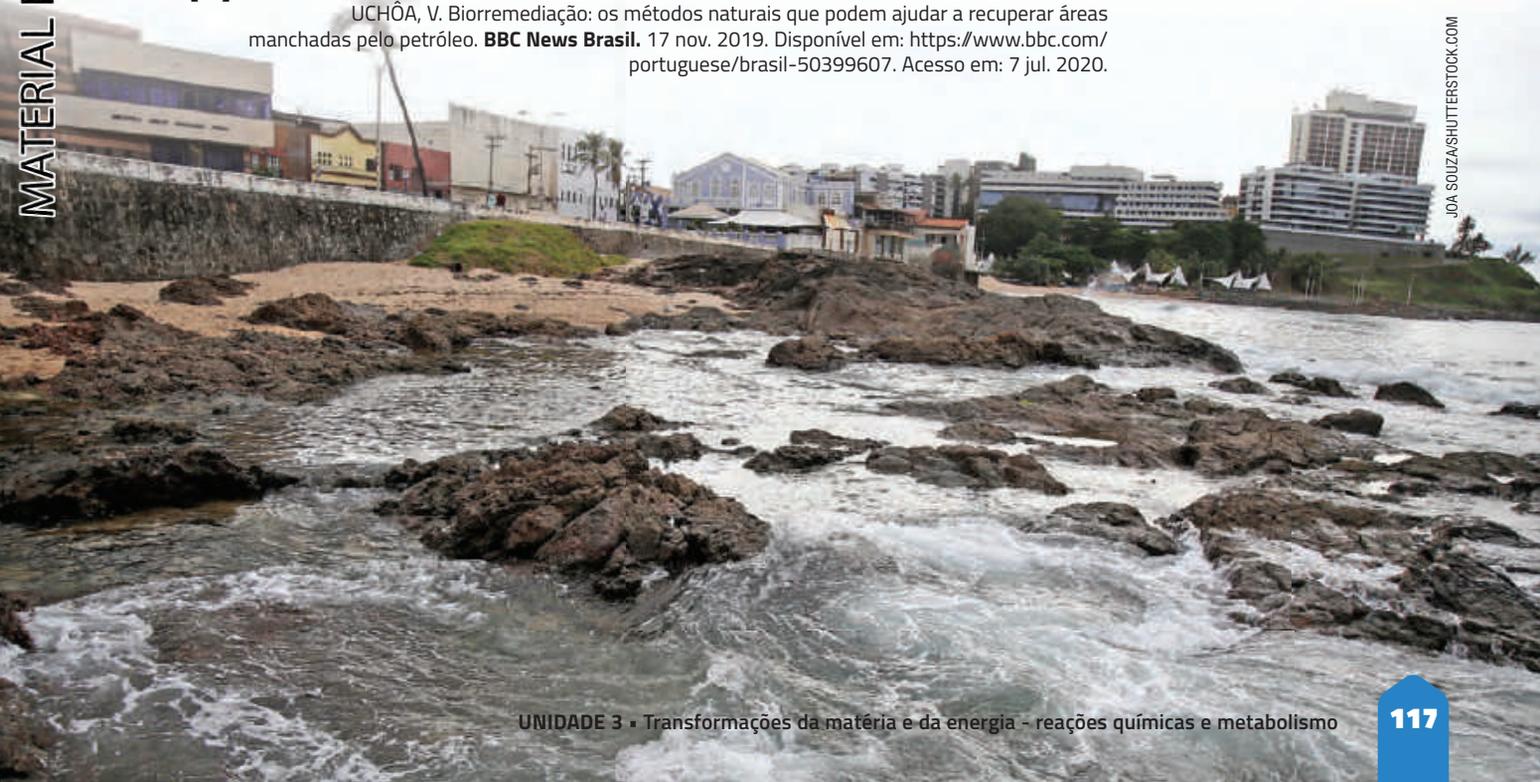
UCHÔA, V. Biorremediação: os métodos naturais que podem ajudar a recuperar áreas manchadas pelo petróleo. **BBC News Brasil**. 17 nov. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50399607>. Acesso em: 7 jul. 2020.

**1** Segundo as informações do texto, como pode ser feita a remoção de compostos tóxicos constituintes do petróleo quando este é derramado na água?

**2** Qual o benefício ambiental associado ao processo descrito?

*Não escreva no livro*

» Acidente de derramamento de petróleo no oceano (Bacia de Campos, RJ, nov. 2011).



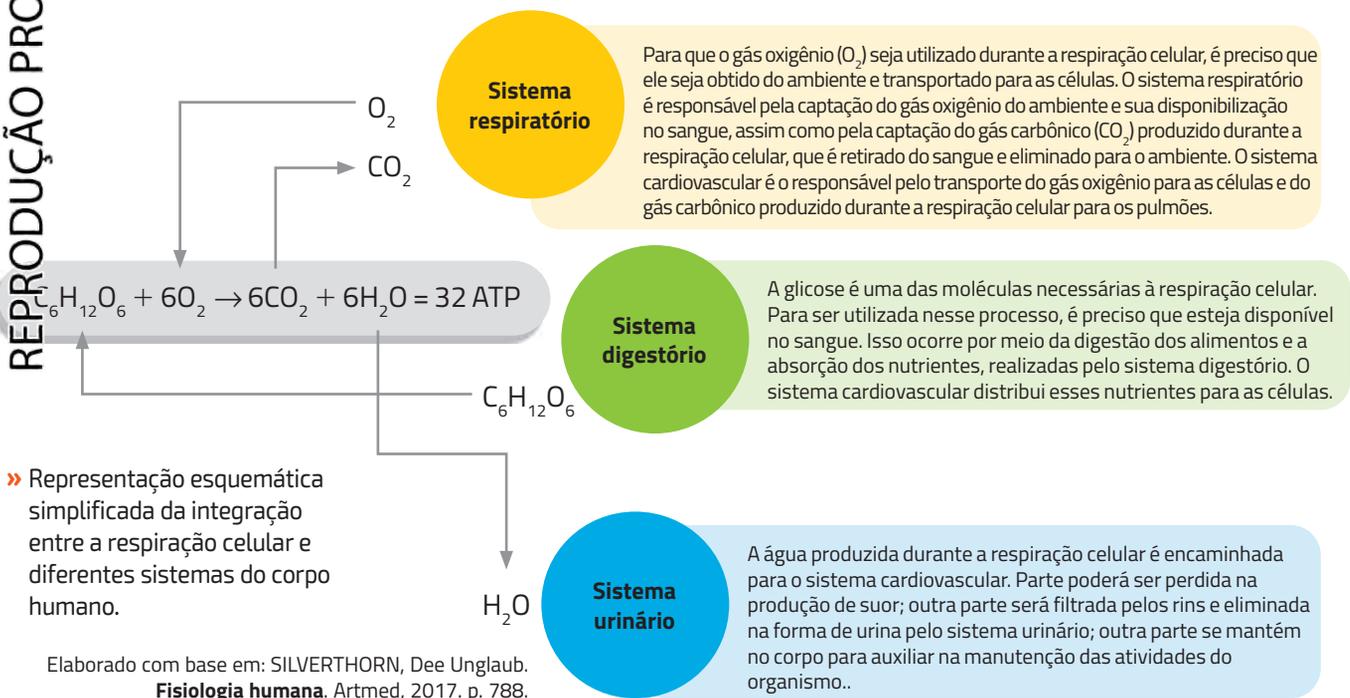
O metabolismo energético dos seres vivos é diverso. As reações associadas à obtenção e ao uso da energia em suas células são variadas. Essas reações podem envolver diferentes tipos de reagentes, como a água, o gás carbônico, o gás oxigênio e outras substâncias inorgânicas, além da glicose e de compostos orgânicos. Para participarem das reações, essas moléculas precisam estar disponíveis às células. Isso significa que, de alguma forma, os seres vivos precisam obtê-las do ambiente.

No caso dos seres humanos, a obtenção do gás oxigênio e da glicose, reagentes utilizados na respiração celular, depende, respectivamente, das estruturas constituintes do sistema respiratório e do sistema digestório. Além disso, é necessário que o gás oxigênio e a glicose sejam distribuídos a todas as células do organismo, papel exercido pelo sistema cardiovascular.

Neste tema, estudaremos a ação integrada desses diferentes sistemas do corpo humano.

## Respiração celular e os sistemas do corpo humano

Na respiração celular, a glicose, na presença do gás oxigênio, é convertida em gás carbônico e água e produz-se ATP. Vamos analisar este processo de maneira integrada aos sistemas digestório, respiratório e cardiovascular, como mostra o esquema abaixo.



» Representação esquemática simplificada da integração entre a respiração celular e diferentes sistemas do corpo humano.

Elaborado com base em: SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana**. Artmed, 2017. p. 788.

EDITORIA DE ARTE

### Sistema respiratório

O sistema respiratório dos seres humanos pode ser dividido em duas porções, funcionalmente: a porção condutora e a porção respiratória.

A **porção condutora** consiste em uma série de cavidades e tubos interconectados que filtram, aquecem e umedecem o ar, conforme ele é conduzido aos pulmões. Fazem parte da porção condutora o nariz, a faringe, a laringe, a traqueia e os brônquios.

A **porção respiratória**, por sua vez, compreende as estruturas localizadas dentro dos pulmões, entre as quais os alvéolos pulmonares, onde ocorrem as trocas gasosas entre o ar e o sangue.

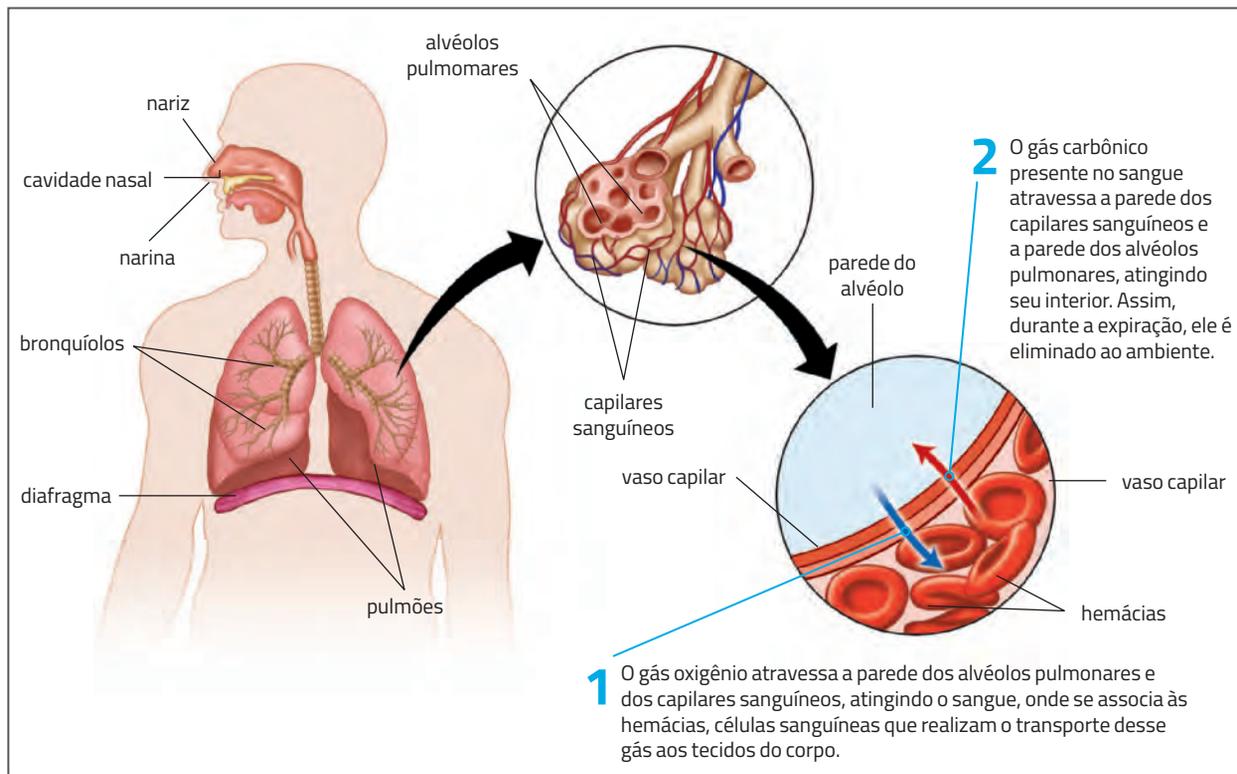
Quando inspiramos, o ar entra no corpo pelas aberturas do **nariz**, chamadas **narinas**, e passa pela **cavidade nasal**, onde é filtrado, aquecido e umedecido. A cavidade nasal conecta-se à **faringe**, um tubo muscular que é comum ao sistema digestório. Ou seja, o alimento passa por ela para chegar ao esôfago, e o ar, para chegar à laringe.

A **laringe**, por sua vez, é um tubo oco cujas paredes são revestidas por anéis incompletos de cartilagem, o que evita sua compressão. Nela, estão localizadas as pregas vogais, cuja vibração provocada pela passagem de ar emite sons. Além disso, na porção superior da laringe, encontra-se a **epiglote**, uma estrutura cartilaginosa que se fecha durante a passagem de alimentos pela faringe, evitando a entrada deles na laringe, condição associada aos engasgos. A abertura da epiglote possibilita a passagem de ar.

Após a laringe, o ar segue para a **traqueia**, um tubo cuja porção final se ramifica em dois **brônquios**. Cada um deles entra em um dos **pulmões** e se ramificam em **bronquíolos**, que são tubos menores e finos.

Os bronquíolos se subdividem em estruturas cada vez menores, que são circundadas pelos **alvéolos pulmonares**. Os alvéolos pulmonares são pequenos sacos epiteliais, envolvidos por capilares sanguíneos. Eles são elásticos, ou seja, possuem a capacidade de inflar e esvaziar conforme entra ou sai ar, respectivamente.

Quando o ar atinge os alvéolos pulmonares, ocorrem as trocas gasosas com o sangue, conforme representado na imagem a seguir. **Os alvéolos pulmonares não se esvaziam completamente. Caso o fizessem, seriam colabados, deixando de ser funcionais.**



SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 538, 539 e 568.

» Representação esquemática do sistema respiratório humano, com destaque para as trocas gasosas ocorridas entre o sangue e o ar presente no interior dos alvéolos pulmonares. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

## Sistema digestório

O sistema digestório dos seres humanos pode ser dividido em um trato gastrointestinal e em órgãos acessórios.

O **trato gastrointestinal** é um canal alimentar formado por diferentes órgãos por onde o alimento passa enquanto é processado. Fazem parte a boca, a faringe, o esôfago, o estômago, o intestino delgado, o intestino grosso e o ânus. Os **órgãos acessórios** armazenam e/ou secretam substâncias digestivas no interior do canal alimentar, mas não fazem parte do caminho dos alimentos. São eles: as glândulas salivares, o pâncreas, o fígado e a vesícula biliar.

Ao longo do trato gastrointestinal, ocorrem a digestão dos alimentos ingeridos e a absorção de nutrientes.

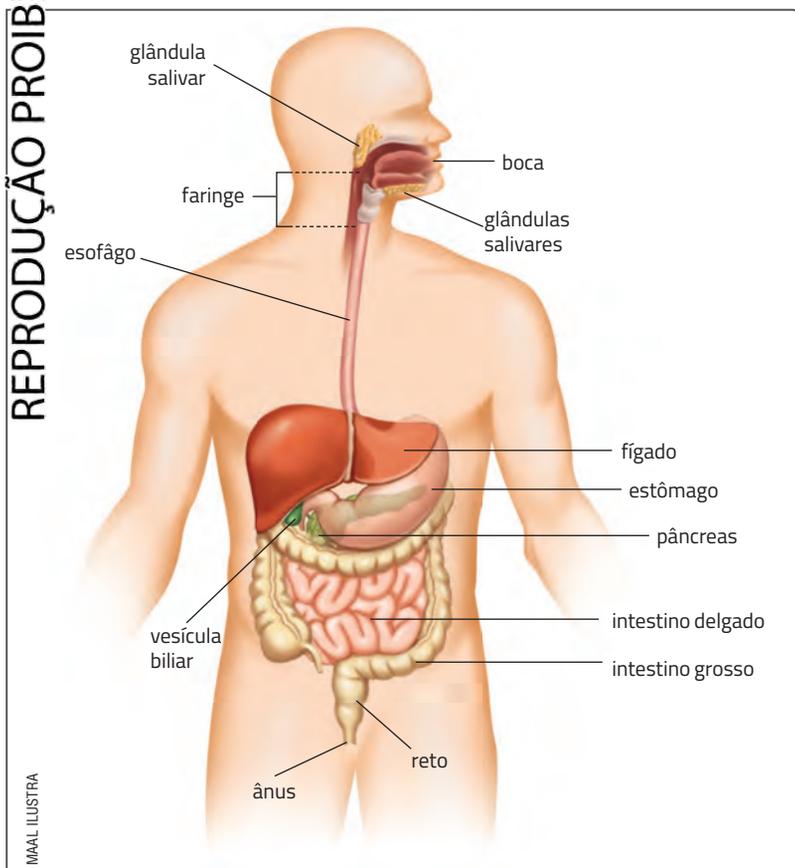
Ao serem ingeridos pela **boca**, os alimentos são triturados, perfurados e cortados devido à ação dos dentes, das bochechas e da língua. Também são umedecidos pela saliva secretada pelas **glândulas salivares**. Ainda na boca, inicia-se a digestão química do amido (molécula complexa de açúcar) sob a ação da **enzima** amilase salivar, também chamada ptialina. Sua atuação ocorre em pH próximo ao neutro.

Após ter sido mastigado e umedecido, o alimento assume uma consistência pastosa e passa a ser chamado de bolo alimentar. O bolo alimentar é deglutido para a **faringe**, que se conecta ao **esôfago**. Por meio da contração da musculatura não estriada da parede do esôfago, o bolo alimentar é empurrado até o estômago. Essa contração é denominada peristaltismo, que também ocorre ao longo dos intestinos.

No **estômago**, há a secreção do suco gástrico produzido pelo próprio órgão, que possui pH 2 aproximadamente. Este ambiente ácido é favorável para a ação da enzima pepsina, que inicia a digestão química das proteínas. No estômago, também ocorrem contrações involuntárias que possibilitam que partículas grandes de alimento ainda persistentes possam ser quebradas mecanicamente, além de facilitar a mistura entre o bolo alimentar e o suco gástrico secretado.

### Enzima:

molécula que apresenta ação catalizadora, promovendo aumento na taxa de desenvolvimento de reações químicas.

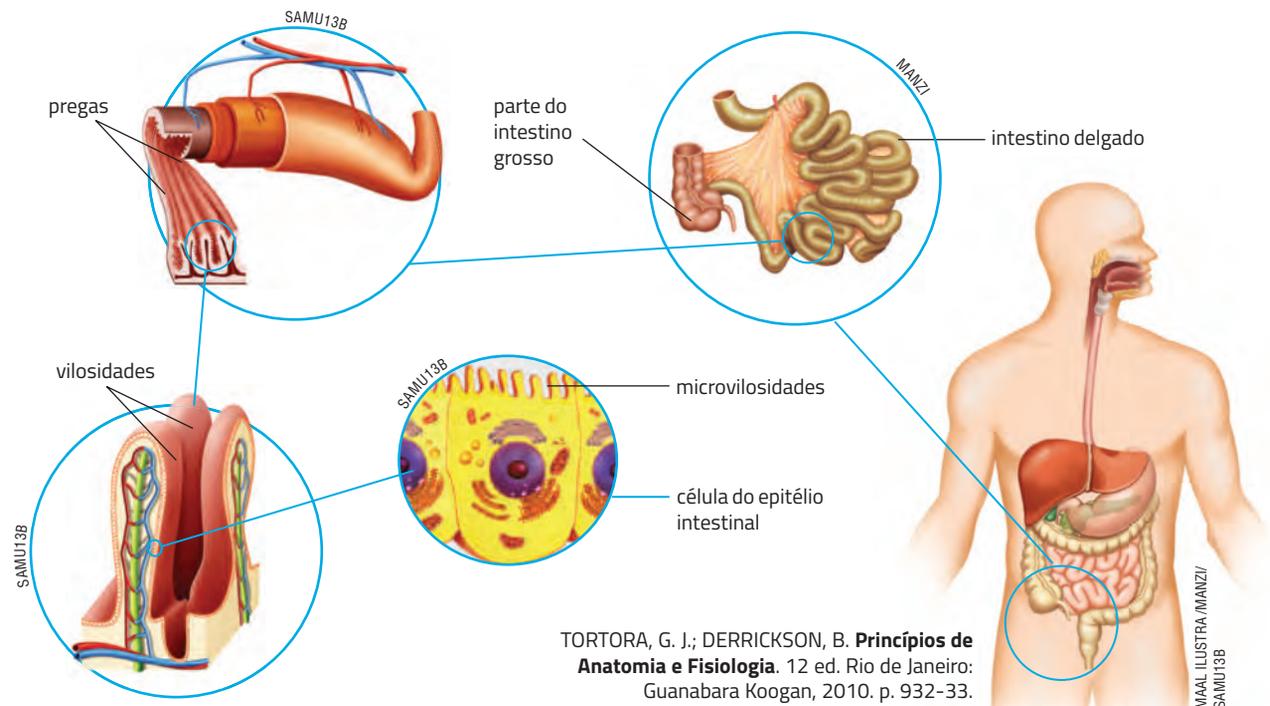


SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 656.

» Representação esquemática do sistema digestório humano. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Após a ação digestiva do estômago, o bolo alimentar adquire consistência ainda mais líquida e passa a ser denominado quimo. O quimo é direcionado ao **intestino delgado**, um longo tubo muscular onde a digestão química é finalizada e a maior parte dos nutrientes são absorvidos.

A absorção é maximizada devido à grande superfície de contato desse órgão, decorrentes das dobras teciduais das paredes internas do intestino que formam projeções denominadas vilosidades e das especializações da membrana plasmática das células absorptivas (que formam projeções denominadas microvilosidades).



TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. p. 932-33.

» Representação esquemática da estrutura do intestino delgado, com detalhes para as vilosidades e microvilosidades. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Na porção superior do intestino delgado, denominada duodeno, ocorre a secreção da bile. A bile é um fluido de coloração amarelo-esverdeada que é produzida pelo **fígado** e armazenada na **vesícula biliar**. Ela é formada por água, sais minerais e substâncias que facilitam a digestão dos lipídios.

Também no duodeno, ocorre a secreção do suco entérico, produzido pelo próprio intestino delgado, e do suco pancreático, produzido pelo **pâncreas**. Essas secreções contêm enzimas que atuam na digestão de carboidratos, proteínas e lipídios.

Com o término da digestão química, ocorre a absorção dos nutrientes pelas células do intestino delgado, os quais atingem a corrente sanguínea e são transportados para as células do corpo. Além disso, o quimo passa a ser chamado de quilo e é direcionado ao intestino grosso.

O **intestino grosso** é dividido em três regiões: o ceco, o colo e o reto. Nele, ocorre a maior parte da reabsorção da água presente no quilo e a formação das fezes, que são eliminadas pelo **ânus**.

## Sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular é formado pelo sangue, por uma rede de vasos sanguíneos de diferentes calibres, e pelo coração.

O **sangue** é um fluido constituído por água, substâncias dissolvidas e dispersas, como proteínas, hormônios, gases, enzimas, resíduos metabólicos, células e plaquetas, entre outros. As células sanguíneas podem ser divididas em dois grandes grupos: os glóbulos vermelhos, que possuem o pigmento hemoglobina, relacionado com o transporte de gás oxigênio; e os glóbulos brancos, que atuam na defesa do organismo. As plaquetas são fragmentos celulares capazes de interromper o vazamento de sangue em lesões, processo denominado coagulação sanguínea.

O sangue circula dentro de **vasos sanguíneos**, tubos interconectados ao coração. Existem três tipos principais de vasos sanguíneos: as artérias, que transportam o sangue que sai do coração para os tecidos do corpo; as veias, que transportam o sangue dos tecidos de volta ao coração; e, os capilares sanguíneos, onde ocorram as trocas de substâncias entre o sangue e os tecidos do corpo.

O sangue circula pelo corpo devido a contração muscular do **coração**. Este órgão apresenta quatro câmaras: duas câmaras superiores que recebem o sangue, denominadas átrios (direito e esquerdo); e duas câmaras inferiores que conduzem o sangue para o restante do corpo, denominadas ventrículos (direito e esquerdo).

Os átrios e ventrículos não se comunicam entre si. Mas, aqueles que se encontram do mesmo lado do corpo apresentam valvas que impedem o refluxo de sangue durante a contração.

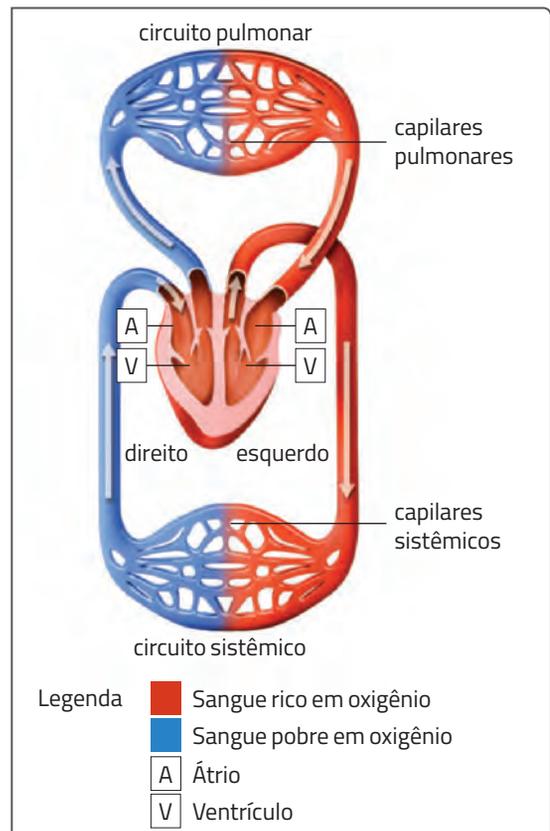
A cada ciclo que se completa, o sangue passa duas vezes pelo coração dos seres humanos. Por isso, dizemos que a circulação é dupla, podendo ser dividida em dois momentos: a **circulação pulmonar** e a **circulação sistêmica**.

O sangue que vem do corpo com baixa concentração de gás oxigênio entra no átrio direito, que se contrai e o direciona ao ventrículo direito. A circulação pulmonar é iniciada com a contração do ventrículo direito, que bombeia o sangue para os pulmões, onde ocorrem as trocas gasosas.

O sangue, agora com alta concentração de gás oxigênio, é direcionado ao átrio esquerdo do coração, cuja contração o direciona ao ventrículo esquerdo. A circulação sistêmica é iniciada com a contração do ventrículo esquerdo, que bombeia o sangue para o restante do corpo, levando gás oxigênio para as células. Então, o sangue com baixa concentração de gás oxigênio, retorna ao átrio direito do coração e o ciclo se reinicia.

» Representação esquemática do circuito pulmonar e do circuito sistêmico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

### » Circulação sanguínea



REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 919.

LÁPIS 138

1. A respeito dos sistemas respiratório, digestório e circulatório, responda as questões a seguir.
  - a) Qual a função desempenhada por cada um desses sistemas?
  - b) É possível afirmar que o mau funcionamento de em um desses sistemas pode afetar a síntese de ATP realizada pelas nossas células? Justifique sua resposta.
2. O tabagismo é o ato de fumar produtos à base de tabaco, como cigarro, narguilé, charuto, cachimbo, cigarro de palha e fumo de rolo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), ele é responsável pela morte de mais de 8 milhões de pessoas a cada ano.

A prática do tabagismo também pode ocasionar diversos problemas à saúde, como o enfisema pulmonar. Nessa condição, os alvéolos pulmonares são destruídos e a pessoa sente falta de ar constantemente.

Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda.

- a) Por que as pessoas com enfisema pulmonar sentem falta de ar?
  - b) Os alvéolos pulmonares são constituintes da porção condutora ou da porção respiratória do sistema respiratório?
  - c) O gás monóxido de carbono (CO) está presente na fumaça exalada pelos produtos à base de tabaco. Quando inalado, este gás se liga à hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos de forma irreversível. Nessa situação, qual seria a consequência para o organismo? Explique sua resposta.
3. Os respiradores mecânicos são máquinas utilizadas em situações em que pessoas hospitalizadas não são capazes de respirar de forma eficiente, por diversos motivos. Essas máquinas forçam a chegada de ar aos pulmões, levando gás oxigênio, ao passo que retiram o gás carbônico eliminado pelo organismo. Para funcionarem, tubos são alocados no corpo do paciente, pelo nariz, pela boca ou, em casos mais graves, por um corte na traqueia.

Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda.

- a) Quais estruturas do sistema respiratório foram mencionadas no texto? Classifique-as em porção condutora e porção respiratória, explicando suas funções.
  - b) Explique a importância do uso de respiradores mecânicos em pacientes com insuficiência respiratória, relacionando sua resposta ao metabolismo celular.
4. Durante a prática de atividades físicas ocorre uma série de alterações nos processos do organismo, uma vez que há um maior consumo energético pelas células musculares. Uma dessas alterações que podemos sentir relaciona-se à forma como o coração bate mais "acelerado". Isso ocorre, porque há um aumento da frequência cardíaca, ou seja, o número de batimentos cardíacos ocorridos em um intervalo de tempo. Contudo esse aumento não é permanente, visto que, ao descansarmos, a frequência cardíaca retorna à situação de repouso.

Com base nessas informações e em seus conhecimentos sobre o assunto, responda.

- a) Qual é o processo metabólico realizado pelas células relacionado com a obtenção de energia? Em sua resposta, explique as transformações de matéria e de energia que ocorrem durante esse processo.
- b) Explique por que ocorre um aumento da frequência cardíaca durante a prática de atividades físicas.



» Respirador mecânico.

1. A calagem é a adição de calcário ou cal virgem (CaO) ao solo com o objetivo de diminuir a acidez e fornecer nutrientes para as plantas, como os íons cálcio e magnésio. O cálcio e o magnésio maximizam os efeitos dos fertilizantes e favorecem a ação de bactérias que realizam a decomposição de resíduos de matéria orgânica, liberando no solo nitrogênio e fósforo, que são nutrientes essenciais para as plantas. Esses nutrientes também são benéficos para os seres vivos que se alimentam dessas plantas.



THOMAZ VITA / NETO PULSAR IMAGES

- » Caminhão distribuindo calcário em pó para controlar a acidez do solo.

São duas práticas usuais no meio agrícola designadas para redução de acidez.

- 1ª) Efetua-se a moagem de rochas de calcário que contém carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>).
- 2ª) Obtém-se por decomposição do carbonato de cálcio a cal virgem.

As duas substâncias, calcário e cal virgem são pulverizadas nas plantações.

Considere o ácido nítrico um dos componentes que aumenta a acidez do solo por diversos fatores como: intempéries, fertilizantes ácidos e também o próprio processo de lixiviação de nutrientes essenciais para manutenção do pH.

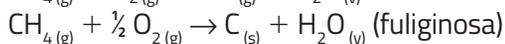
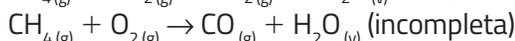
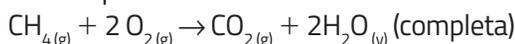
Em relação às informações do texto, faça o que é proposto a seguir.

- a) Forme um grupo com mais três colegas e desenvolvam uma pesquisa para explicar:
  - Maneiras de medir a acidez do solo.
  - A importância da cal para a sociedade e suas influências ambientais.
  - O que são caieiras.
- b) Considere solos úmidos por irrigação ou pela chuva e faça as atividades a seguir.
  - Represente a equação balanceada das reações do calcário com o ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>).
  - Represente e classifique a equação de obtenção da cal virgem a partir do carbonato de cálcio.
  - Sabendo que a cal virgem, quando reage com água, forma cal hidratada, equacione e classifique o processo de obtenção de cal hidratada.

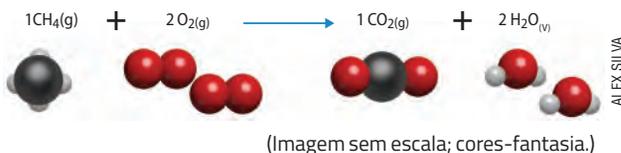
- Explique por que a cal hidratada é uma boa substância para diminuir a acidez do solo. Equacione o processo para justificar sua explicação.

## Saiba mais

Combustão é a reação de queima de um combustível com O<sub>2</sub> podendo formar CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O se for completa, CO e H<sub>2</sub>O se for incompleta e C e H<sub>2</sub>O se for fuliginosa como os exemplos a seguir. Utilizando a queima do gás metano (CH<sub>4</sub>) como exemplo de combustível.



2. A reação de combustão do gás metano abaixo representada usa fórmulas para definir as substâncias e também os modelos de Dalton.



ALEX SILVA

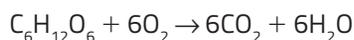
- a) Represente a equação balanceada da combustão completa do etanol demonstrando as fórmulas e também os modelos de Dalton como na imagem anterior. Dados: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O fórmula do etanol.
  - b) Realize uma pesquisa e explique a poluição dos derivados da combustão e a necessidade do uso de catalisadores em automóveis para minimizar essa poluição.
3. Um grupo de pesquisadores em Israel desenvolveu um novo método para o tratamento de tumores de próstata que reduz danos desnecessários aos tecidos saudáveis dos pacientes. Esse método consiste no uso de um medicamento aplicado na corrente sanguínea do paciente, feito à base de um pigmento sensibilizado pela luz. Esse pigmento é obtido da clorofila de bactérias fotossintetizantes aquáticas. O medicamento, ao ser sensibilizado por um laser específico, é ativado, provocando várias reações químicas que fecham os vasos sanguíneos que irrigam os tumores, impedindo-os de receber gás oxigênio. Assim, após algumas horas do procedimento, os tumores são destruídos.

Fonte dos dados: ALISSON, E. Novo tratamento para câncer de próstata não prejudica tecidos saudáveis. **Exame**. São Paulo, 27 mar. 2019. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/novo-tratamento-para-cancer-de-prostata-nao-prejudica-tecidos-saldaveis/>. Acesso em: 19 ago. 2020.

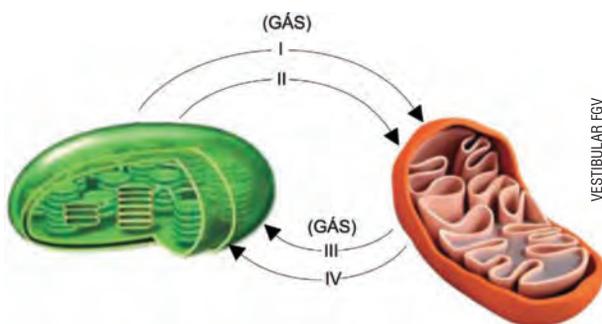
Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda.

- a) O que é informado pelo texto?
- b) O que é utilizado para a produção do medicamento mencionado? Explique de onde ele é obtido.
- c) Qual o processo energético metabólico realizado pelas bactérias mencionadas? Registre a equação geral que o representa, identificando seus reagentes e seus produtos.
- d) Neste procedimento, o que provoca a destruição dos tumores? Em sua resposta, explique a relação entre a causa da destruição dos tumores e o metabolismo celular.

4. Considere a equação a seguir e, na sequência, responda as questões.



- a) Ela corresponde a qual processo metabólico? Cite o local da célula onde ocorre esse processo e as transformações de matéria e de energia decorrentes dele.
  - b) Identifique os reagentes e os produtos representados na equação geral da respiração celular.
  - c) Para se produzir 540 g de água nesta reação, quantos gramas de glicose e de gás oxigênio serão necessários? Justifique sua resposta com base na lei da conservação das massas.
5. (FGV-SP) A figura seguinte ilustra duas organelas celulares responsáveis por processos metabólicos essenciais aos seres vivos.



Tendo em vista as substâncias indicadas por I, II, III e IV, produzidas e consumidas não necessariamente de forma imediata, nos processos realizados pelas organelas ilustradas, é correto afirmar que

- a) II e III são moléculas transportadoras da energia química consumida nas organelas.
- b) III e IV são fontes de carbono e hidrogênio, respectivamente, para a síntese de carboidratos.
- c) I e II são moléculas orgânicas sintetizadas por meio do metabolismo autotrófico.
- d) I e III são gases produzidos e consumidos, respectivamente, no metabolismo heterotrófico.
- e) I e IV são moléculas fornecedoras de energia para as reações químicas envolvidas. **Alternativa b.**

6. (CECIERJ) As vias catabólicas – a anaeróbica e a aeróbica – são utilizadas pela célula para produção de ATP. A via metabólica utilizada pela célula para sintetizar energia na ausência de oxigênio é a seguinte:
- a) Fosforilação oxidativa.
  - b) Glicólise.
  - c) Cadeia transportadora de elétrons.
  - d) Ciclo de Krebs. **Alternativa b.**

7. (Unicamp-SP) Pode-se imaginar que o ser humano tenha pintado o próprio corpo com cores e formas, procurando imitar os animais multicoloridos e assim adquirir suas qualidades: a rapidez da gazela; a força do tigre; a leveza das aves. A pintura corporal é ainda muito usada entre os índios brasileiros. Os desenhos, as cores e suas combinações estão relacionados com solenidades ou com atividades a serem realizadas. Para obter um corante vermelho, com o que pintam o corpo, os índios brasileiros trituram sementes de urucum, fervendo esse pó com água. A cor preta é obtida da fruta jenipapo ivá. O suco que dela é obtido é quase incolor, mas, depois de esfregado no corpo, em contato com o ar, começa a escurecer até ficar preto.

- a) No caso do urucum, como se denomina o processo de obtenção do corante usando água?
- b) Algum dos processos de pintura corporal, citados no texto, envolve uma transformação química? Responda sim ou não e justifique.

8. (Enem/MEC) Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g), cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.

Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- a) água dura.
- b) água de cal.
- c) água salobra.
- d) água destilada.
- e) água desmineralizada. **Alternativa b.**

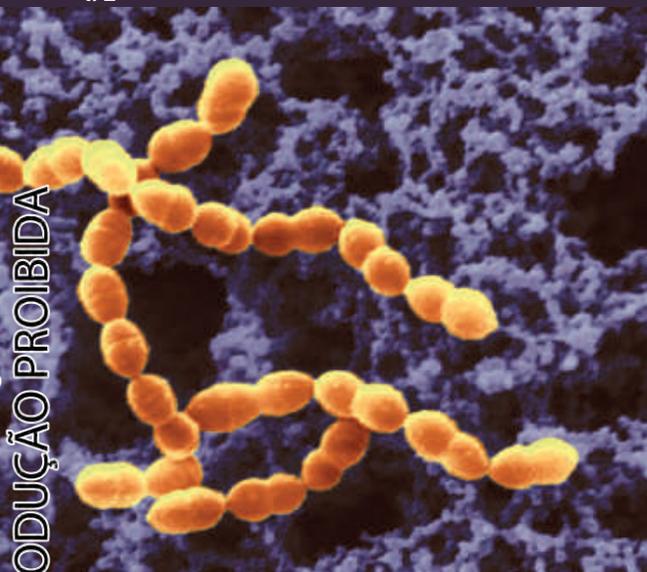
9. (UFRGS-RS) Aos frascos A, B e C, contendo soluções aquosas incolores de substâncias diferentes, foram adicionadas gotas de fenolftaleína. Observou-se que só o frasco A passou a apresentar coloração rósea. Identifique a alternativa que indica substâncias que podem estar presentes em B e C.

- |   |  |
|---|--|
| a) NaOH e NaCl                          | d) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> e NaOH |
| b) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> e HCl | e) NaCl e Mg(OH) <sub>2</sub>            |
| c) NaOH e Ca(OH) <sub>2</sub>           | <b>Alternativa b.</b>                    |

# Microrganismos na indústria

Comumente, as bactérias, os protozoários e os fungos são associados ao fato de serem potenciais causadores de doenças. Contudo, esses microrganismos desempenham papéis ecológicos essenciais para a manutenção das comunidades de um ecossistema. Além disso, muitas espécies desses microrganismos exibem grande importância econômica e são utilizadas por diversos setores de nossa sociedade, sobretudo pelos relacionados à saúde, à alimentação e à economia.

SCIMAT/SCIENCE SOURCE/  
FOTOARENA



Bactérias da espécie *Streptococcus thermophilus*, utilizadas na fabricação de iogurtes. (Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 6250 vezes; colorido artificialmente.)

Devido às suas estruturas ou às características de seu metabolismo, muitos microrganismos são utilizados em setores industriais, como a fabricação de alimentos, de combustíveis e de materiais, de vacinas, de medicamentos, e o desenvolvimento de procedimentos e técnicas voltadas aos mais diversos tipos de aplicações. Vejamos alguns exemplos.

Algumas bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Streptococcus* são utilizadas para a produção de bebidas lácteas e de iogurtes, devido ao seu metabolismo. Elas utilizam a lactose, que é o açúcar presente no leite, como fonte de carbono e de energia, por meio da fermentação láctica.

As leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* são utilizadas como fermento biológico na fabricação de pães. Leveduras são fungos unicelulares que realizam a fermentação alcoólica. Nesse processo, os açúcares presentes na massa do pão são utilizados como fonte de carbono e de energia às leveduras, que os convertem em gás carbônico e álcool.

As leveduras *Saccharomyces cerevisiae* também são utilizadas na fabricação do combustível etanol, a partir da cana-de-açúcar.



- » Leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. (Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 9500 vezes; colorida artificialmente.)



ADRIANO KIRIHARA

Algumas bactérias estão sendo estudadas quanto ao seu potencial na fabricação de bioplásticos, ou plásticos biodegradáveis. Isto é, plásticos que podem ser decompostos rapidamente no ambiente, pela ação de seres decompositores, como bactérias e fungos.

No processo produtivo em estudo, algumas bactérias são utilizadas para a produção dos bioplásticos a partir de resíduos da fabricação do etanol, como o melaço e o bagaço da cana. Essas bactérias utilizam os açúcares, como a sacarose e a xilose, presentes nesses resíduos, como fontes de carbono e de energia. Nesse processo, acabam sintetizando grânulos de bioplástico, que ficam armazenados em suas células para serem utilizados como fonte reserva de energia. O estudo consiste no desenvolvimento e na aplicação de técnicas específicas para a extração dos grânulos e sua consequente fabricação em larga escala.

Os bioplásticos produzidos podem ser empregados em setores em que a pureza e a biodegradabilidade sejam necessárias, como na fabricação de embalagens de produtos de limpeza, de higiene, de medicamentos e cosméticos.

Alguns fungos do gênero *Penicillium* foram amplamente utilizados no século passado para a produção do primeiro antibiótico conhecido: a penicilina. A fabricação desse antibiótico contribuiu para reduzir as mortes provocadas por infecções bacterianas. Sua descoberta é atribuída ao biólogo e médico Alexander Fleming (1881-1955), durante seus estudos com bactérias da espécie *Staphylococcus aureus*, causadora de infecções no corpo humano.

Sua descoberta foi fruto do acaso, pois o pesquisador teria esquecido algumas placas de cultura com bactérias *S. aureus* sobre a mesa de seu laboratório, e após algumas semanas, juntamente a seu assistente, teria verificado que o crescimento do *Penicillium* em uma das placas teria evitado a proliferação de tais bactérias. Posteriormente, descobriu-se que a ação antibacteriana do fungo também se aplicava a bactérias de outras espécies.



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

» Colônias de fungos do gênero *Penicillium*.

## Atividades

Não escreva no livro

1. A equação a seguir representa uma das reações metabólicas (não balanceada) mencionadas no texto. Considere-a para responder às questões que seguem.  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$$

(glicose)      (etanol)      (gás carbônico)

  - a) Realize o balanceamento dessa equação química.
  - b) Quantos gramas de glicose são necessários para a produção de 264 gramas de gás carbônico? Explique sua resposta com base na lei da conservação de massa.
  - c) Qual via metabólica é representada pela equação?
  - d) Qual processo produtivo está relacionado a essa via metabólica? Explique-o.
2. Realize uma pesquisa sobre outras aplicações dos microrganismos na indústria. A partir de seus resultados, elaborem uma apresentação aos colegas de sua classe utilizando *slides* ou cartazes.
3. Forme um grupo com seus colegas para realizar uma atividade prática com o objetivo de investigar a existência de microrganismos em diferentes ambientes da escola ou de sua residência. Separe 10 copos plásticos de 50 mL de capacidade; álcool 70%; caneta esferográfica; filme plástico; panela e colher; mingau (400 mL de água, 5 colheres de amido de milho e 2 colheres de açúcar). Elabore os procedimentos para a realização da atividade. Se necessário, peça ajuda ao professor. Após sua realização, responda:
  - a) O que é possível constatar a partir dessa investigação? Compare os resultados obtidos em um mesmo ambiente e entre diferentes ambientes.
  - b) Com base nos resultados da atividade, explique o que pode ser feito para evitar a contaminação de alimentos e cuidar da manutenção da saúde.

## Energia e matéria nas cadeias alimentares e nos ciclos biogeoquímicos

As minhocas são animais detritívoros que se alimentam da matéria em decomposição no solo. A ação desses animais aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo como o cálcio, o magnésio, o fósforo, o potássio, o nitrogênio, que serão utilizados por outros seres vivos, como as plantas. Parte da matéria orgânica ingerida pela minhoca se torna húmus – o excremento da minhoca – e o restante é utilizado para seu desenvolvimento.

O famoso biólogo britânico Charles Darwin (1809-1882) dirigiu vários estudos sobre as minhocas. De fato, em seu último livro chamado **The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits**, (do inglês, "A formação do húmus vegetal pela ação das minhocas, com observações sobre seus hábitos") publicado em 1881, ele faz a seguinte citação:

[...] o arado é uma das invenções mais antigas e valiosas do homem; mas muito antes de ele existir, a terra era de fato regularmente lavrada e continua sendo lavrada por minhocas. [...]

DARWIN, C. The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits. **Darwin Online**, London: John Murray, 1881. p. 313. Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=2&itemID=F1357&viewtype=side>. Acesso em: 3 ago. 2020. Tradução dos autores.

A minhoca, além de contribuir com a fertilidade do solo, também atua, juntamente com outros seres vivos, na ciclagem da matéria, processo fundamental para a manutenção dos ecossistemas. A transformação e o fluxo da matéria e energia em ambientes naturais são alguns dos assuntos estudados nesta unidade.

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

Não escreva no livro

1. A minhoca é um animal heterótrofo ou autótrofo? Justifique.
2. Qual a relação que as minhocas possuem com a transformação e o ciclo da matéria no ambiente?

» Minhoca no solo.

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

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

#### Competências gerais

5, 6, 7, 9 e 10

#### Competências da Natureza e das Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT301 e EM13CNT303

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA



# Relações alimentares

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

Observe a imagem e o mapa a seguir.



» (A) Ariranha (*Pteronura brasiliensis*) se alimentando de um peixe (Mato Grosso, Brasil). (B) Mapa representando a distribuição dessa espécie no Brasil.



Fonte: RODRIGUES, L. A.; LEUCHTENBERGER, C.; SILVA, V. C. F. Avaliação do risco de extinção da Ariranha *Pteronura brasiliensis* (Zimmermann, 1780) no Brasil. **ICMBio**, Biodiversidade Brasileira, 3(1), 228-239, 2013. p. 232. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/eseetaiama/images/stories/Avalia%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_risco\\_de\\_extin%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_Ariranha.pdf](https://www.icmbio.gov.br/eseetaiama/images/stories/Avalia%C3%A7%C3%A3o_do_risco_de_extin%C3%A7%C3%A3o_da_Ariranha.pdf). Acesso em: 16. set. 2020.

**1** A ariranha é um mamífero encontrado em alguns dos principais biomas brasileiros. Com base em seus conhecimentos sobre biomas, e segundo o mapa, quais seriam esses biomas?

**2** Considere que o peixe da imagem se alimente de outro peixe menor, e que este se alimente de larvas, que, por sua vez, se alimentam de plantas aquáticas. Na forma de um esquema, represente essas relações alimentares em seu caderno.

Não escreva no livro

As relações estabelecidas entre os seres vivos, com base em sua fonte nutricional, são denominadas **relações alimentares**. Ao longo de seqüências alimentares constituídas por diferentes seres vivos de um ecossistema, ocorrem a transferência e a transformação de matéria e energia. Nessas seqüências, a matéria é permanentemente reciclada, enquanto a energia perde-se na forma de calor, seguindo, portanto, um fluxo unidirecional no ambiente.

Existem diversos tipos e tamanhos de ecossistemas. Por exemplo, o corpo de água onde a ariranha da imagem anterior se encontra pode ser considerado um ecossistema aquático, assim como apenas uma gota dele.

# Conceitos básicos de Ecologia

O biólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919) acreditava que o conhecimento biológico sobre um organismo não é completo quando esse ser vivo é estudado isoladamente. A partir de suas observações, ele criou o termo Ecologia, que se relaciona aos estudos sobre as relações que os seres vivos – **fatores bióticos** – realizam entre si e entre os **fatores abióticos** que existem ao seu redor, como luminosidade, temperatura, salinidade, umidade, entre outros.

O conjunto de ecossistemas da Terra formam a **biosfera**. Já um ecossistema é formado por todas as comunidades de organismos presentes em determinada área e os fatores abióticos a ela associados. Uma **comunidade** é o conjunto de diferentes populações que vivem em determinada área e se relacionam entre si. Uma **população** é um conjunto de organismos de mesma espécie que vive no mesmo local, no mesmo tempo, e que interagem entre si. **Organismo** é cada indivíduo que compõem a população.

O local onde uma população ou um organismo vive e obtém os recursos necessários a sua existência é chamado de **hábitat**, e o papel que ela desenvolve no ambiente é o **nicho ecológico**. Alguns animais possuem o mesmo hábitat, mas ocupam nichos ecológicos diferentes. Por exemplo, a ariranha e a lontra podem conviver no mesmo hábitat, em rios ou lagos. Entretanto, a ariranha tem hábitos mais diurnos, e a lontra noturnos. Além disso a dieta desses animais é diferente. A ariranha captura peixes maiores e ativos, e a lontra peixes mais lentos, do fundo dos rios.

Um conjunto de ecossistemas com diversas características semelhantes, entre as quais as climáticas e as de formação vegetal, formam um **bioma**. No Brasil existem seis principais biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa. O bioma Pantanal, por exemplo, é caracterizado por vegetações rasteiras, arbustos, árvores e cursos de água que inundam as terras mais baixas durante o período de chuva, garantindo a presença de ambientes aquáticos e semiaquáticos. Nesse período de chuva ocorre a reprodução e proliferação de diversas espécies de plantas aquáticas, como os aguapés presentes na imagem que mostra a ariranha se alimentando.

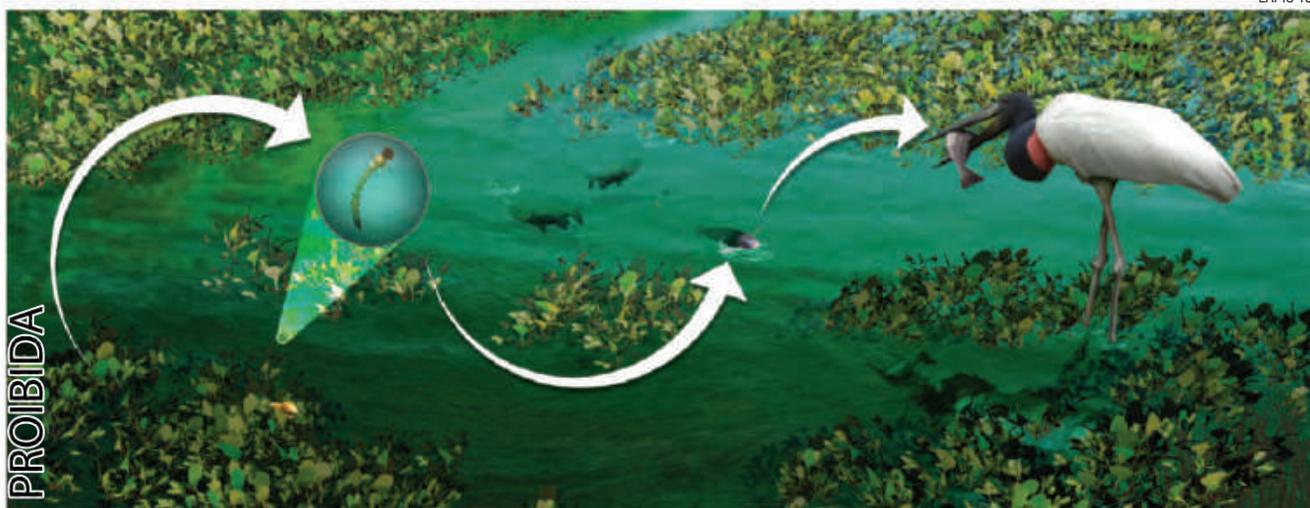
Os aguapés são utilizados como alimento por alguns animais, como larvas de insetos, e como abrigo por outros, como moluscos, crustáceos e peixes. Essa fauna associada aos aguapés possibilita maior oferta de alimentos a outros animais, entre eles peixes de maior porte, os quais, por sua vez, são fonte nutricional de ariranhas, jacarés e de aves, como os tuiuiús. Estas interações formam uma cadeia alimentar, que analisaremos a seguir.



# Cadeia alimentar

As cadeias alimentares são diagramas que representam as relações alimentares estabelecidas entre os seres vivos. Para compor esses diagramas, costuma-se utilizar setas entre os organismos que se relacionam em uma cadeia alimentar. Na ponta da seta é indicado aquele que se alimenta do outro, conforme representado na ilustração a seguir.

LÁPIS 13B



» Representação de uma cadeia alimentar do Pantanal. Da esquerda para direita: aguapé, larva de inseto, peixe e tuiuí. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Na cadeia alimentar representada, podemos identificar as seguintes relações alimentares: o tuiuí se alimentando de um peixe; o peixe, por sua vez, se alimentando de uma larva de inseto; a larva, por sua vez, se alimentando de aguapé.

Essas relações podem ser representadas da seguinte forma.



## Níveis tróficos

Com base na fonte nutricional e de energia, podemos organizar os seres vivos que compõem as cadeias alimentares em grupos denominados **níveis tróficos**.

Os **produtores** ocupam o primeiro nível trófico das cadeias alimentares. Eles são representados pelos **autótrofos**, isto é, pelos seres vivos capazes de sintetizar o próprio alimento. São exemplos algumas bactérias, as algas e as plantas.

Para a síntese de alimento, os autótrofos podem realizar a fotossíntese ou a quimiossíntese. Em ambos os processos, moléculas simples (menos energéticas) são transformadas em moléculas complexas (mais energéticas), utilizando uma fonte de energia. A fonte de energia utilizada na fotossíntese é a luz solar, enquanto a fonte de energia utilizada na quimiossíntese provém da oxidação de substâncias inorgânicas.

No exemplo da cadeia alimentar representada anteriormente, o primeiro nível trófico é ocupado pelo aguapé, um organismo fotossintetizante. O aguapé é, portanto, um produtor.

Os **consumidores** ocupam do segundo nível trófico em diante nas cadeias alimentares. Eles são representados pelos **heterótrofos**, ou seja, pelos seres vivos que não são capazes de sintetizar seu próprio alimento. Para obter alimentos, os consumidores ingerem outros seres vivos, ou partes deles. Os animais constituem vastos exemplos de consumidores.

Em relação a sua dieta alimentar, os consumidores podem ser classificados em herbívoros, carnívoros ou onívoros.

Os **herbívoros** são os seres vivos que ingerem apenas alimentos de origem vegetal. Neste caso, os herbívoros sempre ocuparão o segundo nível trófico de cadeias alimentares, se alimentando dos produtores. Portanto, dizemos que os herbívoros são **consumidores primários**.

No exemplo da cadeia alimentar representada anteriormente, o segundo nível trófico é ocupado pela larva de um inseto, que se alimenta de partes do aguapé. A larva de inseto é, portanto, um consumidor primário.

Os **carnívoros** são os seres vivos que ingerem apenas alimentos de origem animal. Eles ocupam do terceiro nível trófico em diante das cadeias alimentares, se alimentando de herbívoros ou de outros carnívoros. Os carnívoros podem ser **consumidores secundários, consumidores terciários** ou até **consumidores quaternários**, dependendo da quantidade de níveis tróficos existente em uma dada cadeia alimentar.

No exemplo da cadeia alimentar representada anteriormente, o terceiro nível trófico é ocupado por um peixe, que se alimenta da larva de inseto. O peixe é, portanto, um consumidor secundário. Nessa cadeia alimentar, o quarto nível trófico é ocupado pelo tuiuiú, que se alimenta do peixe. O tuiuiú é, portanto, um consumidor terciário.

Por fim, os **onívoros** são os seres vivos que ingerem alimentos de origem vegetal e de origem animal. Eles podem ocupar qualquer nível trófico das cadeias alimentares conferido aos consumidores. Quando se alimentarem de plantas, serão consumidores primários. Quando se alimentarem de animais, poderão ocupar a posição de consumidores secundários em diante.



OLGALT/SHUTTERSTOCK.COM

» Aguapé da espécie *Eichhornia crassipes*, comumente encontrado nos corpos de água do Pantanal.



ANDREW M. ALLPORT/  
SHUTTERSTOCK.COM

» Tuiuiú (*Jabiru mycteria*).



TONY SAVINO/SHUTTERSTOCK.COM

» Tronco de uma árvore em decomposição.

**3** Represente uma cadeia alimentar considerando seres vivos que estão presentes em sua região. Se necessário, realize uma pesquisa sobre quais são essas espécies e seus hábitos alimentares.

Não escreva no livro

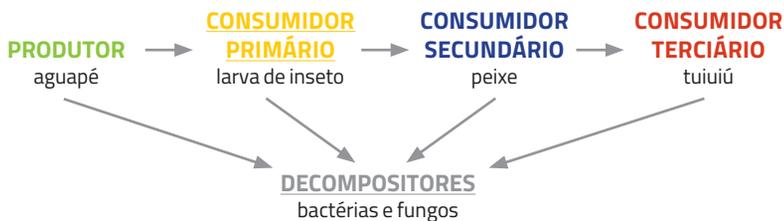
As posturas e os comentários das atividades (esta) disponíveis no Manual do Professor.

Os **decompositores** são seres heterótrofos que se alimentam de matéria orgânica não viva de todos os níveis tróficos, como organismos mortos, fezes, folhas e frutos que se desprendem de árvores, entre outros. São representados por bactérias e por fungos.

Ao se alimentarem, os decompositores realizam a decomposição da matéria orgânica. Por meio desse processo, a matéria orgânica é degradada em substâncias inorgânicas, as quais podem ser reutilizadas pelos produtores. Dessa forma, os decompositores atuam na ciclagem de elementos químicos na natureza.

Para muitos pesquisadores, os decompositores representam o último nível trófico da cadeia alimentar, sem ocupar posições específicas nela, visto que se alimentam da matéria não viva de todos os níveis.

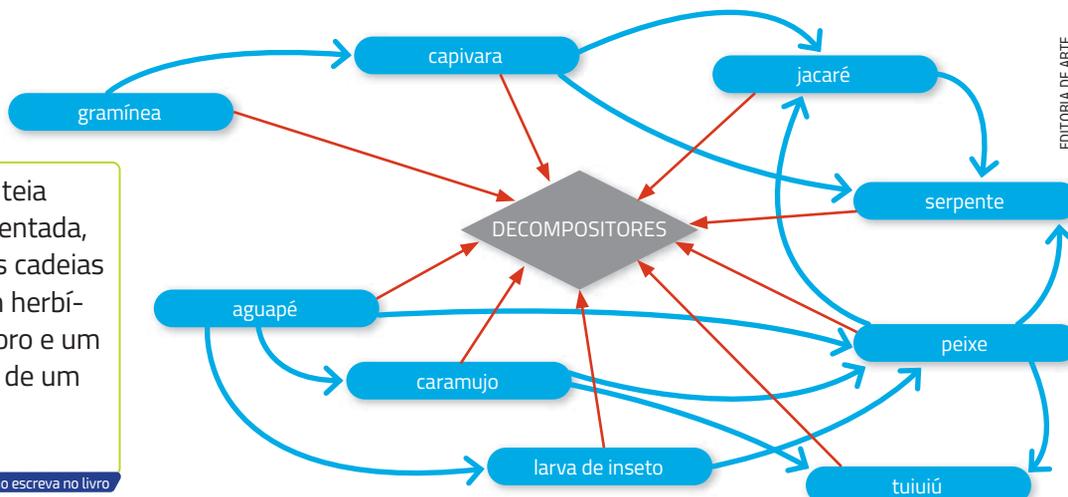
Considerando a cadeia alimentar apresentada anteriormente, é possível representar os decompositores da seguinte maneira.



EDITORIA DE ARTE

## Teia alimentar

Na natureza, muitas espécies possuem mais de uma opção alimentar e, com isso, participam de várias cadeias alimentares, podendo, inclusive, ocupar níveis tróficos distintos em cada uma delas. O entrelaçamento das cadeias alimentares existentes em um mesmo ambiente resulta em uma **teia alimentar**, que pode ser representada conforme mostra o esquema a seguir.



EDITORIA DE ARTE

**4** Considerando a teia alimentar apresentada, identifique: duas cadeias alimentares, um herbívoro, um carnívoro e um que ocupa mais de um nível trófico.

Não escreva no livro

# Impactos nas cadeias alimentares

Longe da interferência humana, as relações existentes entre os seres vivos nas cadeias alimentares tendem a se manter em relativo equilíbrio, algo importante para a existência de todos os níveis tróficos que as compõem. No entanto, muitas atividades humanas geram impactos sobre as cadeias alimentares, interferindo negativamente nesse equilíbrio.

Os desmatamentos, por exemplo, são uma das causas da perda de habitats naturais de diversas espécies. Em alguns casos, isso pode provocar o deslocamento de espécies para outros ambientes, onde, por semelhanças de nichos ecológicos, acabam competindo por alimento com espécies nativas, trazendo prejuízos para uma ou ambas as espécies.

A perda de habitats naturais também está relacionada a extinções locais de espécies. O desaparecimento de qualquer população em um ecossistema pode alterar toda a estrutura da comunidade local, pois afeta as relações diversas, inclusive as alimentares, que se estabeleciam nesse ambiente. A extinção de abelhas nativas, por exemplo, decorrente do uso exacerbado de agrotóxicos e da degradação ambiental, tem sido considerada uma questão crítica, pois essas abelhas auxiliam na reprodução de diversas espécies de plantas. O desaparecimento dessas abelhas pode, portanto, provocar o desaparecimento de espécies de plantas e, por consequência, dos animais que se alimentam dessas plantas.

Extinções locais de espécies podem, ainda, provocar o aumento repentino de algumas populações. É o que pode acontecer com populações de capivaras, por exemplo, caso a onça-pintada seja extinta devido à caça ilegal. As onças-pintadas se alimentam de capivaras, contribuindo para a regulação do crescimento da população desses animais. Por isso, seu desaparecimento pode provocar o aumento repentino do número de capivaras, que passarão a disputar por alimentos entre si.

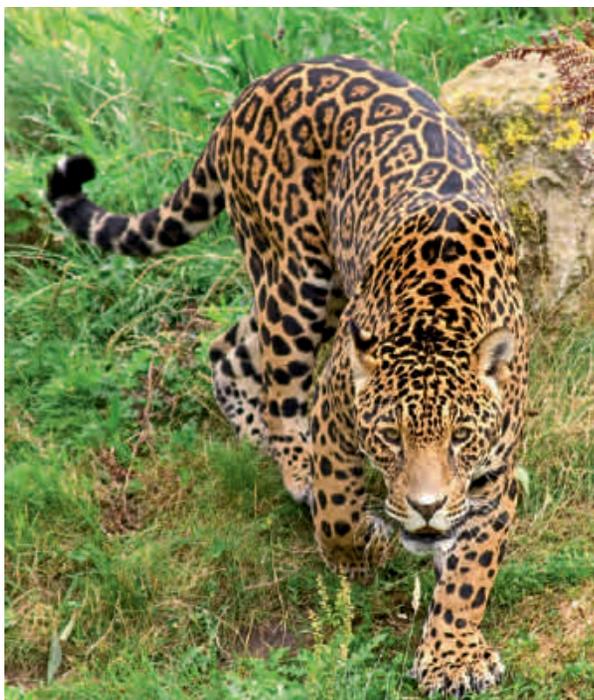
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 5** Espécies exóticas podem competir com espécies nativas. Faça uma pesquisa sobre o que é uma espécie exótica e cite casos que podem estar acontecendo em sua região ou no Brasil. Procure identificar os problemas e apontar possíveis soluções para a situação em análise. Elabore um relatório que apresente os dados de sua pesquisa, compartilhe-o pela internet com seus colegas e o professor e conversem sobre o assunto em sala de aula.

Não escreva no livro



» A abelha-comum (*Apis mellifera*).



» Onça-pintada (*Panthera onca*).

1. Considere a cadeia alimentar a seguir para responder às questões.



REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1218.

- Quantos níveis tróficos estão presentes nessa cadeia alimentar? Identifique-os.
- Qual processo energético é realizado pelo organismo produtor dessa cadeia alimentar? Explique-o.
- Represente essa cadeia alimentar incluindo os decompositores.

2. Observe a fotografia a seguir.



Você já deve ter visto alimentos embolorados, como o pão mostrado na imagem. Você já se questionou por que isso acontece? Os bolores são fungos que crescem sobre a superfície de alimentos que estejam fora do prazo de validade, ou que tenham sido armazenados em locais com condições inadequadas. Nessas condições, estruturas do bolor penetram nos alimentos e absorvem os nutrientes de que necessitam, iniciando o processo de decomposição.

» Pão embolorado.

Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos sobre o assunto, faça o que se propõe a seguir.

- O processo de decomposição também ocorre na natureza. Explique o que é esse processo e sua importância para os ecossistemas.
  - Apresentar o prazo de validade e informações sobre como armazenar corretamente alimentos industrializados são formas de garantir segurança aos consumidores. Para chegar a essas informações, as empresas se baseiam em algumas variáveis. Realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis a respeito das variáveis consideradas para a determinação do prazo de validade de produtos alimentícios e registre os resultados encontrados em seu caderno.
3. A ariranha é um animal em perigo de extinção, segundo a classificação da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, elaborada pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais – IUCN (sigla em inglês). Entre os principais motivos atuais que ameaçam esta espécie está a destruição de seu hábitat. Forme um grupo e faça uma pesquisa sobre alguma espécie de ser vivo presente em sua região. Identifique seu hábitat, nicho ecológico, qual a classificação de ameaça deste ser vivo segundo a IUCN, quais as principais ameaças a esta espécie e quais medidas podem ser realizadas para reduzir estas ameaças. Apresente o resultado de sua pesquisa por meio de um vídeo, que possa ser compartilhado no *site* da escola com a comunidade.

### Espaços de aprendizagem

Accesse os *links* a seguir para obter informações sobre a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, e a descrição das categorias utilizadas pela IUCN na avaliação da fauna e flora brasileira.

<<https://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article/10187>>

<<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>>

<[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/apostila\\_aplicacao\\_criterios\\_categorias\\_UICN\\_versao\\_2.0.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/apostila_aplicacao_criterios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf)>

(Acessos em: 16 jul. 2020)

4. Na década de 1980, o caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*) foi trazido ao Brasil ilegalmente para ser comercializado como alimento. Como a criação desses animais foi proibida, os proprietários dos criadouros os soltaram no ambiente, sem adotar as providências corretas. Por não apresentar predadores naturais em nosso país, o caramujo-gigante-africano se espalhou rapidamente pelo território brasileiro e provocou diversos problemas. Desde então, os órgãos do meio ambiente têm destinado esforços para controlar a população desses caramujos africanos.

Com base no texto, faça uma pesquisa e identifique os principais problemas causados pela introdução desta espécie exótica no Brasil.



» Caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*).

5. Leia o trecho retirado de uma reportagem.

O Fundo Mundial para a Natureza (WWF, da sigla em inglês), ONG de defesa do meio ambiente, acaba de divulgar a versão 2018 do seu relatório Planeta Vivo. [...]

A análise, feita por 50 pesquisadores em todo o mundo com base em pesquisas de 19 organizações, apontou para um **desmatamento** intenso, que reduziu, de 1970 para cá, 20% da Floresta Amazônica e 50% do Cerrado, biomas bastante representativos do país.

A redução das áreas verdes acaba trazendo uma implicação direta na vida de espécies, aumentando ainda mais a lista daquelas que estão ameaçadas de **extinção**.

[...]

VEIGA, E. Desmatamento: Amazônia perdeu 20% e Cerrado, 50%, desde 1970, aponta relatório da WWF. **BBC**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46026334>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Com base nas informações da reportagem e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir.

a) O que é informado pela reportagem?

b) Estabeleça uma relação entre as palavras destacadas no texto da reportagem.

# Energia nas cadeias alimentares

A sequência de imagens a seguir representa uma cadeia alimentar.



grãos de milho



cutia



jaguaririca

» Representação de uma cadeia alimentar.

Considerando que os círculos representam a quantidade de energia disponível para cada ser vivo, proponha uma explicação que justifique a diminuição do tamanho dos círculos a cada nível trófico.

Não escreva no livro

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

Como vimos, nas cadeias alimentares ocorrem transformações da matéria e da energia. Os produtores são capazes de transformar a energia proveniente principalmente da luz solar em outras formas de energia presentes em moléculas de carboidratos que poderão ser utilizadas pelos consumidores. Os consumidores, por sua vez, também realizam conversões energéticas e utilizam parte da energia presente nas moléculas de carboidratos para a síntese de moléculas de ATP, as quais serão utilizadas em suas funções básicas.

No entanto, nem toda quantidade de energia que é transformada por um ser vivo é disponibilizada ao nível trófico seguinte, pois os seres vivos utilizam boa parte dela para manutenção de suas funções básicas.

Além disso, as transformações energéticas que ocorrem na natureza não são completamente eficientes, pois uma parte é transformada em energia térmica, que é dissipada ao ambiente. Isso significa que, nas conversões energéticas realizadas em cada um dos níveis tróficos de uma cadeia alimentar, uma parcela da energia é perdida na forma de calor.

Por esses motivos, a quantidade de energia que pode ser transferida entre os níveis tróficos é cada vez menor conforme se distancia dos produtores.

# Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares

A energia segue um fluxo ao longo das cadeias alimentares, não podendo ser reciclada. Esse fluxo é unidirecional, pois flui dos produtores em direção aos consumidores, como mostra o esquema abaixo. Perceba que, o fluxo de energia nas cadeias alimentares é representado por meio das setas entre os níveis tróficos. A largura dessas setas pode representar a quantidade de energia que é transferida aos seres vivos ou dissipada ao ambiente.

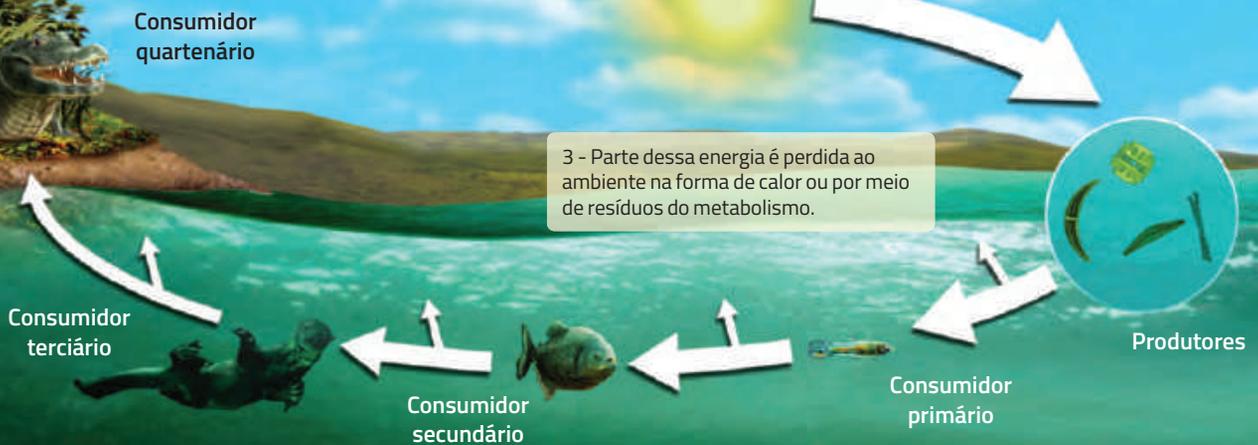
1 - Os produtores fotossintetizantes transformam energia luminosa em outras formas de energia presentes nas moléculas de carboidratos, como a glicose. Nos ambientes aquáticos, os produtores são representados pelas algas (macroscópicas e microscópicas), pelas plantas aquáticas e por bactérias.

2 - Nos produtores, assim como os demais seres vivos, grande parte desta energia é incorporada à matéria orgânica que constitui o organismo, ou seja, à sua biomassa (processo denominado assimilação). Essa energia assimilada é utilizada para realização das funções básicas do organismo, e armazenada em seus tecidos conforme o ser vivo cresce e se desenvolve.

3 - Parte dessa energia é perdida ao ambiente na forma de calor ou por meio de resíduos do metabolismo.

5 - Da mesma forma, a energia presente em moléculas que constituem os tecidos dos consumidores primários é disponibilizada aos consumidores secundários, por meio da alimentação. E assim ocorre em todos os níveis tróficos: devido às perdas e ao uso da energia pelo próprio organismo, a quantidade de energia que é disponibilizada ao nível trófico seguinte é menor do que a quantidade que foi obtida.

4 - Por meio da alimentação, grande parte da energia que não foi utilizada pelos produtores é transferida aos consumidores primários. Estes, por sua vez, por meio da respiração celular, transformam a energia que adquiriram das moléculas de carboidratos em energia que possa ser utilizada por suas células. Parte dessa energia também é perdida ao ambiente.



Elaborada com base em: ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 112, 425. MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 49.

» Representação esquemática do fluxo de energia em uma cadeia alimentar. (Imagem sem escala; cores-fantasia).

## Pirâmide de energia

No geral, os pesquisadores consideram que apenas cerca de 10% da energia que é assimilada pelos organismos possa ser transferida ao nível trófico seguinte. Isso representa uma diminuição significativa no percentual total de energia que é disponibilizado ao último nível trófico da cadeia alimentar.

Considere como exemplo uma cadeia alimentar constituída por produtores, consumidores primários, secundários e terciários. Se cada um dos níveis disponibiliza aproximadamente 10% de energia ao nível seguinte, temos que:

- A quantidade de energia disponibilizada pelos produtores aos consumidores primários é cerca de 10%;
- A quantidade de energia disponibilizada pelos consumidores primários aos consumidores secundários é cerca de 1% (10% de 10%);
- A quantidade de energia disponibilizada pelos consumidores secundários aos consumidores terciários é cerca de 0,1% (10% de 1%);
- E, a quantidade de energia disponibilizada pelos consumidores terciários é cerca de 0,01% (10% de 0,1%).

Se observarmos, apenas 0,1% da energia assimilada pelos produtores pode fluir até os consumidores terciários, os quais disponibilizariam a eventuais níveis seguintes, apenas 0,01% dela. Essa redução significativa na quantidade de energia disponível ao longo das cadeias alimentares explica por que a maior parte delas pode ter apenas quatro ou cinco níveis tróficos. Ou seja, é inviável, em termos energéticos, a existência de muitos níveis tróficos acima desse número.

A quantidade de energia que pode ser transferida entre os níveis tróficos pode ser representada por meio de uma pirâmide, denominada **pirâmide de energia**. Os degraus dessa pirâmide representam a quantidade de energia presente em moléculas que constituem a matéria orgânica (e, portanto, que pode ser disponibilizada) em cada nível trófico.

Assim, para representar a transferência de apenas 10% da energia assimilada pelo nível trófico, as pirâmides de energia apresentam o degrau da base largo, e os que sucedem cada vez mais estreitos.

Observe a seguir a representação de uma pirâmide de energia. A quantidade de energia pode ser indicada em calorias (cal), quilocalorias (kcal) ou em Joule (J), e a matéria orgânica, em unidades de área (m<sup>2</sup>) ou de volume (m<sup>3</sup>). No caso, a unidade utilizada foi kcal e m<sup>2</sup>, respectivamente.



REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 124-1.

» Representação esquemática de uma pirâmide de energia. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

**2** Qual o percentual de energia total do sistema que é disponibilizado pelos consumidores secundários aos consumidores terciários?

**3** Considere que a energia disponibilizada pelos produtores aos consumidores primários seja equivalente a  $3\,452 \text{ kcal/m}^2$ . Determine a quantidade de energia que será disponibilizada nos demais níveis tróficos (consumidores primários, secundários e terciários), em joules (J).

Não escreva no livro

**Saiba mais**

Caloria é uma unidade de medida utilizada para representar a energia na forma de calor (energia térmica), mas não faz parte do Sistema Internacional de unidades (SI). A unidade de medida para calor segundo o SI é o Joule (J).

Desde 1948, a caloria é definida como a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água de  $14,5 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $15,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Como a caloria não é a unidade de medida de calor oficial, é importante saber sua relação com a unidade Joule. Sabe-se que 1 caloria equivale a  $4,18 \text{ J}$ . Se utilizarmos a variação das unidades, como o kcal, a relação é exatamente a mesma, ou seja, 1 kcal equivale a  $4,18 \text{ kJ}$ .

## Energia e vida

A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Isso implica que a quantidade de energia total presente em um sistema não pode ser alterada. Como as cadeias alimentares são exemplos de sistemas que transformam a energia, a quantidade de energia solar que é introduzida às cadeias alimentares pelos produtores deve ser igual à soma da quantidade de energia que foi transformada e utilizada por eles, da quantidade que foi armazenada em seus tecidos e da quantidade que foi dissipada ao ambiente na forma de calor. E assim sucessivamente, em cada um de seus níveis tróficos.

Contudo, como existem perdas na quantidade de energia que é transferida entre os níveis tróficos de uma cadeia alimentar, é necessário que haja um fornecimento contínuo de energia aos produtores. Dessa forma, a energia pode ser constantemente transformada e disponibilizada aos consumidores. Caso o suprimento de energia aos produtores fosse cessado, não seria possível a continuidade da vida, pois a energia se tornaria indisponível também aos demais níveis tróficos.

1. Leia o texto a seguir.

[...]

Os manguezais [...] caracterizam-se pelo sedimento lamacento e salino, inundado diariamente pela maré. Sobre esse sedimento formam-se bosques de árvores que apresentam adaptações para sobreviver à salinidade e à inundação. Essas florestas peculiares têm grande importância [...] porque são áreas de reprodução e atuam como berçários para várias espécies marinhas, em especial crustáceos e peixes, que encontram nas águas tranquilas e escuras o refúgio ideal para suas larvas e filhotes.

As folhas das árvores do mangue que caem no sedimento são trituradas pelos pequenos caranguejos [...] e são levadas pelas marés, servindo de alimento para pequenos organismos marinhos. Estes são consumidos por animais maiores, que por sua vez [...] entram na dieta dos grandes peixes, pescados e são consumidos pelos humanos. Essa seq ncia   chamada de cadeia alimentar. Os mangues, portanto, formam a base da cadeia alimentar marinha. As  guas próximas aos manguezais são muito ricas em matéria orgânica, e   por isso que nessas águas os pescadores encontram grandes quantidades de peixes, crustáceos e moluscos.

[...]

MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Manguezais: as florestas da Amazônia costeira. **Ciência Hoje**. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/manguezais-as-florestas-da-amazonia-costeira/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Com base nas informa es do texto, responda às questões a seguir.

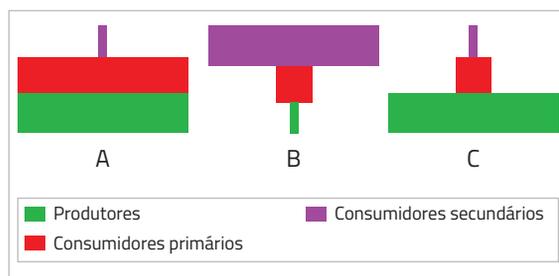
a) Qual a importância do mangue para os ambientes marinhos?

b) Quantos níveis tróficos são citados no texto? Identifique-os.

c) Em qual nível tr fico há menor quantidade de energia disponível? Justifique sua resposta.

d) Considere que a quantidade de energia disponibilizada pelos produtores dessa cadeia seja equivalente a 1287 kcal/m<sup>2</sup>. Determine a quantidade de energia disponibilizada pelos demais seres vivos.

2. Observe as representa es de uma pirâmide de energia de uma cadeia alimentar que apresenta os seguintes níveis tróficos: produtores, consumidores primários e consumidores secundários.



ALEX SILVA

a) Qual representa o da pirâmide de energia está adequada? Justifique sua resposta.

b) Considerando sua resposta ao item a, explique por que as demais representa es da pirâmide de energia estão inadequadas.

3. Leia a tirinha a seguir.



GARFIELD. JIM DAVIS   1978 PAWS, INC. ALL RIGHTS RESERVED/DIST. BY ANDREWS MCMEELE SYNDICATION

Com base na leitura da tirinha e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir.

a) Compare o significado atribuído pelo personagem Garfield para a ‘‘conserva o da energia’’ com o significado desse conceito atribuído pela Ciência.

b) As cadeias alimentares são sistemas transformadores de energia. Explique essa afirmativa, com base nos conhecimentos científicos.

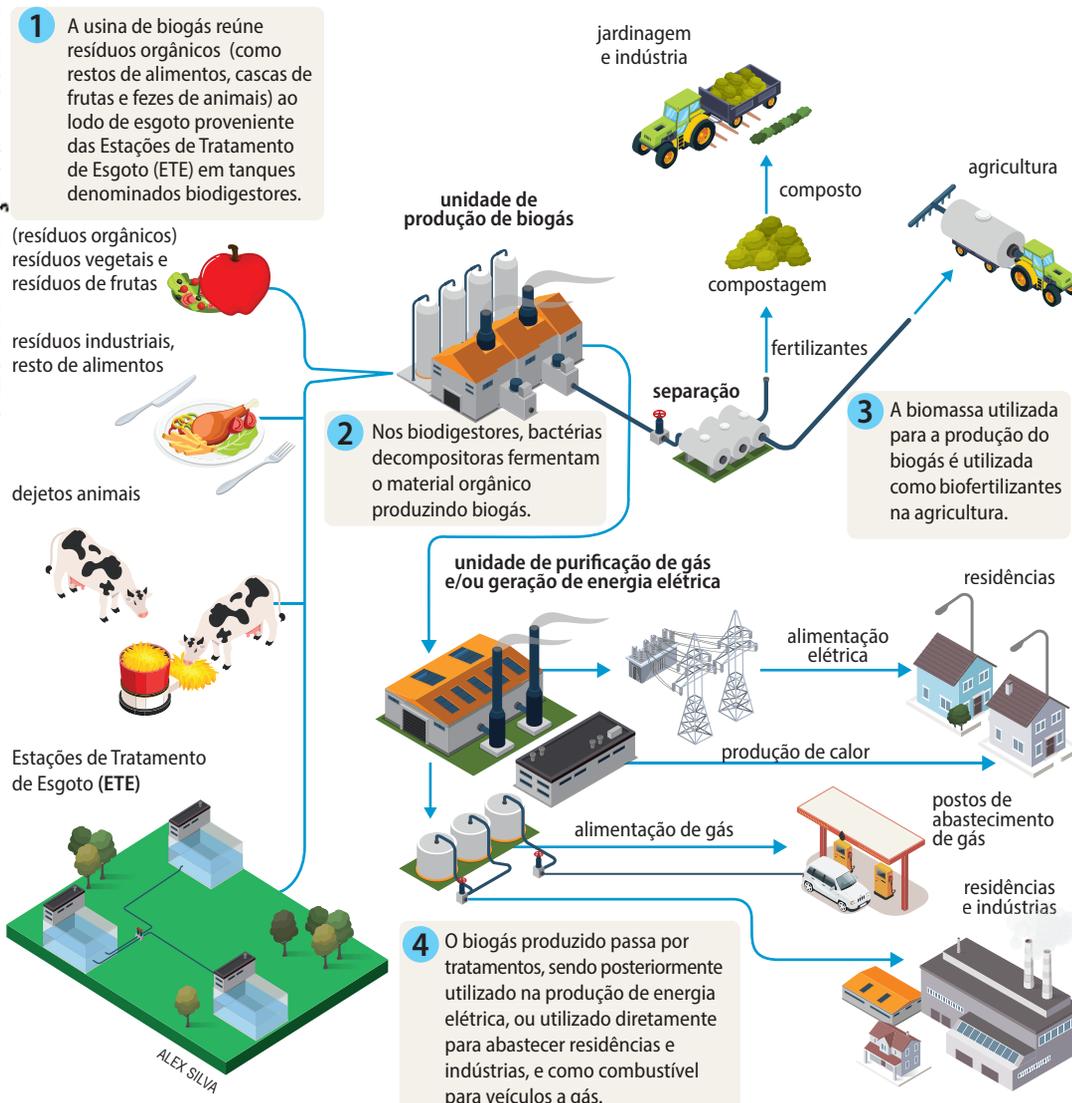
# Ciclos biogeoquímicos

O biogás é um nome genérico para a mistura de gases produzida pela decomposição de material orgânico. Ele pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, como tem sido feito por algumas usinas em vários países do mundo.

A produção do biogás traz benefícios ao ambiente relacionados ao reaproveitamento de milhares de metros cúbicos de lodo de esgoto e milhares de quilogramas de resíduos orgânicos que antes seriam descartados no ambiente. Além de serem aproveitados para a geração de energia elétrica, eventuais sobras são destinadas à produção de adubos orgânicos.

Veja o esquema a seguir.

» Representação esquemática da produção e utilização dos subprodutos (imagem sem escala; cores-fantasia).



Na usina de biogás acontecem transformações da matéria e da energia, assim como ocorre nos ecossistemas. Essas transformações implicam em um fluxo unidirecional da energia e na movimentação cíclica de diversos elementos químicos que constituem a matéria orgânica.

**1** Explique a afirmação: a geração de energia a partir do biogás representa um exemplo de transformação de matéria e de energia.

**2** Quais os benefícios ambientais associados à geração de energia em usinas por meio do biogás?

» Não escreva no livro

» Usina de Biogás (Caucaia, CE, 2018).



DELFIN MARTINS/PULSAR IMAGES

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

Por meio do processo de decomposição, que ocorre tanto na natureza quanto nas usinas de biogás, os elementos químicos que constituem a matéria orgânica são constantemente reciclados, sendo novamente disponibilizados nos ecossistemas e reutilizados por outros seres vivos. Os ciclos dos elementos químicos na natureza são chamados de ciclos biogeoquímicos, por envolverem tanto componentes bióticos quanto componentes abióticos dos ecossistemas.

Neste tema, iremos estudar os ciclos biogeoquímicos do carbono e do nitrogênio, elementos químicos fundamentais para a constituição e manutenção da vida.

## Ciclo do carbono

O carbono está presente em todas as formas de vida, nas rochas, nos solos e na atmosfera. Sem a interferência de atividades humanas, o carbono participa de um ciclo que basicamente perpassa pelos seguintes processos biológicos: fotossíntese, respiração celular e decomposição. Alguns fenômenos naturais, como o vulcanismo e as queimadas naturais, também participam de sua ciclagem.

Algumas atividades humanas, no entanto, interferem no ciclo do carbono. Entre elas, a queima de combustíveis fósseis, a prática ilegal das queimadas e o desmatamento de ambientes florestais.

Veja a ilustração a seguir, que representa o ciclo do carbono, considerando as interferências de atividades humanas.

Por meio da fotossíntese, os produtores presentes no ambiente terrestre e no ambiente aquático absorvem gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), respectivamente, da atmosfera e dissolvido nos mares e oceanos. Na presença de energia luminosa, o gás carbônico, juntamente com a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), é convertido em moléculas de açúcares, como a glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), e de gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ). As moléculas de glicose podem ser incorporadas a sua biomassa ou serem utilizadas na respiração celular. Os açúcares incorporados a sua biomassa são transferidos aos consumidores na cadeia alimentar.

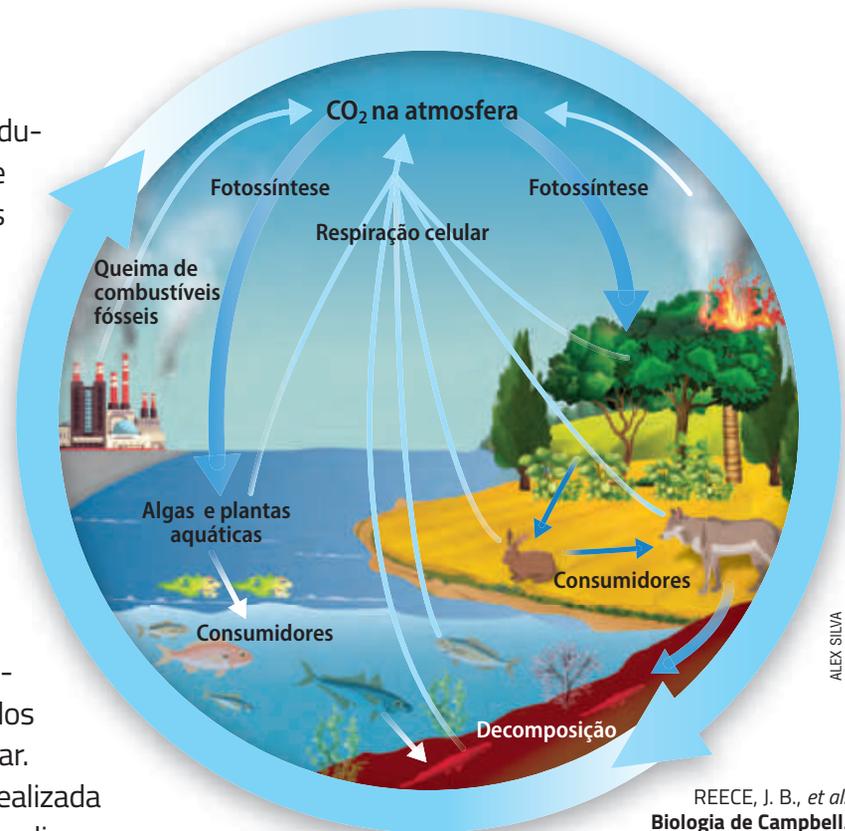
Por meio da respiração celular, realizada por produtores e por consumidores, a glicose e o gás oxigênio são convertidos em água e gás carbônico. O gás carbônico, então, é liberado na atmosfera. Além disso, o processo digestivo de alguns animais, como os bois, as ovelhas e as cabras, libera gás metano ( $\text{CH}_4$ ) na atmosfera.

Por meio da decomposição, bactérias e fungos transformam moléculas orgânicas complexas em moléculas mais simples, como água, gás carbônico e gás metano, que são liberadas na atmosfera ou permanecem estocadas no solo. A matéria orgânica depositada no solo pode sofrer alterações ao longo de milhares de anos e ser transformada em combustíveis fósseis. Fenômenos naturais, como a atividade vulcânica e as queimadas naturais, também emitem gás carbônico, metano e monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) na atmosfera.

Os processos naturais anteriormente descritos contribuem para a ciclagem do carbono na natureza. No entanto, seu ciclo tem sido alterado pelas atividades humanas.

Os combustíveis fósseis, como o carvão mineral, o petróleo e o gás natural, por exemplo, são utilizados pelos seres humanos como fontes de energia. A queima de combustíveis fósseis libera gás carbônico e/ou monóxido de carbono na atmosfera, sendo esta prática a maior fonte emissora de gás carbônico do mundo atualmente.

As queimadas, normalmente realizadas de forma ilegal para a remoção da vegetação, também liberam grande quantidade de gás carbônico na atmosfera, além de reduzir a capacidade de absorção desse gás pelas plantas durante a fotossíntese. Essa capacidade também é reduzida quando áreas florestais são desmatadas.



ALEX SILVA

REECE, J. B., et al.  
**Biologia de Campbell.**  
10. ed. Porto Alegre:  
Artmed, 2015. p. 1245.

» Representação esquemática do ciclo do carbono (imagem sem escala; cores-fantasia).

**3** O carbono 14 ( $\text{C}^{14}$ ) é um isótopo do carbono 12 ( $\text{C}^{12}$ ) formado por reações nucleares que acontecem na estratosfera. Após ser formado, o carbono 14 pode reagir com o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), formando o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que será incorporado pelas plantas, e por consequência, pelos animais. Faça uma pesquisa sobre como ocorre a formação do carbono 14, e qual sua importância para a Ciência moderna. Apresente um relatório com o resultado de sua pesquisa.

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

# Atividades humanas e o ciclo do carbono

Alguns gases presentes na atmosfera são capazes de absorver parte do calor que é irradiado pela superfície terrestre, mantendo a temperatura média do planeta, condição necessária para a existência de vida. Esse fenômeno, chamado **efeito estufa**, ocorre, portanto, naturalmente. Os gases com maior capacidade de reter o calor da superfície terrestre são denominados **gases de efeito estufa** e são exemplos o gás carbônico, o metano, o vapor d'água, entre outros.

As atividades humanas, no entanto, têm aumentado a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, especialmente o gás carbônico, ocasionando a intensificação do efeito estufa. Isso tem resultado na elevação da temperatura média do planeta nos últimos anos, acentuando as mudanças climáticas.



» Representação esquemática do efeito estufa na superfície terrestre e de sua intensificação (imagem sem escala; cores-fantasia).

FLORIDASTOCK/SHUTTERSTOCK.COM

» O derretimento de geleiras prejudica a sobrevivência de diversas espécies de animais.



As mudanças climáticas têm gerado diversos impactos ao planeta, e outros já estão projetados a acontecer, caso sua temperatura média continue a aumentar. Entre eles, podemos citar as alterações nos regimes de chuvas, o derretimento das geleiras e a morte de muitos seres vivos sensíveis às alterações de temperatura.

A morte dos seres vivos decorrente das mudanças climáticas interfere nas relações tróficas existentes nos ecossistemas, contribuindo para o desequilíbrio ambiental de todo o planeta.

Os efeitos provocados pela interferência das atividades humanas no ciclo do carbono podem ser minimizados com a redução da emissão de gases de efeito estufa, sobretudo do gás carbônico. Isso pode ser feito com algumas atitudes cotidianas, além de atitudes governamentais.

Uma forma de diminuir a emissão de gases de efeito estufa proveniente da queima de combustíveis fósseis é reduzir a quantidade de veículos movidos à combustão interna circulando nas ruas. Para tanto, podemos optar pelo uso de transportes públicos, como ônibus ou metrô, ou de bicicletas. Também podemos realizar caminhadas, quando possível. Essas alternativas necessitam de investimentos do governo na infraestrutura da cidade, relacionada à manutenção do transporte público, das ciclovias e das calçadas.

Outra condição importante é a substituição de fontes de energia não renováveis, como o petróleo, por fontes de energia renováveis, como a biomassa. Outras opções são fontes hídricas, utilizadas em usinas hidrelétricas para a geração de energia. Outras fontes ainda, como solar, eólica, geotérmica (obtida a partir das altas temperaturas do interior da crosta terrestre), oceânica (obtida a partir da energia cinética das marés) também são opções. Além de serem renováveis, outra vantagem de se utilizar essas fontes de energia é o menor impacto ao ambiente, se comparadas com o uso das fontes não renováveis, de origens fósseis.

O governo também pode ampliar a fiscalização do desmatamento e das queimadas no território nacional, visto que essas práticas normalmente são realizadas sem a autorização de órgãos ambientais, configurando um crime. Os responsáveis, então, respondem pelo crime praticado, podendo ser presos e sujeitos ao pagamento de multas.

Nos últimos anos, diferentes países têm buscado a minimização dos efeitos provocados pelos gases de efeito estufa no planeta. Para tanto, foram criados tratados e acordos internacionais visando a redução das emissões desses gases na atmosfera. Entre eles, estão o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris.

O **Protocolo de Quioto** definiu metas e compromissos para a redução da emissão de gases de efeito estufa. Para atingir as metas de redução, os países signatários se comprometeram em promover reformas nos setores de transporte, diminuir o uso de combustíveis fósseis, proteger áreas florestais, aumentar o plantio de árvores, entre outras ações. No entanto, como os objetivos do protocolo não foram atingidos dentro do período anteriormente estipulado, ele foi estendido para 2020.

Com propostas similares ao Protocolo de Quioto, o **Acordo de Paris**, criado em 2015 para entrar em vigor em 2020, estabelece compromissos que visam limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C, contendo, assim, a temperatura média do planeta abaixo de 2 °C até o ano de 2100. Além disso, o acordo busca reforçar a capacidade dos países para lidar com impactos decorrentes das mudanças climáticas.

**Saiba mais**

Os motores da maior parte dos veículos são movidos à combustão interna. Ou seja, funcionam por meio da energia liberada durante a queima dos combustíveis de origem fóssil, como a gasolina e o *diesel*, ambos derivados do petróleo.



» Ciclovias (Recife, PE, 2020).

# Ciclo do nitrogênio

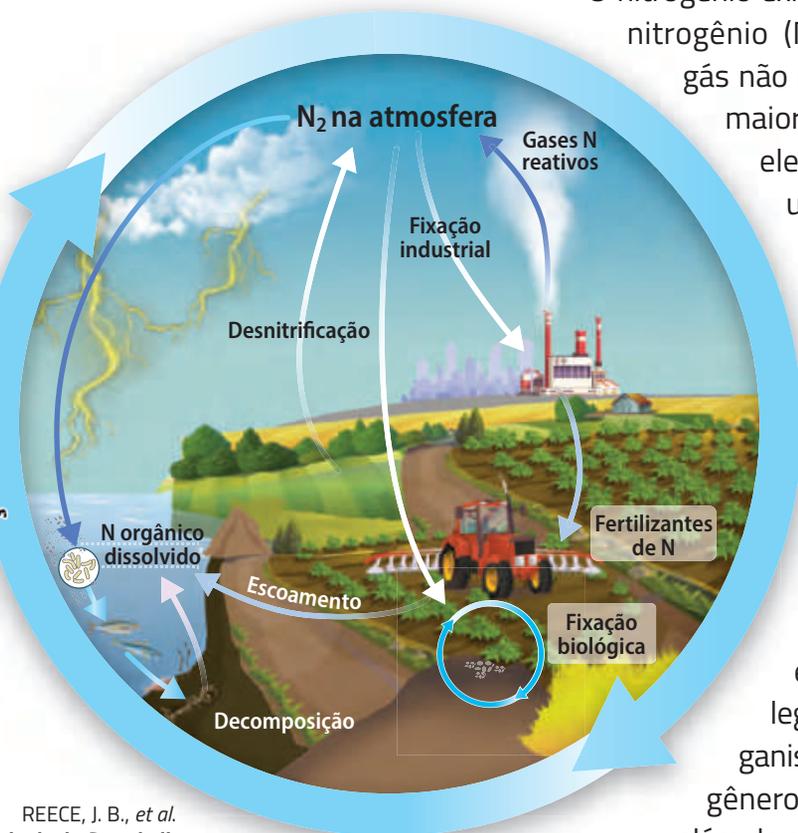
O nitrogênio participa de um ciclo que basicamente perpassa pelos seguintes processos biológicos: fixação, nitrificação, desnitrificação e decomposição. Porém, assim como no ciclo do carbono, o ciclo do nitrogênio sofre interferência de algumas atividades humanas, como o uso de fertilizantes na agricultura e a queima de combustíveis fósseis.

Veja a ilustração a seguir que representa o ciclo do nitrogênio, considerando as interferências de atividades humanas.

O nitrogênio existe principalmente na forma de gás nitrogênio ( $N_2$ ), presente na atmosfera. Esse gás não pode ser diretamente utilizado pela maior parte dos seres vivos. Para tanto, ele precisa ser convertido em formas utilizáveis, o que se dá por meio do processo denominado **fixação**. A fixação do nitrogênio pode ser biológica, realizada por seres vivos, atmosférica, realizada por descargas elétricas, ou industrial, realizada por indústrias.

A **fixação biológica de nitrogênio** é realizada por microrganismos fixadores presentes no solo, em ambientes aquáticos ou em associação com raízes de plantas leguminosas. São exemplos de microrganismos fixadores algumas bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azobacter* e *Clostridium*, além de cianobactérias. Esses microrganismos convertem o gás nitrogênio ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ), por meio da ação da enzima nitrogenase.

A amônia ( $NH_3$ ), então, pode ser convertida em nitrito ( $NO_2^-$ ) pela ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas*, que, por sua vez, pode ser convertido em nitrato ( $NO_3^-$ ), pela ação de bactérias do gênero *Nitrobacter*. O processo de conversão de amônia a nitrato é denominado **nitrificação**.



REECE, J. B., et al.  
**Biologia de Campbell.**  
10. ed. Porto Alegre:  
Artmed, 2015. p. 1246.

» Representação esquemática do ciclo do nitrogênio (imagem sem escala; cores-fantasia).

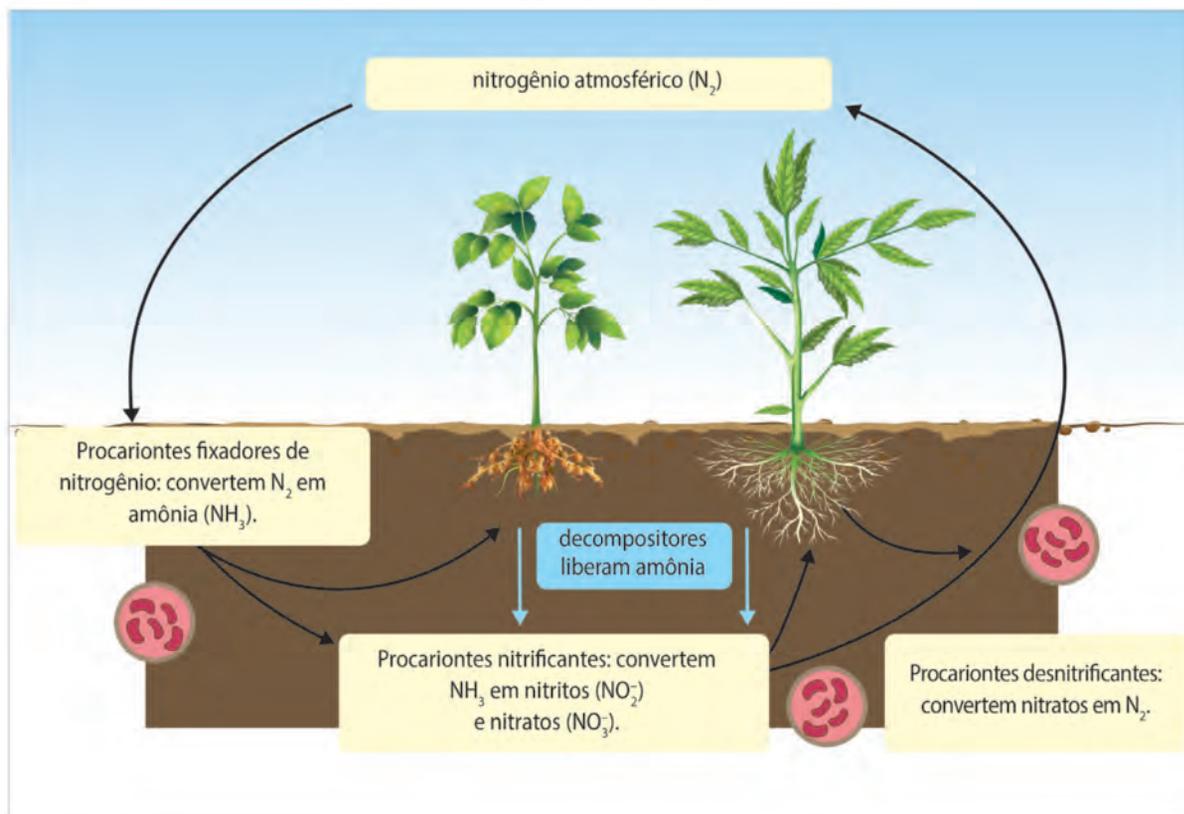
## Saiba mais

As **cianobactérias** são microrganismos procarióticos que realizam fotossíntese, normalmente encontradas em ambientes aquáticos.

Tanto a amônia quanto o nitrato podem ser absorvidos e utilizados pelas plantas para a síntese de moléculas orgânicas, como proteínas. Ao fazer parte da constituição biológica das plantas, o elemento nitrogênio será transferido aos consumidores, ao longo das cadeias alimentares. No corpo de animais, o nitrogênio pode ser incorporado ao seu organismo ou eliminado em suas excretas, como na urina dos mamíferos.

Parte do nitrato produzido é convertido novamente em gás nitrogênio pela ação de algumas bactérias, como as da espécie *Pseudomonas desnitrificans*. Esse processo é denominado **desnitrificação** e permite que o gás nitrogênio retorne à atmosfera. É possível que durante a desnitrificação o gás óxido nitroso ( $N_2O$ ) seja emitido na atmosfera.

Quando os organismos vivos morrem, o nitrogênio, pela ação dos decompositores, é liberado no ambiente na forma de amônia. Esse processo é denominado **amonificação**. A amônia pode participar, então, de processos de nitrificação ou de desnitrificação.



ALEX SILVA

» Representação esquemática dos processos de fixação biológica, nitrificação e desnitrificação do nitrogênio (imagem sem escala; cores-fantasia).

Elaborada com base em: REECE, J. B., *et al.* **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1246.

Na natureza, também pode ocorrer a **fixação atmosférica de nitrogênio**. Nesse processo, descargas elétricas dos relâmpagos convertem o gás nitrogênio em óxidos de nitrogênio. Esses óxidos reagem com a água das chuvas, formando o ácido nítrico ( $HNO_3$ ), que atinge ambientes aquáticos e terrestres.

## Atividades humanas e o ciclo do nitrogênio

Os processos naturais anteriormente descritos contribuem para a ciclagem do nitrogênio na natureza. No entanto, o ciclo desse elemento químico tem sido alterado pelas atividades humanas.

Alguns processos industriais voltados para a fabricação de fertilizantes químicos realizam a **fixação industrial de nitrogênio**, um processo artificial de fixação. Um dos mais relevantes é o processo Haber-Bosch, no qual ocorre a síntese de amônia.

Os **fertilizantes químicos**, também conhecidos por adubos químicos ou adubos inorgânicos, são utilizados na agricultura para aumentar a produtividade das lavouras. Eles são constituídos por substâncias que contêm nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, sobretudo

nitrogênio, fósforo e potássio. Normalmente, os fertilizantes químicos apresentam nitrato, que pode ser prontamente assimilado pelas plantas, e são acrescentados no solo antes do plantio. Os fertilizantes também podem ser adicionados no solo durante o desenvolvimento de algumas espécies de plantas cultivadas.

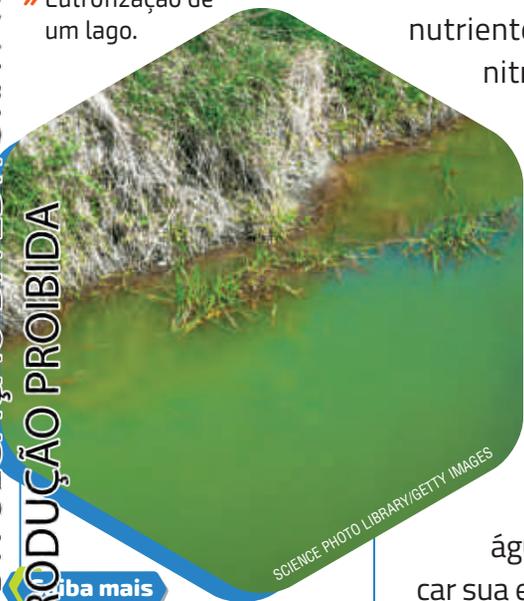
O uso de fertilizantes químicos pelas atividades humanas tem, no entanto, aumentado a disponibilização de nitrato no ambiente, pois parte do nitrogênio presente nesses fertilizantes não é assimilada pelas plantas, tornando-se livre no solo e podendo ser levado pela água das chuvas para corpos de água, como rios e lagos. Dessa forma, os fertilizantes químicos podem contaminar solos e provocar a poluição das águas. O excesso de nitrato nos ambientes aquáticos pode provocar sua eutrofização, afetando os seres vivos que vivem nessas águas e a saúde de pessoas que a utilizam para consumo.

O uso de fertilizantes químicos na agricultura está relacionado também com o aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Além disso, os processos relacionados com a produção desses fertilizantes também geram problemas ambientais, uma vez que a alta necessidade de energia térmica para realização desses processos demanda a utilização de combustíveis fósseis para a queima, processo que emite gás carbônico.

A queima de combustíveis fósseis também tem aumentado a emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Entre eles, o óxido nitroso ( $N_2O$ ), um gás que contribui para intensificação do efeito estufa, que, como consequência, resulta em mudanças climáticas.

Outro óxido emitido pela queima dos combustíveis fósseis é o óxido nítrico (NO). Sua presença na atmosfera pode levar à precipitação com grandes quantidades de ácidos, fenômeno conhecido por **chuva ácida**. Isso acontece porque ele pode ser oxidado e reagir com a água, formando ácido nítrico ( $HNO_3$ ).

» Eutrofização de um lago.



SCIENCE PHOTO LIBRARY/GETTY IMAGES

Leia mais

A **eutrofização** é um processo normalmente causado pelo ser humano, que consiste em um acúmulo excessivo de nutrientes na água, induzindo a proliferação de microrganismos como as algas. Elas formam uma densa camada na superfície que impede a entrada de luz, o que inibe a fotossíntese das plantas aquáticas, reduz a quantidade de gás oxigênio da água e favorece a proliferação de seres decompositores, como as bactérias anaeróbias, que produzem compostos tóxicos. Estas condições acabam por tornar a água imprópria para a sobrevivência de outros organismos como os peixes, e para o consumo humano.

Entre as consequências da chuva ácida, podemos citar a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variações do pH da água, e a acidificação do solo, que prejudica as plantações. Aos seres humanos, pode provocar irritações na pele e problemas nas vias respiratórias.

Por ter efeito corrosivo, a chuva ácida também danifica construções, monumentos históricos e obras de arte feitos de mármore, alguns metais, cimento e outros.

No geral, a chuva ácida precipita-se longe das fontes emissoras de gases poluentes, visto que estes são transportados juntamente às massas de ar. Isso significa que a acidificação da chuva que cai sobre determinada cidade, ou mesmo país, pode ser decorrente das emissões de gases poluentes de outra localidade.

Os efeitos provocados pelas interferências humanas no ciclo do nitrogênio podem ser minimizados por meio de atitudes individuais, coletivas e governamentais.

O uso de fertilizantes nos solos deve ser feito de forma consciente pelos agricultores, após realizarem uma análise das características do solo que desejam utilizar para plantio. Para tanto, especialistas coletam amostras de solo e analisam os tipos e a quantidade de nutrientes disponíveis, indicando quais estão em falta e quais já se fazem presentes.

A partir dessa análise, o agricultor pode utilizar fertilizantes adequados às necessidades do solo, de modo que os nutrientes não sejam incorporados em excesso, para além da quantidade que as plantas são capazes de absorver. Isso evita a eutrofização dos corpos de água.

## Atividades

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

Não escreva no livro

1. As bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* colonizam as raízes de algumas leguminosas, como a soja, o feijão e a ervilha e realizam a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. As plantas, por sua vez, fornecem os açúcares produzidos na fotossíntese às bactérias. Essa relação ecológica é chamada de mutualismo, por meio da qual ambos organismos se beneficiam.

É possível identificar essa associação por meio de nódulos presentes nas raízes das leguminosas, como mostra a imagem a seguir.

» Nódulos nas raízes de soja.

Sobre esse tema, responda.

- a) Qual o benefício da associação com bactérias fixadoras de nitrogênio para as plantas?
- b) A associação das raízes das plantas com bactérias fixadoras de nitrogênio tem sido amplamente utilizada nas últimas décadas como uma técnica para melhorar a produtividade das plantações de soja. Estudos apontam que a técnica dispensa o uso de fertilizantes químicos. Explique a importância ambiental da redução do uso de fertilizantes nas plantações.

ALEXANDRE TOKITAKA/PULSAR IMAGES

» Obra de arte danificada pela ação da chuva ácida, (São Paulo, SP, 2011).



FABIO COLOMBINI

ORLANDINI/ACERVO DO CARTUNISTA



2. Analise a charge a seguir.

Com base na análise da charge e em seus conhecimentos sobre o tema abordado por ela, faça o que se propõe a seguir.

- O motorista representado na charge demonstra uma atitude coerente ou incoerente? Justifique sua resposta.
- De que modo a cena representada na charge interfere nos ciclos biogeoquímicos?
- Quais as consequências ao ambiente e à vida ocasionadas pela interferência indicada no item **b**?
- Proponha ações individuais e coletivas que podem ser adotadas para minimizar as consequências indicadas no item **c**.

3. Leia o trecho retirado de uma reportagem.

Os fertilizantes nitrogenados, que contêm o elemento nitrogênio num formato assimilável pelos vegetais, são importantes para a formação das proteínas indispensáveis à saúde do caule e da raiz das plantas, mas seu uso indiscriminado [...]

[...]

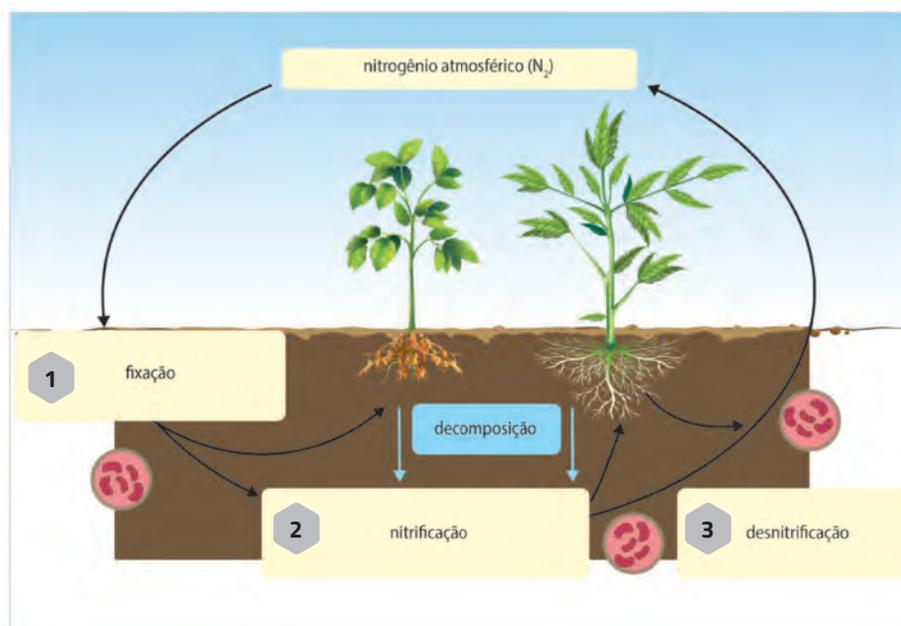
FREIRE, D. Ciência pode ajudar a reduzir impacto de fertilizantes nitrogenados no meio ambiente.

Agência FAPESP. 18 abr. 2016. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/ciencia-pode-ajudar-a-reduzir-impacto-de-fertilizantes-nitrogenados-no-meio-ambiente/23052/>. Acesso em: 24 jul. 2020.

Com base na leitura do trecho da reportagem, faça o que se propõe a seguir.

- Elabore um pequeno texto que complete a frase final do trecho da reportagem, indicando as consequências que o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados podem causar ao ambiente e à vida.
- Elabore um parágrafo seguinte para a reportagem, no qual são apresentadas soluções para minimizar as consequências indicadas no item **a**.

4. Analise a representação esquemática a seguir de parte do ciclo do nitrogênio.



ALEX SILVA

Elaborada com base em: REECE, J. B., *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1246.

Com base na imagem e em seus conhecimentos sobre ciclo do nitrogênio, responda às questões propostas a seguir.

- Explique o que acontece em cada um dos processos indicados pelos itens 1, 2 e 3.
- Qual desses processos ocorre tanto por meios bióticos quanto por meios abióticos? Explique as diferentes formas de ocorrência desse processo.
- Qual o papel da decomposição no ciclo do nitrogênio?

YURY TARANIK/SHUTTERSTOCK.COM

5. O Taj Mahal é um monumento histórico situado na Índia, que foi construído em meados do século XVII para abrigar o corpo de uma das esposas do imperador Shah Jahan, a rainha Mumtaz Mahal. Em 2007, o monumento foi considerado uma das sete maravilhas do mundo moderno. Atualmente, é classificado como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO.

Como o monumento é feito de mármore branco, ele tem sido degradado principalmente pela chuva ácida, formada devido à presença de gases poluentes na atmosfera, como os óxidos de nitrogênio, emitidos pelas indústrias próximas.

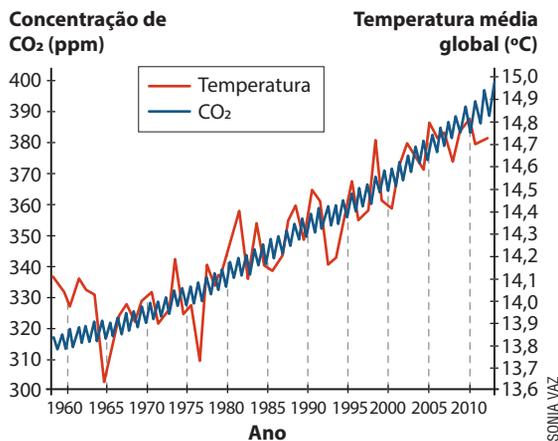


» Taj Mahal (Índia).

Sobre o assunto, responda.

- É possível dizer que a ocorrência da chuva ácida é uma das consequências das interferências humanas no ciclo do nitrogênio? Explique sua resposta.
  - Cite outras consequências decorrentes da ação da chuva ácida, além da destruição de monumentos como o Taj Mahal.
6. Analise as afirmativas a seguir e corrija as falsas.
- Ao longo dos ciclos biogeoquímicos, os elementos químicos constituem diversas moléculas que passam por transformações. No entanto, eles não são destruídos ou criados. Por isso, a massa desses elementos pode ser alterada.
  - Os reservatórios de carbono e de nitrogênio na natureza são basicamente os mesmos: atmosfera, rochas, solo e seres vivos.
  - Entre os processos biológicos que fazem parte do ciclo do carbono, estão: processos energéticos, como a fotossíntese e a respiração celular, e a decomposição dos seres vivos.
  - Entre os processos biológicos que fazem parte do ciclo do nitrogênio, estão: processos energéticos, como a fotossíntese, a respiração celular, além da fixação do nitrogênio, da nitrificação e da desnitrificação.
7. De um modo geral, as cadeias alimentares são componentes importantes para os ciclos biogeoquímicos. Ao longo dos níveis tróficos, ocorrem transformações da matéria que possibilitam a ciclagem de alguns elementos químicos, como o carbono.
- Explique o papel dos produtores, dos consumidores e dos decompositores no ciclo do carbono.

1. A concentração atmosférica de gás carbônico começou a aumentar significativamente desde a década de 1960, quando diversas indústrias se instalaram e os combustíveis fósseis passaram a ser usados como principal fonte de energia ao redor do mundo. Os pesquisadores perceberam que esse aumento acompanhou a elevação da temperatura média do planeta, no mesmo período. O gráfico a seguir mostra os níveis de gás carbônico atmosférico e a temperatura média do planeta entre as décadas de 1960 e 2010.

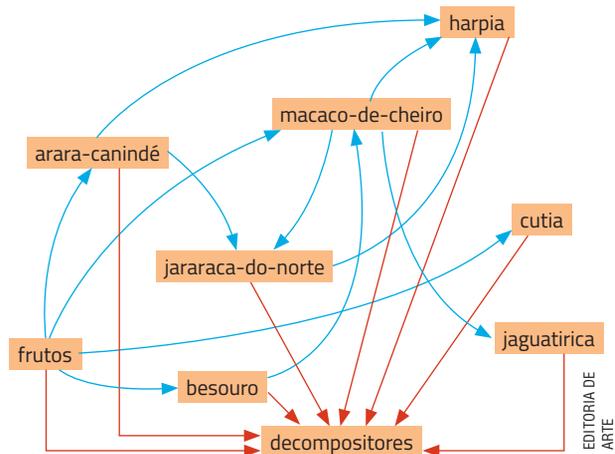


REECE, J. B., et al. **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1273.

Com base na análise e na interpretação das informações do texto e do gráfico, faça o que se propõe a seguir.

- a) Elabore uma explicação para a relação entre a concentração atmosférica de gás carbônico e o uso dos combustíveis fósseis.
- b) É possível afirmar que a queima de combustíveis fósseis é uma atividade humana que interfere no ciclo do carbono? Explique sua resposta.
- c) Quais as consequências ambientais provocadas pela queima de combustíveis fósseis? Utilize dados do gráfico para justificar sua resposta.
- d) Muitos estudos apontam que, nos últimos 100 anos, a temperatura média do planeta aumentou aproximadamente 1 °C. Caso o uso exacerbado dos combustíveis fósseis se mantenha, o que você espera que aconteça nos próximos anos? Realize previsões para esse cenário.
- e) De que modo esse cenário previsto pode ser evitado? Proponha ações individuais, coletivas e governamentais que podem ser realizadas com o objetivo de evitar os problemas previstos.

2. Analise o esquema a seguir, que representa uma teia alimentar de uma floresta tropical.



MILLER JR., G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. p. 96.

Com base na teia alimentar representada, faça o que se propõe a seguir.

- a) Identifique uma cadeia alimentar de três níveis tróficos, desconsiderando os decompositores.
  - b) Identifique uma cadeia alimentar de cinco níveis tróficos, desconsiderando os decompositores.
  - c) Considere a seguinte pirâmide de energia. Ela representa o fluxo de energia da cadeia alimentar indicada pelo item **a** ou **b**? Indique a posição dos seres vivos da cadeia alimentar nessa pirâmide.
- 
- d) Qual o papel dos decompositores nas cadeias alimentares?
  - e) Realize uma pesquisa a respeito das espécies encontradas na região onde você vive e de suas relações tróficas. A partir dos resultados, elabore uma cadeia alimentar identificando os níveis tróficos.
3. Os valores de nitrato acima de 0,25 mg/L presentes na água são suficientes para permitir o desenvolvimento de algas e concentrações acima de 5 mg/mL normalmente indicam poluição por fertilizantes. Segundo a portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de nitrato presente na água para consumo humano é de 10 mg/L. A partir dessas informações, responda às questões a seguir.

- a) O nitrato presente em corpos de água pode ser oriundo de fontes naturais ou de atividades humanas. Cite exemplos para cada uma dessas condições.
- b) Considere que um pesquisador tenha feito uma análise da qualidade da água de um lago de sua cidade e tenha identificado que a concentração de nitrato desse lago seja de 1,4 mg/L. Realize previsões a respeito do que poderá acontecer com o lago, considerando a quantidade de nitrato que apresenta.
- c) A partir da situação descrita no item b, é possível afirmar que a concentração de nitrato do lago seja decorrente da poluição provocada por atividades humanas? Justifique sua resposta.
- d) Considere que você seja o consultor ambiental de uma empresa agrícola que esteja expandindo sua área de plantação. Que ação você proporia para a empresa realizar, de modo a evitar impactos ambientais associados à alteração da quantidade de nitrato de corpos de água?

4. (Enem/MEC) Considere a seguinte cadeia alimentar em um ambiente marinho:

Fitoplânctons → Copépodos → Sardinhas → Atuns

Imagine que nessa cadeia sejam introduzidas águas-vivas, que se alimentam dos copépodos (crustáceos planctônicos). Nessa área as águas-vivas não são alimentos para outros organismos. No mesmo período ocorre sobrepesca das populações de sardinhas.

Como consequência das interferências descritas na cadeia alimentar será observada diminuição

- a) da população de copépodos em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- b) da população de atuns em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- c) da quantidade de fitoplâncton devido à redução no estoque de copépodos.
- d) do estoque de copépodos em função do aumento da população de atuns.
- e) da população de atuns pelo aumento da população de copépodos. **Alternativa b.**

5. (Enem/MEC)

Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um hábitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu

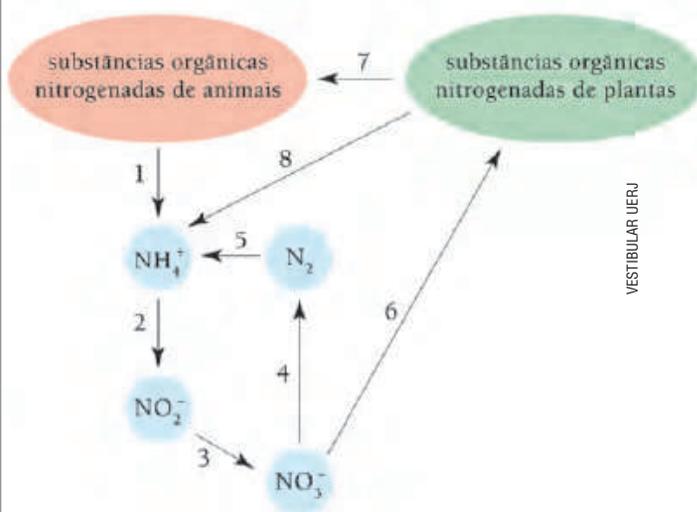
grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois pressupõe-se que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.

ANDREA, M. M. **Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos.** Disponível em: [www.biologico.sp.gov.br](http://www.biologico.sp.gov.br). Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).

O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por

- a) algas.                      c) baleias.                      e) anêmonas.  
b) peixes.                      d) camarões. **Alternativa a.**

6. (UERJ) O nitrogênio é um dos principais gases que compõem o ar atmosférico. No esquema abaixo, estão resumidas algumas etapas do ciclo biogeoquímico desse gás na natureza.



O processo de nitrificação, composto de duas etapas, e o de desnitrificação, ambos executados por microrganismos, estão identificados, respectivamente, pelos seguintes números:

- a) 2 e 3; 4                      c) 4 e 6; 8  
b) 1 e 5; 7                      d) 2 e 5; 1 **Alternativa a.**

7. (Fuvest-SP) Em relação ao fluxo de energia na biosfera, considere que

- A representa a energia captada pelos produtores;
- B representa a energia liberada (perdida) pelos seres vivos;
- C representa a energia retida (incorporada) pelos seres vivos.

A relação entre A, B e C na biosfera está representada em:

- a)  $A < B < C$ .                      d)  $A = B + C$ .  
b)  $A < C < B$ .                      e)  $A + C = B$ . **Alternativa d.**  
c)  $A = B = C$ .

## Agricultura e sociedade

A agricultura é a base de nossa sociedade. Por meio da atividade agrícola obtemos alimentos, roupas, medicamentos, corantes, ceras, resinas, entre outros.

Foi no período Neolítico, há menos de 10 000 anos, que o ser humano deixou de ser exclusivamente **nômade** e começou a cultivar plantas e domesticar animais. Estas atividades logo foram introduzidas nos mais variados ambientes, transformando os ecossistemas naturais em ecossistemas cultivados, e se tornando o maior fator de alteração das paisagens naturais.

A agricultura foi um dos principais fatores que permitiram o aumento da população humana, que passou de aproximadamente 1 milhão de pessoas há 12 000 anos para 7,8 bilhões de pessoas em 2020 e, de acordo com projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), chegará a quase 11 bilhões de pessoas em 2100. E este crescimento ocorre cada vez mais **vertiginosamente**, sendo que nos últimos 200 000 anos a população da Terra aumentou em 1 bilhão, e nos últimos 200 anos, 7 bilhões.

Até o final do século XVIII os produtores utilizavam esterco de animais e restos da própria colheita como fonte de nitrogênio para as plantações. Atualmente, o exemplo mais próximo deste tipo de agricultura é a que cultiva os chamados **produtos orgânicos**, que não utilizam fertilizantes industriais e agrotóxicos em seus processos de produção.

**Nômade:** pessoa sem habitação fixa devido a busca por melhores condições alimentares.

**Vertiginoso:** deslocamento extremamente rápido de algo.

### Espaços de aprendizagem

Combine com seu professor uma visita a uma propriedade rural, e conversem com os profissionais responsáveis por ela: agricultores, técnicos agrícolas ou agrônomos. Faça uma entrevista com esses profissionais sobre as técnicas que utilizam e os principais avanços tecnológicos, bem como a relação com o ambiente. Aproveite para questionar o profissional sobre as competências de sua profissão.

Diversos avanços tecnológicos foram importantes para ampliar a produtividade agrícola, que passou a produzir cada vez mais, em espaços cada vez menores, e em intervalos de tempo cada vez mais curtos. Um dos mais importantes foi a síntese da amônia, desenvolvida laboratorialmente em 1909 pelo químico alemão Fritz Haber (1868-1934) e posteriormente em escala industrial pelo também químico alemão Willian Carl Bosch (1874-1940).

O nitrogênio é essencial para a formação de proteínas, sendo de extrema importância para o desenvolvimento das plantas.

Embora o gás nitrogênio seja abundante na atmosfera, ele não pode ser utilizado pela maioria dos seres vivos devido à sua tripla ligação, que o torna bastante estável à temperatura ambiente. Para que esta quebra aconteça, grande quantidade de energia deve ser dispensada. Dessa forma ele só pode ser assimilado pela maioria dos organismos quando está ligado a outros elementos químicos, formando compostos como a amônia ( $\text{NH}_3$ ), a ureia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) ou íons como o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). A reação de Haber-Bosch foi desenvolvida em condições controladas de temperatura e pressão, que rompem as ligações do nitrogênio e o disponibilizam na forma de amônia para as plantas.

Este feito foi de grande importância do ponto de vista científico, técnico, social, entre outros. Essa importância foi destacada pelo cientista e analista político tcheco-canadense Vaclav Smil (1943-), em seu livro **Enriching the Earth** (Enriquecendo a Terra).

[...] Qual seria a mais importante invenção técnica do século XX? Aeroplanos, energia nuclear, voo espacial, televisão e computadores estão entre as respostas mais comuns. Porém, nenhuma destas invenções teve a fundamental importância da síntese industrial da amônia a partir de seus elementos. [...]

SMIL, V.; *Enriching the Earth*, MIT Press: Cambridge, Massachusetts, 2000. In: Chagas, A.P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. **Química Nova**. v. 30. n.1, 240-237, 2007.

## Atividades

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

Não escreva no livro

1. Após o desenvolvimento da agricultura, que processo citado no texto foi de extrema importância para a sociedade?
2. Segundo o texto, estima-se um aumento cada vez maior da população mundial. Forme um grupo com seus colegas e respondam as seguintes questões.
  - a) A produção agrícola pode sustentar o aumento populacional projetado?
  - b) É possível produzir mais e ao mesmo tempo conservar o ambiente?
  - c) O que o grupo pensa sobre essas problemáticas? Quais medidas e ações o grupo considera ser necessárias para prevenir ou solucionar as problemáticas apontadas?

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.

**(EM13CNT105)** 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.

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).

**(EM13CNT203)** 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).

**(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.

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.

**(EM13CNT304)** 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, neurotecnologias, 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.

**(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.

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. Tradução: Ana Letícia de Souza Vanz *et al.* 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

- O livro aborda aspectos bioquímicos, estruturais e funcionais das células.

AMALDI, U. **Imagens da Física**: as ideias e as experiências, do pêndulo aos quarks. Tradução: Fernando Trotta. São Paulo: Scipione, 1995.

- O livro aborda conceitos da Física com indicações de experimentos e contextualizações.

BROWN, T. L. *et al.* **Química, a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

- O livro aborda diversos fenômenos químicos de maneira contextualizada.

GRUPO DE PESQUISA PARA O ENSINO DE QUÍMICA. **Interação e transformação**. São Paulo: Edusp, 1998. v. 1.

- O 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.

- O livro é destinado ao estudo da Fisiologia e Anatomia do corpo humano.

HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de Física**: Mecânica. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. v. 1.

- O livro aborda os conceitos e aplicações da Física, com enfoque em Mecânica.

HEWITT, P. **Física conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

- O livro aborda variados temas de Física, tais como energia e suas transformações.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

- O livro aborda aspectos bioquímicos, estruturais e funcionais das células.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

- O 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/Cedmig, 2000.

- O livro interpreta diversos fenômenos químicos por meio de situações contextualizadas.

REECE, J. B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

- O 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.

- O livro que aborda conceitos relacionados à Ecologia.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

- O livro aborda conceitos relacionados à Anatomia e Fisiologia do corpo humano.

**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 .....	223
Unidade 3 .....	238
Unidade 4 .....	254
Respostas e resoluções das atividades do Livro do estudante.....	266

## 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.

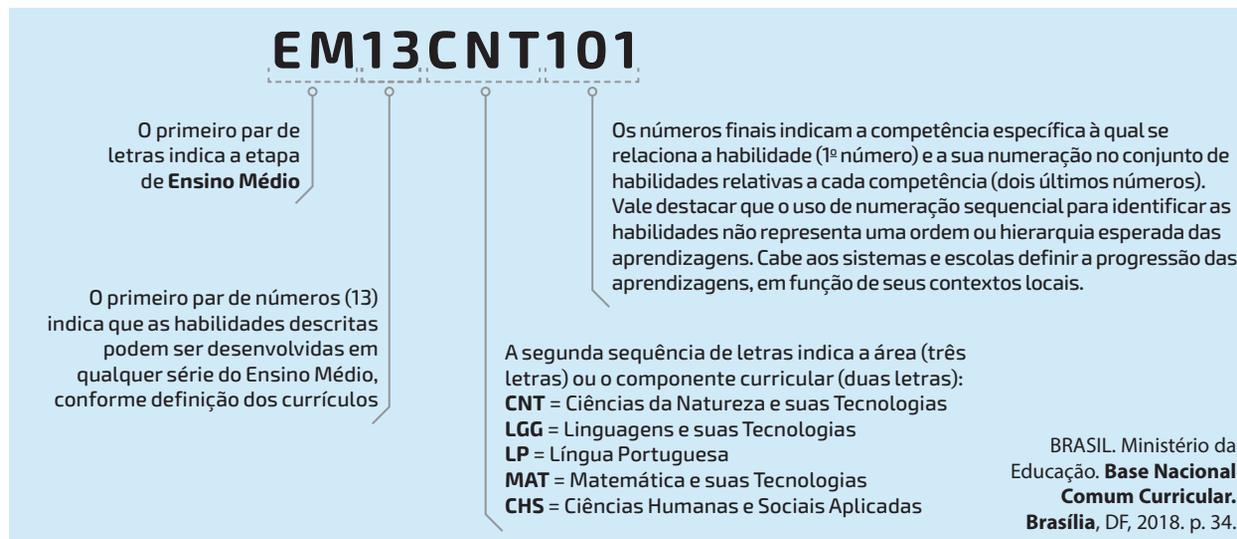
A etapa do Ensino Médio está organizada, na BNCC, em quatro áreas do conhecimento, que são:

- 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:



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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 9, 10.

## 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

**(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.

**(EM13CNT102)** 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.

**(EM13CNT103)** 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.

**(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.

**(EM13CNT105)** 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.

**(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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 553, 555.

## 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 <i>softwares</i> 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 <i>softwares</i> 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 <i>softwares</i> 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 <i>softwares</i> 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, neurotecnologias, 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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 553, 559, 560.

## 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.

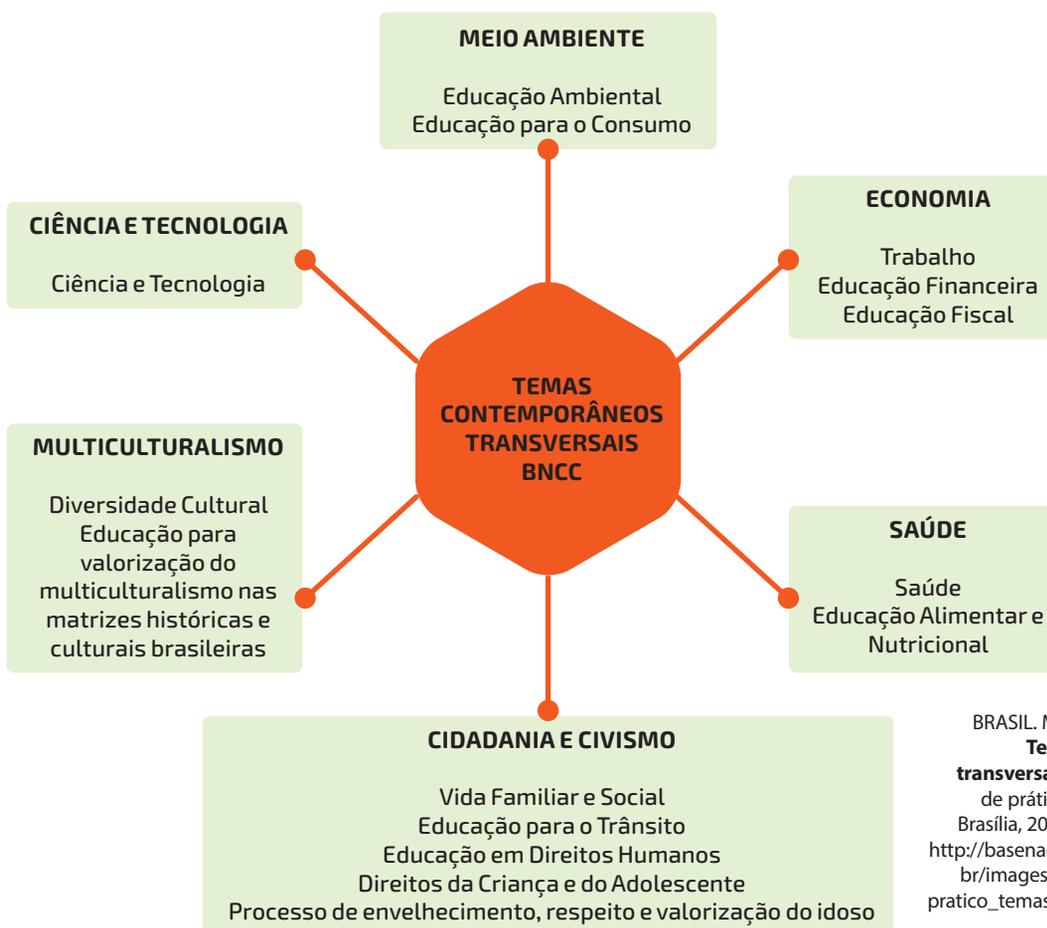
## Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs)

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.



CENPIES 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, sequência 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 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, conseqüentemente, 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.

Aprender 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 indispensável 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 indispensável 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 conjeturas 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 requerer 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 extraclasse. Muitas sensações despertadas em uma visita 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, taggear, 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 carácter 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 excludente, 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 daquilo 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/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_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://basenacional-comum.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/dcnem.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 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.

O QUE 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 A composição dos ambientes	Tema 1	Estados físicos da matéria; mudanças de estado físico.	<b>Competências gerais:</b> 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT304
	Tema 2	Substâncias; misturas; separação de misturas.	
	Tema 3	Formas e transformações de energia.	
	Tema 4	Velocidade escalar média, movimento uniforme; aceleração; movimento uniformemente variado.	
	Tema 5	Características da vida; organelas celulares; níveis de organização da vida.	
Unidade 2 Estudando a matéria	Tema 1	Atomística.	<b>Competências gerais:</b> 1, 3, 5, 7, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT104, EM13CNT303, EM13CNT304
	Tema 2	Elementos químicos e tabela periódica.	
	Tema 3	Ligações químicas.	
	Tema 4	Forças intermoleculares.	
Unidade 3 Transformações da matéria e da energia – reações químicas e metabolismo	Tema 1	Reações químicas e Leis Ponderais	<b>Competências gerais:</b> 1, 2, 5, 8, 9 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidades:</b> EM13CNT101, EM13CNT104, EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT306
	Tema 2	Metabolismo energético das células	
	Tema 3	Metabolismo e integração entre sistemas digestório, cardiovascular e respiratório.	
Unidade 4 Energia e matéria nas cadeias alimentares e nos ciclos biogeoquímicos	Tema 1	Cadeias alimentares.	<b>Competências gerais:</b> 2, 5, 6, 7, 9, 10 <b>Competências específicas:</b> 1, 2, 3 <b>Habilidade:</b> EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT301, EM13CNT303
	Tema 2	A energia nas cadeias alimentares.	
	Tema 3	Ciclos biogeoquímicos e interferências humanas.	

# Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

## Objetivos da Unidade 1:

- Reconhecer a constituição básica da matéria e analisar suas principais características físicas e químicas.
- Prever o comportamento da matéria com base no conhecimento de seus estados físicos.
- Distinguir substâncias puras e misturas, bem como analisar os melhores métodos de separação em processos cotidianos ou industriais.
- Analisar as conservações da matéria e da energia em situações cotidianas.
- Analisar modelos atômicos, identificar elementos químicos e sua organização na tabela periódica considerando suas principais características.
- Categorizar as diferentes formas de energia e identificar suas transformações em situações cotidianas.
- Interpretar e analisar diferentes tipos de movimentos, associando as diferentes formas de energia envolvidas, suas transformações e conservações.
- Interpretar e representar por meio de gráficos, tabelas, equações e símbolos as transformações de energia, matéria e movimento.
- Analisar as células e seus constituintes.
- Hierarquizar os níveis de organização da vida até organismo.
- Prever os fenômenos relacionados ao fluxo de matéria e energia no ambiente.

## Objetivos da Unidade 2:

- Reconhecer a constituição básica da matéria e analisar suas principais características químicas.
- Analisar modelos atômicos, identificar elementos químicos e sua organização na tabela periódica considerando suas principais características.
- Reconhecer diferentes tipos de forças e ligações químicas moleculares para prever o comportamento de substâncias e compostos químicos.

## Objetivos da Unidade 3:

- Identificar transformações químicas da matéria em processos naturais, cotidianos e industriais.

- Analisar a conservação da matéria por meio das leis ponderais.
- Analisar e comparar o metabolismo dos seres vivos.
- Associar o metabolismo celular com a respiração, circulação e digestão para obtenção de energia e distribuição de nutrientes.
- Avaliar a fisiologia dos sistemas respiratório, cardiovascular e digestório.

## Objetivos da Unidade 4:

- Analisar as conservações da matéria e da energia nas relações entre os seres vivos e o ambiente.
- Identificar transformações físicas e químicas da matéria em processos naturais.
- Identificar as transformações de energia em situações naturais.
- Hierarquizar os níveis de organização da vida até sua distribuição em ecossistemas.
- Prever os fenômenos relacionados ao fluxo de matéria e energia no ambiente.
- Analisar os ciclos biogeoquímicos, identificar ações humanas que o influenciam e propor ações para a redução destas interferências.

## Justificativa da pertinência dos objetivos

Tudo que está ao nosso redor, no Universo, é um misto de matéria e energia. Inclusive todos os seres vivos – eles são constituídos de matéria e funcionam por meio de transformações de energia e matéria, que em grande parte ocorrem no interior de suas células. Neste Volume são trabalhadas as definições de matéria, energia, algumas de suas transformações e conservações e como elas interagem entre si e possibilitam a existência de tudo o que se encontra no Universo, incluindo a vida.

Mas por que abordar esses assuntos? No ambiente as transformações de matéria e energia ocorrem o tempo todo, e seu estudo permite que possamos prever alguns de seus comportamentos e as manipular para produzir um aparelho, um medicamento, um alimento, e ao mesmo tempo preservar um ambiente da degradação, por exemplo.

Na **Unidade 1** o foco é apresentar o que é matéria, seus estados físicos e as diferentes transformações que a energia pode ter no ambiente. Também é apresentada a unidade básica da vida. A **Unidade 2** aprofunda o estudo da matéria avaliando sua constituição e alguns dos tipos de ligações e forças presentes nela, e suas relações com a vida. A **Unidade 3** aborda possíveis interações básicas entre a matéria e a energia por meio de reações químicas, e que estas são essenciais para a vida, bem como são os processos básicos de obtenção da energia pelos seres vivos. Finalizamos o Volume com a **Unidade 4**, que apresenta as transformações e conservações de matéria e energia no ambiente por meio de ciclos biogeoquímicos, e da interação entre os seres vivos com o ambiente, bem como alguns dos impactos do ser humano nesses processos.

## 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 (Estados físicos da matéria): 4 aulas;
- Tema 2 (Substâncias e misturas): 4 aulas;
- Tema 3 (Energia): 4 aulas;
- Tema 4 (Movimentos): 6 aulas;
- Tema 5 (A unidade básica da vida): 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, 4, 5, 7, 9 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

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

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT303, EM13CNT304

Esta Unidade propicia o estudo da composição dos ambientes a partir de fatores abióticos, tais como a matéria e a energia, e de fatores bióticos – os seres vivos. Ao longo desta Unidade, são apresentadas situações em que os estudantes podem analisar transformações e conservações de matéria e de energia oriundos de fenômenos naturais, como o ciclo hidrológico, e em situações cotidianas, como tocar instrumentos musicais e praticar esportes, ação que compõe a **competência específica 1**. Além disso, ao abordar o estudo da dinâmica da vida a partir do funcionamento das células – a unidade básica dos seres vivos – desenvolve-se uma ação que faz parte da **competência específica 2**. Em alguns momentos da Unidade, é solicitado que os estudantes avaliem a aplicação dos conhecimentos científicos na sociedade, ação que faz parte da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em cinco temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** inicia a abordagem com a matéria, destacando os átomos como sua unidade fundamental. São apresentados os estados físicos da matéria, como ocorrem as mudanças entre eles partindo de exemplos cotidianos e ocorridos na natureza, como o ciclo hidrológico. Ao apresentar o ciclo hidrológico, discute-se a interferência das atividades humanas neste ciclo e as consequências provocadas por essa ação. Também são destacadas formas de minimizá-las, que podem ser adotadas coletivamente ou governamentalmente. Sugere-se que este tema seja

trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema também possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Física, durante a abordagem das mudanças de estado físico da matéria, e com o(a) docente de Biologia, durante a abordagem do ciclo hidrológico e as interferências humanas.

Os assuntos deste tema fornecem subsídios para que a análise, a representação e a previsão das transformações de matéria, ações que formam a habilidade **EM13CNT101**, possam ser mobilizadas ao abordar os estados físicos da matéria e, em especial, o ciclo hidrológico, avaliando sua importância para a manutenção da vida e priorizando o uso consciente de recursos naturais. A análise e a interpretação do ciclo hidrológico – um ciclo biogeoquímico –, e a realização de ações individuais que minimizem as consequências nocivas à vida fazem parte da habilidade **EM13CNT105**. Estas ações são requeridas durante o tema e no desenvolvimento das atividades **1** e **2** da seção **Atividades**.

Ainda neste tema, é possível desenvolver ações presentes na **competência geral 7**, incentivando os estudantes a elaborar argumentos sobre os impactos de atividades humanas provocados no ciclo hidrológico, contribuindo com sua consciência socioambiental. Também é possível desenvolver a **competência geral 5**, ao fazerem uso do simulador digital indicado para aprofundar seus estudos sobre os estados físicos da matéria e suas mudanças de fase.

O **Tema 2** dá continuidade ao estudo da matéria, caracterizando substâncias puras, substâncias compostas e misturas. Também é apresentado, por meio da leitura gráfica, o comportamento das substâncias puras e das misturas quando são aquecidas e resfriadas. Ao final do tema, os métodos de separação de mistura são brevemente descritos, propiciando aos estudantes que os conheçam e que sejam capazes de selecionar os métodos mais adequados para os processos de separação usados no cotidiano. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

O uso de gráficos para a apresentação do comportamento de substâncias puras e de misturas nas situações expressas permite que os estudantes aprimorem seus conhecimentos da linguagem matemática e científica, constituintes da **competência geral 4**.

Além disso, na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, é solicitado aos estudantes que confeccionem panfletos informativos a respeito da importância de se praticar a doação de sangue, os quais devem ser distribuídos na comunidade local. Caso opte por utilizar tecnologias digitais para a confecção e a distribuição dos panfletos, será possível desenvolver a **competência geral 5**, com relação à disseminação de informações.

O **Tema 3** introduz a energia ao estudo dos componentes do ambiente. Ao longo dele, são apresentadas diferentes formas de energia existentes na natureza e no Universo, permitindo que os estudantes as identifiquem em situações cotidianas. Trabalha-se o princípio da conservação da energia. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os conteúdos possibilitam a abordagem da habilidade **EM13CNT101**, ao permitir que os estudantes façam uma análise de transformações de energia em situações do seu dia a dia e em processos produtivos, de modo que possam ser

realizadas previsões a respeito de seu comportamento. Essa habilidade também é explorada nas atividades **3** e **4** da seção **Atividades** deste tema, pois nelas os estudantes podem analisar as transformações de energia em seu cotidiano, como ouvir música por meio de um rádio e andar de *skate* em uma pista.

Neste tema, é sugerido o trabalho com um simulador de sistemas que envolvam transformações de energia em situações cotidianas. O uso de tecnologias digitais para a produção de conhecimentos é apontado na **competência geral 5**, que, portanto, pode ser desenvolvida.

O **Tema 4** possibilita um estudo inicial dos movimentos, trabalhando conceitos básicos como ponto material, corpo extenso e referencial. Enfatiza-se que os movimentos são relativos, pois dependem do referencial considerado. Também são apresentados os movimentos uniformes e uniformemente variados a partir dos conceitos de velocidade escalar média e aceleração escalar, trabalhando-os sob linguagem gráfica. Sugere-se que este tema seja apresentado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os assuntos deste tema possibilitam aos estudantes que iniciem seus estudos dos movimentos e da transformação da quantidade de movimentos em sistemas, presentes na habilidade **EM13CNT101**. Essa habilidade também pode ser desenvolvida durante a realização das atividades presentes na seção **Atividades** deste tema, ao possibilitar que os estudantes analisem transformações e/ou conservações de movimento considerando exemplos do dia a dia, como o deslocamento de meios de transporte, de seres vivos e de objetos.

Ao abordar o compasso de Galileu, é possível que os estudantes percebam que o estudo dos tipos de movimento representa um modo de compreender e explicar situações cotidianas com base nos conhecimentos que foram construídos ao longo do tempo. O tema em foco possibilita o trabalho com a **competência geral 1**. Além disso, utilizar gráficos para representar a velocidade (e sua variação, quando presente) em diversos tipos de movimentos (uniforme, variado e vertical), é uma forma de utilizar a linguagem matemática e científica, permitindo que os estudantes aprimorem seus conhecimentos sobre a linguagem matemática, presente na **competência geral 4**. Esta competência também pode ser desenvolvida durante a realização da atividade **2** da seção **Atividades** deste tema.

O **Tema 5** aborda a unidade estrutural e funcional da vida: as células. Inicialmente, são enunciadas algumas características exclusivas dos seres vivos em comparação à matéria inanimada, destacando as células como suas unidades fundamentais. Na sequência, são apresentados os níveis de organização biológica, partindo do exemplo do ser humano. Por fim, são diferenciadas células procarióticas de células eucarióticas animais e vegetais, considerando estruturas e organelas básicas de cada um dos tipos celulares. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Este tema também possibilita o desenvolvimento da **competência geral 5**, ao sugerir que os estudantes aprofundem seus estudos das células utilizando um simulador digital de uma célula em três dimensões para acessar informações. Desse modo, essa tecnologia digital contribui para a construção de seus conhecimentos.

A seção **Oficina científica**, presente ao final deste tema, propicia o exercício da curiosidade intelectual dos estudantes, além de recorrer à abordagem própria das investigações científicas, possibilitando o desenvolvimento da **competência geral 2**. Na atividade **3** desta seção, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT205**, ao solicitar que os estudantes realizem previsões de fenômenos naturais considerando os resultados obtidos com essa atividade prática. Essas previsões são feitas a partir de inferências, de modo improvável e incerto, já que, sem coletar amostras de todos os ambientes aquáticos e corpos d'água existentes no planeta, não é possível concluir que exista vida em todos eles. Ademais, essa atividade possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT301**, ao permitir que os estudantes realizem previsões, sob a perspectiva científica, empregando um objeto de observação por eles construído, interpretando dados, elaborando e justificando suas conclusões.

Na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT304**, pois os estudantes deverão construir argumentos considerando pontos positivos e negativos associados ao uso das células He-La em pesquisas científicas, as quais foram obtidas sem o consentimento da estadunidense Henrietta Lacks (1920 - 1951) em vida. Essa atividade é solicitada para que seja feita em grupos, que possibilitam a mobilização de algumas habilidades socioemocionais, como o diálogo e a cooperação, previstas na **competência geral 9**.

Ainda nessa seção, na atividade **3** é possível desenvolver ações presentes na habilidade **EM13CNT303**, pois os estudantes devem interpretar um texto de divulgação científica sobre estudo feito a partir dos danos celulares provocados frente à exposição à fumaça de queimadas. A abordagem da habilidade pode ser ampliada, caso opte por comentar sobre a confiabilidade da fonte, proveniente de um jornal de uma universidade brasileira.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **2**, os estudantes são motivados a analisar as transformações de matéria e realizar previsões a seu respeito em processos produtivos, no caso, na produção de produtos liofilizados, ações previstas para a mobilização da habilidade **EM13CNT101**.

Na seção **Integrando com... Matemática e suas Tecnologias**, é realizada uma integração com a área de Matemática e suas Tecnologias ao abordar a notação científica considerando uma situação cotidiana, relacionada ao espirro e à eliminação de agentes infecciosos, no caso, do vírus SARS-CoV-2. Nesta seção, são utilizados conhecimentos de linguagens matemática e científica para expressar e partilhar informações sobre escalas microscópicas, utilizando como contextualização a disseminação aérea do vírus SARS-CoV-2, responsável pela covid-19. Assim, ao contribuir com os conhecimentos dos estudantes sobre essas linguagens e permitir que eles os exerçam nas atividades da seção, é possível desenvolver a **competência geral 4**.

Na atividade **4** desta seção, os estudantes deverão produzir panfletos informativos e os distribuir à comunidade, buscando conscientizá-la sobre esta doença. Ao realizar essa atividade, eles poderão desenvolver a **competência geral 10**, pois irão exercer sua cidadania coletivamente, com base em princípios éticos e solidários.

Utilize as questões de abertura desta Unidade para iniciar um mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. É importante que essa verificação seja feita constantemente e, idealmente, de maneira individual. Entretanto, uma conversa geral pode ajudar a identificar potenciais pontos de atenção. Por exemplo, para que os estudantes identifiquem as transformações de energia da imagem, é preciso que eles tenham um conhecimento sobre a existência de diferentes formas de manifestação da energia. Caso perceba dificuldades, questione-os pontualmente sobre o funcionamento de carros, de aparelhos elétricos, de aquecedores solares, de modo que percebam as diferenças de fluxo de energia e comecem a categorizá-las para então identificar suas transformações.

## Tema 1 • Estados físicos da matéria

Neste tema, são trabalhados os estados físicos da matéria, as mudanças de estado físico e o ciclo hidrológico. Estes são, normalmente, os primeiros assuntos tratados em Química. Eles permitem a abordagem subsequente dos conceitos de átomos, moléculas, estados físicos, ligações químicas e reações químicas, apresentados ao longo deste Volume. Se desejar, realize os seguintes questionamentos para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses conteúdos.

- “O que é matéria?”. Neste momento, não é esperado que eles saibam defini-la, mas é possível que citem exemplos do que consideram matéria. É possível registrar as respostas dos estudantes no quadro para que, após o estudo do tema, eles corrijam o que foi apontado como exemplos de matéria. Pode-se fazer uma relação com a presença de massa e com o espaço que ocupa para definir matéria. Se considerar oportuno, cite exemplos de algo que não tem massa e que não ocupa lugar no espaço, como sentimentos e pensamentos, os quais não são exemplos de matéria.
- “Qual a diferença entre a água que bebemos, o gelo e o vapor-d’água?” Espera-se que os estudantes percebam que a substância (água) é encontrada em diferentes estados físicos (líquido, sólido e gasoso). Além disso, a água que bebemos consiste em uma mistura de água e sais minerais; o mesmo ocorre no gelo, quando feito a partir da água mineral. O vapor de água não contém sais minerais. Aproveite para questionar o nome das mudanças entre esses estados físicos, pois eles serão apresentados ao longo do tema.

Comente com os estudantes sobre quais seriam as possíveis vantagens de se construir um mecanismo que indica o tempo de cocção adequado para os alimentos. Fundamentado em suas respostas, inicie uma discussão a respeito da importância da economia de gás de cozinha, enfatizando questões econômicas e ambientais. No caso, quanto menor a necessidade deste produto, menor será o gasto pessoal, o que propicia economia nas finanças; além disso, menor será a necessidade de sua produção, contribuindo para a redução da emissão de gases poluentes para o ambiente.

Aproveite a oportunidade para questionar como esse mecanismo poderia ser desenvolvido, estimulando, desse modo, a curiosidade e a criatividade dos estu-

dantes. Para tanto, é preciso que eles imaginem como seria o mecanismo da panela e como ele poderia funcionar. Alguns pontos a serem considerados: a localização do mecanismo; o material de que seria constituído; se haveria sinais sonoros ou luminosos que indicariam o tempo total de cocção dos alimentos; os equipamentos básicos que poderiam estar acoplados ao mecanismo, como termômetro digital, *timer*, entre outros.

Essa estratégia pode ser explorada por meio da abordagem de pensamento criativo, denominada *design thinking*. Para mais informações sobre essa abordagem, leia o livro indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

### » A constituição da matéria

Se for necessário, resalte que massa e volume são propriedades gerais da matéria, e para medir esses valores, é necessário escolher um padrão adequado. É possível convidar o professor da área de Matemática e suas Tecnologias para apresentar o conteúdo aos estudantes.

Massa é uma grandeza física que permite expressar a quantidade de matéria contida em um corpo, dessa forma, a medida da massa de um corpo é feita comparando-se a massa dele com a de um padrão escolhido. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade escolhida é o quilograma (kg). As unidades de massa atômica e molecular foram determinadas para medir a massa de átomos e moléculas.

Volume representa a quantidade de espaço ocupada por um corpo. No Sistema Internacional, ele é determinado comumente pela unidade metro cúbico ( $m^3$ ).

### » Estados físicos da matéria

Enfatize que o que diferencia um estado físico de outro é o grau de atração (ou coesão) e a organização entre as partículas, a energia cinética e o volume.

No estado sólido, as partículas estão bem próximas umas das outras, muito organizadas e há menor energia cinética (pouco movimento). A ligação entre as moléculas é mais intensa, portanto, os sólidos apresentam forma e volumes próprios e definidos.

Já no estado líquido, há menor interação entre as partículas, e menor organização do que no estado sólido, permitindo maior movimentação entre elas (energia cinética). Assim, adquirem o formato do recipiente em que estão (forma variável) e apresentam volume constante.

No estado gasoso, há grande movimentação entre as partículas (energia cinética elevada), pouca interação entre elas, ausência de forma e de volume próprios, embora ocupem todo o espaço do recipiente (forma e volume indefinido e variável). Neste estado, as partículas podem se expandir e comprimir com facilidade.

Se desejar, resalte aos estudantes que existem outros estados físicos da matéria, como o plasma e o condensado de Bose-Einstein.

O plasma é formado quando uma substância no estado gasoso é aquecida até atingir uma temperatura tão elevada a ponto de a agitação térmica molecular su-

perar a energia de ligação que mantém os elétrons em órbita do núcleo do átomo. Os elétrons acabam se soltando e a substância se torna uma massa disforme, eletricamente neutra e formada por elétrons e núcleos dissociados. O plasma se constitui em um estado caótico, em que os átomos se movem em diferentes velocidades e direções. É um estado raro no planeta Terra, mas comum no Universo. Um exemplo são as estrelas, que podem se apresentar parcialmente como plasma.

O condensado de Bose-Einstein, conhecido como o quinto estado da matéria (ou luz líquida), é atingido em temperaturas extremamente baixas, nas quais as moléculas subatômicas praticamente param de se mover (estão próximas do zero absoluto). Os átomos começam a se aglomerar, de modo extremamente organizado, pois quase não há energia cinética para se movimentarem.

### » Mudanças de estado físico

Como as mudanças de estado físico dependem da temperatura, é importante explicar aos estudantes a diferença entre calor e temperatura, conceitos que podem ser confundidos. Diga a eles que temperatura é a medida de agitação dos átomos e moléculas que compõem a substância, e essa agitação representa a energia cinética, medida em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou em Kelvin (K). Já o calor está relacionado com a energia térmica, que determina a quantidade de energia envolvida na agitação dos átomos e das moléculas, sendo medida em calorias (cal) ou joules (J). Para mais informações a respeito do assunto, acesse o *link* sugerido no **#FICA A DICA, Professor!**, localizado no final dos comentários deste tema.

Nos exemplos apresentados para as mudanças de estado físico utilizou-se a água. Contudo, ela deve ser considerada em sua forma pura (destilada), pois, quando misturada a outras substâncias, apresenta temperatura de fusão e de ebulição diferentes.

Comente com os estudantes que alguns fatores podem influenciar a velocidade de evaporação, como a temperatura do ambiente, o vento, a extensão da superfície do líquido e a umidade do ar.

Explique a eles que outros fatores, como altitude e pressão, também alteram as temperaturas de fusão e de ebulição das substâncias. Na Química, costuma-se utilizar o termo Condição Ambiental de Temperatura e Pressão (CATP), em que a pressão é considerada igual a uma atmosfera (1 atm) e a temperatura igual a  $25^{\circ}\text{C}$ . Estes valores são fixados para padronizar e facilitar as análises.

No boxe **Espaços de aprendizagem**, trabalhe os estados físicos da matéria e as mudanças de estado físico por meio de um simulador. Ao abri-lo, selecione uma das opções (estados ou mudança de fase) para iniciar a simulação. Caso escolha “estados”, clique no átomo ou na molécula que deseja explorar. Na sequência, selecione o estado sólido, líquido ou gasoso para verificar o comportamento desse átomo ou molécula. Para mudar de opção, basta clicar em “mudança de fase”. Em seguida, escolha o átomo ou a molécula, bem como o estado físico com o qual deseja trabalhar. Mova a alavanca para promover o aquecimento ou o resfriamento do átomo ou da molécula e peça aos estudantes que verifiquem seu comportamento.

## » Ciclo da água

Ao abordar o ciclo hidrológico, explique aos estudantes que a evapotranspiração considera as taxas de evaporação e de transpiração das plantas em fragmentos florestais, visto não ser possível diferenciá-las em medições. A taxa de evaporação, nesse caso, compreende a evaporação da água líquida presente nas superfícies terrestres. Para tanto, a presença de cobertura vegetal se faz importante ao interceptar parte da água das chuvas, evitando sua completa infiltração no solo. Desta forma, parte da água da chuva que foi interceptada evapora, retornando à atmosfera na forma de vapor. A taxa de transpiração, por sua vez, compreende a perda de água, na forma de vapor, por parte das plantas.

Se desejar, comente com os estudantes outras interferências de atividades humanas no ciclo hidrológico, como a queima de combustíveis fósseis, utilizados como fonte energética. Nesse caso, a queima deles emite gases poluentes na atmosfera. Muitos deles contribuem para a intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, para as alterações climáticas, como mudança nos regimes de chuvas, derretimento de geleiras, entre outras.

Também é possível mencionar a pavimentação de cidades, que impede ou dificulta a infiltração da água da chuva no solo, o que pode ocasionar alagamentos, dependendo da localização das cidades.

### #FICA A DICA, Professor!

- Caso queira saber mais a respeito da abordagem *design thinking*, leia o livro a seguir. 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.
- O *link* a seguir apresenta as diferenças entre temperatura e calor. MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente, melhor. **Revista Química Nova na Escola**, n. 7, maio de 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

## Tema 2 • Substâncias e misturas

Neste tema, são apresentados os seguintes conteúdos: substâncias puras simples e compostas, misturas homogêneas e heterogêneas, diferenciação de substâncias puras e misturas por meio das mudanças de estado físico (com interpretação de gráficos), e os métodos de separação de misturas com a utilização de tecnologias.

Para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto que será trabalhado, é possível realizar a seguinte atividade. Leve uma garrafinha de água mineral e faça algumas perguntas a eles a respeito dela. Por exemplo:

- “O que está armazenado dentro da garrafa pode ser considerado uma substância? Explique sua resposta”. Provavelmente a maioria dos estudantes responderá

que sim, que a água armazenada é uma substância, possivelmente por já terem ouvido a expressão “a substância água”. Não é esperado, contudo, que eles saibam definir o que são substâncias – conceito que será estudado ao longo do tema. Mas, se desejar, comente que as substâncias são formadas por moléculas iguais entre si, possuem propriedades constantes e são representadas por uma fórmula química.

- “A água armazenada na garrafa é uma substância pura?”. A tendência é que eles respondam que sim, como uma concepção espontânea. Contudo, explique que, em termos químicos, o conceito de pureza não se refere à água potável, própria para o consumo. No caso da água mineral, ela é própria para o consumo humano (pois não causa malefícios), mas não compreende uma substância pura, pois possui minerais dissolvidos. Nesse momento, realize a leitura dos componentes presentes no rótulo da garrafa. Uma substância pura é aquela que apresenta um único tipo de molécula e nada mais misturado em sua composição. Portanto, para que a água seja considerada uma substância pura, ela deve ser destilada. Neste momento, vale a pena citar que a destilação é um método de obtenção de substâncias puras que veremos em métodos de separação misturas.

As respostas dadas pelos estudantes possibilitarão o início da discussão dos conteúdos para verificar seus conhecimentos prévios. A partir daí pode-se entrar na contextualização sobre substância pura e mistura. Ressalte que na natureza a maioria dos compostos não são encontrados na sua forma isolada ou pura, mas misturados com outros, originando as misturas.

Faça uma investigação sobre o domínio dos seguintes conceitos: átomos e moléculas. É possível anotar as definições dadas pelos estudantes no quadro. Se necessário, explique a eles que o átomo é a menor entidade elementar formadora da matéria e que molécula é a união de dois ou mais átomos. Esquemas visuais podem ser utilizados para ajudá-los a compreenderem esses conceitos.

Diga aos estudantes que estamos em contato diário com substâncias e misturas, muitas vezes sem perceber. Liste alguns produtos de uso diário e peça a eles que os classifiquem em substância pura ou mistura. É importante colocar alguns exemplos sólidos e gasosos para eles não se prenderem apenas a exemplos no estado líquido. Podem ser usados os seguintes exemplos: açúcar, petróleo, gás carbônico, refrigerante, aliança de ouro. São substâncias puras o açúcar e o gás carbônico, as demais, petróleo, refrigerante e aliança de ouro, são misturas, pois são formadas por diferentes substâncias.

Questione os estudantes sobre a constituição do leite e do sangue. O leite é constituído principalmente por água, proteínas, carboidratos, sais minerais e gordura. O sangue, por sua vez, é constituído por plasma (que é a sua parte líquida, composto por água e substâncias dissolvidas, como proteínas, hormônios, gases, nutrientes, sais etc.), glóbulos vermelhos (células responsáveis pelo transporte de gás oxigênio), glóbulos brancos (células de defesa do corpo) e plaquetas (fragmentos celulares que ajudam na coagulação). Pode-se ressaltar que é possível separar a parte sólida e a parte líquida do sangue por meio da centrifugação, que será apresentada nos métodos de separação de misturas.

Sobre as substâncias, leia o texto a seguir.

[...]

Todas as substâncias são elementos ou compostos. Os elementos não podem ser decompostos em substâncias mais simples. Em nível molecular, cada elemento é composto de somente um tipo de átomo [...]. Compostos são constituídos de dois ou mais elementos, logo eles contêm dois ou mais tipos de átomos [...]. A água, por exemplo, é um composto constituído de dois elementos, hidrogênio e oxigênio. [...] Misturas são combinações de duas ou mais substâncias nas quais cada uma mantém sua própria identidade química.

[...]

BROWN, T. L.; LEMAY, E.; BURSTEN JR., B. E. **Química**: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 5.

## » Mudanças de estado físico de substâncias puras e misturas

Antes de trabalhar as mudanças de estado físico, reproduza no quadro os esquemas das mudanças de estado físico presente no livro do estudante, verificando se eles se lembram das diferenças entre elas.

No gráfico de mudança de estado físico das substâncias puras, saliente que o intervalo de tempo em que a temperatura se mantém constante é denominado patamar no qual a temperatura de fusão e a temperatura de ebulição permanecem constantes. Esse fenômeno ocorre em razão do gasto da energia fornecida para que se rompam as interações entre átomos ou moléculas do sistema em aquecimento.

Apesar de serem apresentadas as temperaturas de ebulição (TE) e de fusão (TF) da água pura, sendo estas 0 °C e 100 °C, respectivamente, comente com os estudantes que estes valores são definidos ao nível do mar e que em locais mais altos (onde a pressão atmosférica é menor), os valores de TE e TF da água serão menores, ou seja, podem variar de acordo com o local em que são medidos.

As ligas metálicas são exemplos de misturas eutéticas, pois a temperatura de fusão dos metais é muito próxima, o que deixa fixo o patamar de fusão dessa mistura, porém as temperaturas de ebulição são diferentes e não têm esse patamar. Explique que as ligas metálicas são misturas com diferentes metais e que elas são homogêneas. Estas misturas são usadas para melhorar a qualidade dos metais, como aumentar sua resistência e sua durabilidade. Se desejar aprofundar os estudos referentes às ligas metálicas, realize a atividade sugerida na seção **Ampliando**.

## » Separação de misturas

Comente com os estudantes sobre a centrifugação, método utilizado para separar os componentes do sangue, que é uma mistura heterogênea e que, apesar de não ser visível a olho nu, é possível ver seus componentes ao microscópio. Na centrifugação do sangue, são obtidas duas fases: uma sólida, com as células; e, uma líquida, com substâncias dissolvidas, que pode ser o plasma ou o soro. A centrifugação consiste em rotacionar em alta velocidade, sendo que a separação dos componentes se dá pela diferença de densidade, ficando o líquido (menos denso) em cima e o sólido (mais denso) embaixo.

Se desejar, é possível apresentar e discutir outros métodos de separação mais modernos e utilizados hoje na indústria, tais como:

- Recristalização ou cristalização fracionada: é um método de purificação usado para a obtenção de sólidos puros a partir de uma mistura líquida. Parte do princípio de que a solubilidade da maioria dos sólidos diminui em temperaturas mais baixas, ocasionando a sua precipitação ou cristalização. Neste método, podem ser aplicados diferentes solventes.
- Sublimação ou liofilização: é um processo de desidratação recorrente na indústria farmacêutica e de alimentos para retirar a água por sublimação. No caso, a água é congelada e depois passa para o estado gasoso diretamente, em condições de pressão e temperatura controladas.
- Cromatografia: é uma técnica aplicada para separar misturas com base nas diferenças (de tamanho, massa ou afinidade) por duas fases imiscíveis: uma fase móvel e uma fase estacionária. As substâncias são separadas à medida que atravessam a fase estacionária e se deslocam em direção à fase móvel, com velocidades e tempos diferentes. Possui grande aplicação e permite variadas possibilidades de separação e identificação de substâncias utilizando fases e colunas diferenciadas. Principais tipos de cromatografia: de papel, camada delgada, líquida, gasosa, de troca iônica e de eletroafinidade. Aplicações: testes rápidos de laboratório (de gravidez, covid-19, HIV), produção de medicamentos e vacinas (processo de purificação dos componentes medicinais), análises toxicológicas e ambientais e produção de alimentos. Uma forma de abordar mais a fundo as aplicações e ressaltar a importância destas técnicas de separação é apresentá-la de forma prática para a turma. Veja a técnica no trabalho exposto na seção **#FICA A DICA, Professor!**

### #FICA A DICA, Professor!

- O *link* a seguir apresenta algumas formas de se fazer cromatografia com materiais alternativos em sala de aula. COSTA, V. B. da; SILVA, S. Y. S. Cromatografia com materiais alternativos. In: JORNADA ENSINO PESQUISA EXTENSÃO, 1. Anais [...]. Marabá: Unifesspa, set. 2015. Disponível em: [https://jepe.unifesspa.edu.br/images/arquivos/anais/Vanessa\\_Bastos\\_da\\_Costa.pdf](https://jepe.unifesspa.edu.br/images/arquivos/anais/Vanessa_Bastos_da_Costa.pdf). Acesso em: 11 set. 2020.

### Ampliando

Se desejar aprofundar o trabalho com as ligas metálicas, que são misturas eutéicas, é possível solicitar a realização da seguinte atividade. Diga aos estudantes que o conhecimento e os estudos das ligas metálicas possibilitaram otimizar sua utilização em situações cotidianas ou em processos produtivos. Cite o exemplo do aço inoxidável, uma liga metálica de ferro e cromo, que também pode conter níquel e outros elementos, amplamente utilizado na fabricação de talheres, panelas e esportes de louça. Questione-os sobre o motivo de esse material ser constituinte desses itens. Incentive-os também a realizar previsões comparativas sobre o uso prolongado desses

utensílios feitos por aço inoxidável e pelos feitos por aço não inoxidável (liga metálica constituída por ferro e carbono). Aproveite para introduzir à discussão a importância do consumo consciente dos produtos, de modo geral.

Espera-se que os estudantes mencionem que o aço inoxidável não enferruja, evitando a corrosão dos utensílios, bem como concluam que os utensílios domésticos feitos por aço não inoxidável oxidam-se no decorrer de determinado tempo. Neste caso, eles serão substituídos por outros objetos, contribuindo para a produção de resíduos.

## Tema 3 • Energia

Neste tema, são abordadas as formas de energia presentes no cotidiano. A fim de levantar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conceitos que serão abordados, são sugeridos também outros questionamentos:

- “A energia pode ser criada?”. É possível que a criação da energia seja uma das concepções espontâneas dos estudantes. Contudo, explique a eles que a energia não pode ser criada, tampouco perdida, mas transformada de uma forma em outra.
- “Quais as formas de energia que podem ser observadas no dia a dia?”. Neste momento, podem surgir algumas respostas como: energia nuclear, elétrica, solar, entre outras. Peça-lhes que apontem as situações em que as formas de energia respondidas podem ser encontradas. Eles podem dizer que a energia elétrica está relacionada ao funcionamento de equipamentos elétricos; que a energia nuclear está relacionada à geração de energia elétrica, em usinas termonucleares; entre outras situações.

As páginas de abertura do tema trazem a história de William Kamkwamba (1987-), nascido no Malawi, atualmente engenheiro e autor de um livro que conta como “descobriu o vento”. William utilizou os livros de Ciências, sobretudo de Física, disponíveis na biblioteca da escola de seu vilarejo para estudar, mesmo não conhecendo muito bem a língua inglesa (na qual foram escritos os conteúdos dos livros).

Ele baseou-se no modelo de moinho descrito no livro *Using energy* (do inglês, “Usando energia”) para construir um moinho em seu vilarejo e gerar energia elétrica. O primeiro que ele construiu foi capaz de acender algumas luzes e manter alguns rádios funcionando. O segundo acionava uma máquina de irrigação, que possibilitava a obtenção de água para ser utilizada no plantio de milho na região onde vivia. Sua história é brevemente contada pelo próprio Kamkwamba em palestras indicadas na seção **#FICA A DICA, Estudante!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

O segundo moinho construído por William era constituído de uma torre com pás movimentadas pelo vento. As pás moviam a engrenagem, feita com parte de uma bicicleta que girava um aparelho (dínamo) acoplado a uma bateria. A bateria fornecia energia elétrica a uma bomba-d’água. Com isso, a água era bombeada de um poço artesiano. O seu feito representa um exemplo do tema contemporâneo transversal relacionado à cidadania.

A história de William Kamkwamba, além de introduzir o estudo a respeito das transformações de energia, incentiva os estudantes a se dedicarem aos estudos –

assim como feito pelo jovem. Se possível, destine uma aula de seu planejamento para assistir ao filme indicado na abertura do tema com os estudantes, solicitando que identifiquem as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do moinho. Para explorar um pouco mais este assunto, é possível realizar os seguintes questionamentos, alguns relacionados à **competência geral 2**:

- Você já precisou fazer investigações para resolver algum tipo de problema? Antes de realizar a pesquisa, você levantou hipóteses sobre o que o causava? Você determinou procedimentos sobre como poderia resolvê-lo? Ele foi solucionado? Quais tipos de fonte você costuma utilizar em suas pesquisas: livros ou textos veiculados na internet? Além de evitar *blogs* e redes sociais, você se preocupa com a confiabilidade das fontes de suas pesquisas e, por isso, elas costumam ser realizadas principalmente em *sites* de universidades, de sociedades de pesquisa ou até mesmo em artigos científicos? Quais foram suas motivações para solucionar o problema?

### » Formas de energia

Ao abordar a energia térmica, se desejar, realize a atividade sugerida na seção **Ampliando**, que possibilita verificar um exemplo de transformação de energia mecânica em energia térmica.

Ao comentar a respeito da energia sonora, explique aos estudantes que o som é percebido por pessoas ouvintes principalmente por meio da audição. Já no caso de pessoas não ouvintes, o som é percebido principalmente por meio do tato.

A energia potencial gravitacional está relacionada ao potencial de um corpo em ganhar velocidade por meio da força da gravidade.

Se desejar, realize o cálculo da energia potencial com os estudantes, partindo de uma situação similar à apresentada no livro. Peça-lhes que considerem um vaso de planta pequeno, de massa igual a 5 kg, colocado na janela do décimo andar de um prédio, estando a uma altura de 30 m. Para o cálculo, utilize a equação a seguir, em que **m** é a massa do corpo; **g**, a aceleração gravitacional; e **h**, a altura. Destaca-se que o conceito de aceleração é apresentado no **Tema 4**, desta Unidade.

$$E_{p_g} = m \cdot g \cdot h$$

Portanto, considerando a aceleração gravitacional com um valor aproximado de  $10 \text{ m/s}^2$ , tem-se que:

$$E_{p_g} = 5 \cdot 10 \cdot 30 = 1500 \text{ J}$$

Logo, o vaso armazena 1 500 J de energia potencial gravitacional, que poderá ser transformada em 1 500 J de energia cinética, caso ele venha a cair da janela. Por isso a importância da norma que proíbe manter vasos de plantas nos beirais de janelas e de varandas.

A expressão “energia química” foi utilizada para fins didáticos em respeito à idade escolar dos estudantes. Sabe-se que a energia química é uma forma de energia potencial, conforme apresentado no livro do estudante, no início do tema.

Explore a fotografia de uma fogueira. Questione os estudantes sobre a quantidade de energia química presente nas cinzas e a quantidade de energia térmica liberada durante a combustão, solicitando que estabeleçam uma relação. Espera-se que eles percebam que boa parte da energia presente na madeira foi transformada em energia térmica, dissipada para o ambiente; apenas uma pequena parte permaneceu nas cinzas.

## » A conservação da energia

Auxilie os estudantes a manipular o simulador indicado no boxe **Espaços de aprendizagem**. Ao clicarem no *link* indicado, aparecerão dois ícones: “Introdução” e “Sistemas”. Sugira que cliquem no ícone “Sistemas” para elaborarem sistemas de transformação de energia a partir de diversas situações.

Na porção esquerda do sistema, é possível que escolham entre a energia mecânica presente na água que cai por uma torneira ou no movimento das rodas de uma bicicleta; a energia térmica presente no aquecimento de uma chaleira; e a energia luminosa presente na radiação solar. Na porção central do esquema, é possível que escolham entre a energia mecânica presente no movimento de um moinho ou a energia elétrica presente em um painel fotovoltaico. Na porção direita do sistema, é possível que escolham entre equipamentos que podem funcionar a partir da energia elétrica, como lâmpadas, ventiladores e chapas aquecedoras. Ao escolherem situações em cada porção, cria-se um sistema de transformação de energia.

## #FICA A DICA, Estudante!

- Acesse os *links* a seguir e assista às palestras ministradas por William Kamkwamba sobre como construiu um moinho de vento e o utilizou para gerar energia elétrica em seu vilarejo. Os vídeos possuem áudio em inglês, mas é possível inserir legendas em português. Para tanto, clique no segundo ícone do canto direito inferior denominado “subtitles” (do inglês, legendas) e selecione a opção “português brasileiro”. HOW I built a windmill. Vídeo (3min50s). Publicado pelo canal TED Ideas Worth Spreading. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/william\\_kamkwamba\\_how\\_i\\_built\\_a\\_windmill](https://www.ted.com/talks/william_kamkwamba_how_i_built_a_windmill). Acesso em: 6 set. 2020. HOW I harnessed the Wind. Vídeo (5min44s). Publicado pelo canal TED Ideas Worth Spreading. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/william\\_kamkwamba\\_how\\_i\\_harnessed\\_the\\_wind](https://www.ted.com/talks/william_kamkwamba_how_i_harnessed_the_wind). Acesso em: 6 set. 2020.

## Ampliando

O objetivo dessa atividade é evidenciar a transformação da energia mecânica em energia térmica a partir de materiais de fácil acesso. É possível dividir os estudantes em grupos, incentivando a colaboração e comunicação entre eles.

Para a atividade são necessários os seguintes materiais: lixa d’água número 180 (ou lixas utilizadas em obras, encontradas em lojas de materiais de construção) e bloco de madeira. Então, esfregue rapidamente o bloco de madeira utilizando a lixa por cerca de 20 segundos. Após esse passo, peça aos estudantes que toquem a superfície da lixa. Ao tocarem-na, vão perceber que a lixa está levemente aquecida.

Durante o processo de fricção, a energia cinética associada ao movimento da lixa é transformada em energia térmica. Quanto maior for a velocidade da lixa, maior será sua energia cinética e, conseqüentemente, maior será a energia térmica produzida.

## Tema 4 • Movimentos

Neste tema são abordados os conceitos iniciais do estudo dos movimentos, velocidade escalar média, movimento uniforme, aceleração escalar média, movimento variado e movimento vertical no vácuo. A fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conceitos iniciais, é possível realizar os seguintes questionamentos:

- “O que significa estar em repouso e estar em movimento?”. É possível que eles respondam que um corpo em repouso possui velocidade igual a zero, enquanto um corpo em movimento possui velocidade diferente de zero.
- “Neste momento, vocês estão em movimento ou em repouso?”. Provavelmente, os estudantes que estiverem sentados em suas carteiras dirão que estão em repouso. Nesse caso, movimente-se pela turma, e questione-os novamente se eles estão em movimento ou em repouso. Caso alguns deles alterem suas respostas, dizendo que a resposta depende do referencial considerado, ou que estão em movimento em relação ao professor, peça-lhes que expliquem seu raciocínio aos colegas. Caso isso não aconteça, explique que, para que um corpo seja considerado em repouso ou em movimento, deve-se considerar um referencial. Portanto, em relação ao professor que se desloca, os estudantes sentados em suas carteiras estão em movimento. Contudo, em relação aos outros colegas sentados, os estudantes estão em repouso.
- “Qual a diferença entre velocidade e aceleração?”. É possível que alguns estudantes definam, de forma espontânea, a aceleração como um corpo com velocidade alta. Contudo, é importante que, ao longo do estudo do tema, eles compreendam que velocidade é a variação do espaço em relação ao tempo e que a aceleração é a variação da velocidade em relação ao tempo.

Na abertura do tema é apresentada a fotografia de uma praia. Dê destaque às ondas do mar, que estão em constante movimento. Explore a fotografia para retomar as formas de energia apresentadas no **Tema 3**, que podem ser identificadas nela.

Comente com os estudantes que foi elaborado um novo sistema para o cálculo de um quilograma. O sistema dispõe de um eletroímã, o mesmo que costumadamente é utilizado para levantar grandes objetos de metal. A atração eletromagnética do eletroímã está relacionada diretamente com a corrente elétrica que atravessa suas bobinas. Ou seja, é possível estabelecer uma relação direta entre a eletricidade e a força peso do objeto a ser levantado. A grandeza que relaciona peso e corrente elétrica é denominada constante de Planck.

Essa constante pode ser medida usando um instrumento conhecido por balança de Kibble. Essa balança possui um eletroímã de um lado, pendendo para baixo, e um objeto de um quilograma, do outro lado. Por fim, a corrente elétrica no

eletroímã é aumentada até que os dois lados atinjam um perfeito equilíbrio. Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

No boxe **Saiba mais** são apresentadas algumas grandezas de medida utilizadas nesta Unidade. Outras grandezas, como intensidade luminosa, temperatura e quantidade de carga elétrica, serão abordadas em outros volumes da coleção.

## » Introdução ao estudo dos movimentos

Para introduzir o estudo da velocidade, peça aos estudantes que anotem o tempo para percorrerem o trajeto de ida até a escola, registrando se seu deslocamento ocorreu a partir de caminhadas ou de um meio de transporte. Na sequência, peça-lhes que pesquisem em mapas digitais, obtidos por meio de satélite, a distância que percorreram ao longo de seu trajeto até a escola. A partir desses dados, é possível determinar a velocidade média que apresentaram nesse trajeto, dividindo seu deslocamento total (em metros) pelo tempo necessário para chegar até a escola (em segundos).

Se desejar, apresente-lhes a equação horária das posições do movimento uniforme, caso em que a velocidade assume valor constante.

Para obtê-la, considere a equação da velocidade média:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Partindo da definição de que  $\Delta s = s - s_0$ , assim como  $\Delta t = t - t_0$ , a equação acima pode ser escrita do seguinte modo:

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0}$$

Considerando  $t_0 = 0$ :

$$v = \frac{s - s_0}{t}$$

$$v \cdot t = s - s_0$$

Assim:

$$s = s_0 + v \cdot t$$

É importante salientar que ambas as equações são equivalentes para o caso de velocidade constante.

As definições de movimento progressivo, quando a velocidade é maior que zero, e de movimento retrógrado, quando a velocidade é menor que zero, também podem ser abordadas de maneira complementar. Explique aos estudantes que velocidade positiva e negativa indicam o sentido do movimento ao longo da trajetória realizada por um móvel qualquer.

O gráfico do espaço em relação ao tempo também pode ser esboçado para fundamentar a classificação do movimento como progressivo e retrógrado. Nes-

te caso, as posições são representadas no eixo  $y$  (ordenadas) do plano cartesiano, enquanto o tempo é representado no eixo  $x$  (abscissas). Quando o gráfico apresenta um aumento das posições no decorrer do tempo, o movimento é classificado como progressivo; caso o contrário, como retrógrado.

Ao tratar de movimento variado e de aceleração escalar média, é possível utilizar o conceito de aceleração da gravidade para explicar aos estudantes o conceito de aceleração. Ressalte que a aceleração da gravidade terrestre está diretamente relacionada com a força gravitacional, ou seja, é a aceleração que um corpo adquire quando é solto de determinada altura e cai em direção ao chão. A aceleração gravitacional da Terra possui um valor de aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Cite, como exemplo, a situação de um objeto abandonado do alto de um prédio. Esse objeto cairá devido à ação da força da gravidade, logo estará sujeito à aceleração gravitacional terrestre. Como a velocidade inicial do objeto era zero, após o primeiro segundo, ele alcançará uma velocidade de  $9,8 \text{ m/s}$ , e quando passar mais um segundo, sua velocidade será de  $19,6 \text{ m/s}$ , e assim por diante. Pode-se concluir que o significado de a aceleração possuir um valor de  $9,8 \text{ m/s}^2$  é que um objeto varia sua velocidade em  $9,8 \text{ m/s}$  a cada segundo que passa.

Neste momento, é possível abordar a equação horária das velocidades para o movimento variado por meio da equação da aceleração média, considerando a aceleração constante.

Considere a equação:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Considerando  $t_0 = 0$ , tem-se que:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a \cdot t = v - v_0$$

Assim:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

É importante salientar que ambas as equações são equivalentes.

Sobre movimento vertical, pode-se frisar que o movimento de subida é retardado, pois a aceleração da gravidade é contrária à sua velocidade de subida. Logo, à medida que um corpo sobe, sua velocidade diminui. Durante a descida, a aceleração da gravidade apresenta a mesma direção e sentido da velocidade, tornando o movimento do corpo acelerado. Nesse caso, sua velocidade aumenta com o decorrer do tempo.

É importante ressaltar que a massa de um objeto não influencia no tempo de queda livre quando esse movimento é realizado no vácuo. Sendo assim, uma pena e uma bola de boliche levariam o mesmo tempo de queda, partindo de

uma mesma altura. Caso queira mostrar essa situação aos estudantes, indique o vídeo recomendado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**, indicada ao final dos comentários deste tema. Isso não acontece, contudo, em quedas livres que ocorrem na natureza devido à resistência do ar. É possível demonstrar a resistência do ar soltando uma borracha e uma folha de caderno ao mesmo tempo, partindo de uma mesma altura. Os estudantes irão observar que a folha terá um tempo maior de queda.

Após o estudo dos tipos de movimentos apresentados no tema, é possível envolver os estudantes na investigação do tipo de movimento associado à situação representada em uma atividade prática. Veja mais informações na seção **Ampliando**.

### #FICA A DICA, Estudante!

- O vídeo a seguir mostra a queda de penas e de uma bola de boliche em uma câmara de vácuo. Para habilitar a legenda na língua portuguesa, selecione o ícone “detalhes” no canto inferior direito; clique em “legendas” e em “Português”. HUMAN Universe. Produção: BBC. Vídeo (4min41s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>. Acesso em: 6 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- Caso queira obter mais informações a respeito da nova definição do quilograma, acesse o *link* a seguir. POR QUE em 2019 1 kg já não pesará 1 kg? **BBC**, 16 nov. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41789539>. Acesso em: 6 set. 2020.

### Ampliando

Realize a atividade a seguir para que os estudantes investiguem o tipo de movimento a ela associado. Divida-os em grupos, possibilitando que desenvolvam algumas habilidades socioemocionais, como a colaboração, o diálogo e a comunicação. Desse modo, o trabalho em grupos pode permitir o desenvolvimento da **competência geral 9**.

Com antecedência, separe os seguintes materiais: garrafa PET de 1,5 L, régua, seringa, caneta de marcação, 1 L de óleo, copo contendo água e cronômetro. Para evitar a produção excessiva de resíduos, é possível utilizar óleo usado. Além disso, para evitar desperdícios, monte apenas um aparato para a atividade, conforme descrito a seguir. Desta forma, organize os grupos para que cada um deles colete dados por vez.

Para a montagem do aparato, preencha a garrafa PET com óleo de cozinha e faça marcações ao longo dela, distanciadas em 2 cm (as marcações devem começar 2 cm abaixo da superfície do óleo).

Para a realização da atividade, peça a cada grupo que pingue uma gota de água no interior da garrafa e cronometre o tempo despendido para que ela percorra cada marcação. Para facilitar a visualização da gota, podem-se utilizar corantes ali-

mentícios na água ou diluir suco em pó.

Com o tempo registrado, peça aos grupos que calculem a velocidade média da gota ao percorrer cada marcação da garrafa. Destaque que, como as marcações são separadas pela mesma distância (cerca de 2 cm), o deslocamento ( $\Delta s$ ) será o mesmo em todos os trechos. Após os cálculos, espera-se que os grupos concluam que o movimento realizado pela gota é uniforme.

Explique que isso é possível devido à força de resistência do óleo, que equilibra a força gravitacional. Desta maneira, a gota mantém sua velocidade constante, por inércia.

## TEMA 5 • A unidade básica da vida

Neste tema são trabalhados os seguintes conteúdos: características dos seres vivos, níveis de organização celular, tipos celulares e suas principais estruturas e organelas. Para a abordagem desses conteúdos, é importante que os estudantes saibam distinguir seres vivos da matéria não viva. Sugere-se que sejam realizados alguns questionamentos que possibilitam o levantamento de seus conhecimentos prévios a respeito do assunto, como:

- “Quais características são apresentadas exclusivamente por um ser vivo, ausentes na matéria viva?”. Há uma série de características que podem ser citadas, tais como a presença de células, de metabolismo, de ciclo de vida, a capacidade de responder a estímulos, a transmissão de material genético entre gerações, entre outras. Se desejar, anote as características mencionadas pelos estudantes no quadro, para que as confirmem conforme sejam apresentadas no estudo do tema. Neste momento, é importante verificar se eles mencionam a presença das células, que serão trabalhadas com maiores detalhes.
- Quais características são compartilhadas entre os seres vivos e os componentes não vivos?”. Neste momento, não é esperado que eles listem uma série de características, mas é possível que citem que ambos são constituídos por matéria e, conseqüentemente, por átomos – conforme estudado no **Tema 1** desta Unidade.

Antes de introduzir o tema, questione os estudantes sobre o significado que atribuem ao termo “vida”. É possível que apresentem significados distintos, considerando suas vivências pessoais, suas religiões ou conhecimentos científicos. Na Ciência, a vida costuma ser entendida em oposição à matéria não viva. Os seres vivos são definidos com base em suas características exclusivas, não apresentadas pela matéria não viva, considerando estudos e evidências científicas.

Diversas religiões não costumam definir a vida, mas atribuir sentidos e propósitos existenciais a ela. A religião, diferentemente da Ciência, não se baseia em fatos e evidências, mas na fé dos indivíduos; ela faz parte dos aspectos culturais dos diversos grupos existentes na sociedade humana. Todas as religiões devem ser respeitadas, pois constituem manifestações da cultura de um grupo social, conforme apontado pela **competência geral 3**.

Na abertura do tema, informe os estudantes que, em uma amostra de água do mar, são encontrados seres vivos que não podem ser visualizados a olho nu em razão

de sua dimensão microscópica. Propomos uma atividade similar na seção **Oficina científica**, na qual os estudantes poderão observar a diversidade de seres vivos existentes em uma gota de água. Se desejar, é possível realizá-la antes de introduzir o tema, de modo a instigar o interesse dos estudantes neste estudo.

Na fotografia da abertura do tema, é possível visualizar seres vivos que formam o plâncton. Explique aos estudantes que o plâncton corresponde aos organismos de dimensões microscópicas que vivem suspensos na coluna d'água, sendo levado conforme o movimento das correntezas. O plâncton pode ser dividido em zooplâncton (não fotossintetizante) e fitoplâncton (fotossintetizante).

[...]

O fitoplâncton inclui a grande maioria dos autótrofos marinhos, compostos por algas unicelulares e que possuem a capacidade da fotossíntese. Algumas bactérias e algas azuis também são incluídas entre o fitoplâncton.

Normalmente, em coletas realizadas por redes de plâncton, observa-se o predomínio de dois grupos, diatomáceas e dinoflagelados. Apesar do pequeno tamanho, organismos do picoplâncton, são reconhecidos hoje em dia também como de grande importância para a produção primária

[...]

O zooplâncton inclui o componente heterotrófico do plâncton. Isto é, requer substrato orgânico, ao invés de inorgânico para obtenção da energia química para sintetizar o material do seu corpo. Basicamente são conhecidos quatro tipos de organismos quanto à forma de obtenção de energia: herbívoros, carnívoros, detritívoros e onívoros.

Geralmente os organismos do zooplâncton são divididos em duas categorias, de acordo com o tempo de residência na comunidade planctônica: o *holoplâncton* (ou plâncton permanente) que possui todo o ciclo de vida na forma planctônica, e o *meroplâncton* que é residente temporário da comunidade planctônica. Excluindo-se os protozoários, existem cerca de 5 000 espécies de zooplâncton holoplanctônico, representando diferentes grupos taxonômicos de invertebrados.

KATSURAGAWA, M. Plâncton. **Instituto Oceanográfico**. Disponível em: <http://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/29-portugues/publicacoes/series-divulgacao/vida-e-biodiversidade/809-plancton.html>. Acesso em: 6 set. 2020.

Se considerar interessante, explique aos estudantes, ao mencionar a teoria celular, que, com o passar do tempo e com o avanço dos estudos sobre as células, novos conhecimentos foram incorporados a ela, como: todos os seres vivos são formados por células, cujos número, forma e função podem variar; no interior das células ocorrem reações químicas, que constituem o metabolismo do ser vivo; uma célula somente se origina de outra célula e sua continuidade é mantida devido à transmissão de informações hereditárias.

## » Níveis de organização biológica

Diversos estudos fazem estimativas do número de seres vivos existentes na Terra. Os dados apresentados neste tema baseiam-se nos resultados apresentados pelo estudo Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: the Number of Species on Earth and the New Pie of Life (do inglês, "Predileção desordenada multiplicada e distribuída: o número de espécies da Terra e a nova torta da vida"), publicado no periódico *The Quarterly Review of Biology*, em setembro de 2017.

De acordo com esse estudo, as estimativas apontam para a existência de, pelo menos, 1 a 6 bilhões de seres vivos no planeta – considerando procaríotos e eucaríotos. Além disso, o estudo revela o percentual de seres vivos pertencen-

tes aos diferentes grupos (bactérias, protozoários, vegetais, fungos e animais), conforme mostrado no gráfico ao lado.

Segundo essas estimativas, aproximadamente 78% dos seres vivos que habitam a Terra pertenceriam ao grupo das bactérias – diferentemente do que vinha sendo apontado por estudos anteriores, que estimavam que a maior diversidade de vida estaria compreendida entre o grupo dos animais. Você encontra mais informações sobre esse assunto na seção **#FICA A DICA, Professor!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

Ao abordar os tecidos do corpo humano, se desejar, comente que, basicamente, eles podem ser divididos em quatro grupos: epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso. De modo geral, o tecido epitelial é responsável pelo revestimento das superfícies de órgãos e pela formação de glândulas. O tecido conjuntivo preenche os espaços entre os órgãos, dando suporte e elasticidade; também constitui as cartilagens, os ossos, o sangue e a gordura corporal. O tecido muscular forma os músculos e a parede de diversos órgãos, possibilitando movimentos contráteis. O tecido nervoso realiza a comunicação e o controle das funções do corpo. Caso os estudantes queiram saber mais sobre o assunto, sugira o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

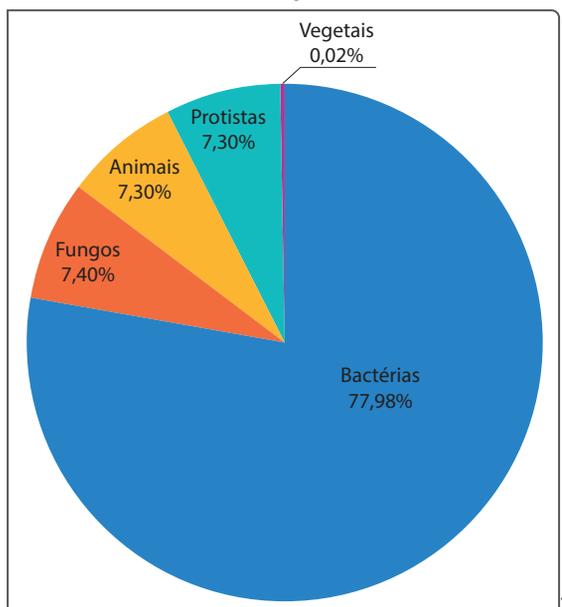
### » Características das células

Explique aos estudantes o movimento das moléculas que constituem as membranas celulares, o qual lhes conferem fluidez. No caso, a agregação das moléculas é mantida principalmente por interações hidrofílicas, que, por serem relativamente fracas, possibilitam que grande parte dos lipídios e algumas proteínas possam se mover lateralmente, no plano da membrana.

A figura que representa as estruturas que formam as membranas celulares foi simplificada. Se desejar, comente que, em muitas delas, existem carboidratos associados a proteínas, formando glicoproteínas, e a lipídios, formando glicolipídios – na face extracelular. Explique que, de modo geral, os carboidratos presentes nas membranas celulares realizam o reconhecimento celular (outras células) e molecular (toxinas, fármacos etc.).

Explique também que as proteínas transmembranas, ou integrais, possuem regiões hidrofílicas (de afinidade à água) e hidrofóbicas (de não afinidade à água), as quais lhes permitem ocupar ambas as camadas lipídicas.

### » Estimativa da diversidade de seres vivos ao redor do planeta



LARSEN, B. B.; MILLER, E. C.; RHODES, M. K.; WIENS, J.J. Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: the Number of Species on Earth and the New Pie of Life. **The Quarterly Review of Biology**, v. 92, n. 3, p. 229-265, 2017.

Comente que, além dos fosfolípidios, a membrana plasmática de animais contém grandes quantidades de colesterol. A presença de colesterol nas membranas reduz sua fluidez em temperaturas moderadas, mas, a baixas temperaturas, impede sua solidificação.

### » Tipos celulares

Ao explorar as células procariótica e eucariótica, explique que os ribossomos são organelas presentes nesses dois tipos de célula. Eles atuam na síntese proteica, na qual as informações contidas nas moléculas de DNA são transcritas em moléculas intermediárias de RNA (mensageiro), que são transportadas ao citoplasma da célula e constituem molde para a síntese de proteínas. Nesse processo, as subunidades dos ribossomos se unem à molécula de RNAm, e interpretam as informações genéticas. Se desejar, explique aos estudantes esse processo.

Em vez da apresentação de uma figura da estrutura de cada organela e da descrição de suas funções, optou-se por uma representação que mostrasse as organelas realizando suas funções, de modo integrado. Os números indicados na imagem não representam uma sequência de eventos, já que cada organela pode realizar suas funções concomitantemente a outras.

Se desejar, explique aos estudantes que os peroxissomos possuem enzimas capazes remover os átomos de hidrogênio de determinadas moléculas e os associar a moléculas de gás oxigênio ( $O_2$ ), produzindo peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) como subproduto – que, posteriormente, é transformado em água ( $H_2O$ ). As reações que realizam podem ter diversas funções. Por exemplo, em células hepáticas, os peroxissomos se desintoxicam do álcool e de outras substâncias ao realizarem a transferência do hidrogênio ao gás oxigênio. No retículo endoplasmático granular, a síntese proteica é realizada pelos ribossomos que se encontram aderidos a essa porção do retículo.

Comente que o retículo endoplasmático agranular é comumente encontrado em células de funções específicas, como do fígado e do rim (relacionado à eliminação de compostos tóxicos ao organismo, como álcool, conservantes e agrotóxicos, processo denominado desintoxicação) e dos músculos esqueléticos (relacionado ao armazenamento de cálcio).

Os lisossomos realizam a reciclagem de materiais da própria célula, como das organelas citoplasmáticas. Se desejar, explique aos estudantes que as partículas englobadas pelas células são mantidas em vesículas denominadas vacúolo alimentar. Quando os lisossomos se fundem a ele e liberam enzimas digestivas em seu interior, ele passa a ser chamado de vacúolo digestivo.

Ao falar sobre as mitocôndrias, questione os estudantes sobre os tipos celulares em que elas são encontradas em maior quantidade, considerando a função que desempenham. Espera-se que eles deduzam que as mitocôndrias estão presentes em maior quantidade em células que possuem maior gasto energético. Como exemplos, cite as células musculares, responsáveis por promover a contração muscular, e as células nervosas, responsáveis pela transmissão de impulsos nervosos.

As mitocôndrias serão apresentadas com maiores detalhes na **Unidade 3** deste Volume, juntamente ao detalhamento da respiração celular.

Explique aos estudantes que as funções desempenhadas pelas organelas de células vegetais comuns às células animais são basicamente as mesmas. Por esse motivo, não foram apresentadas novamente.

Os cloroplastos serão apresentados com maiores detalhes na **Unidade 3** deste Volume, juntamente ao detalhamento da fotossíntese.

Oriente os estudantes a utilizar o simulador indicado no box **Espaços de aprendizagem**. Esse simulador possibilita a exploração das três dimensões da célula. Ao clicar em cada estrutura ou organela, sua representação é ampliada e um quadro traz informações sobre ela. Também é possível acessar as mesmas informações clicando nos tópicos localizados no canto superior esquerdo. Verifique a possibilidade de acessar o simulador com estudantes, na escola, caso ela disponibilize computadores que possam ser utilizados para aulas.

Para ampliar as possibilidades de aprendizado dos estudantes sobre células, recomendamos que realize a atividade proposta na seção **Ampliando**.

### » Oficina científica

Os objetivos desta oficina são:

- Construir um microscópio;
- Visualizar e identificar diferentes seres vivos em amostras de água coletadas de diferentes ambientes aquáticos a partir do microscópio construído.

Sugere-se que seja reservada uma aula do cronograma para a realização desta atividade. Para isso, é preciso estar com as amostras de água já coletadas (a coleta deve ser feita um dia antes, se possível), bem como providenciar um local que tenha uma parede branca (para projetar as imagens ampliadas) e no qual seja possível ficar com a luminosidade baixa (pois a claridade pode dificultar a visualização das imagens projetadas).

É preciso providenciar também um *laser pointer* (ou ponteira *laser*) cuja potência seja menor do que 5 mW, em concordância com os critérios de segurança do INMETRO. Existem algumas ponteiros cuja potência é menor que 1 mW – estas podem não funcionar para a atividade proposta devido à potência muito baixa.

A manipulação da ponteira *laser* deve ser feita de modo muito cauteloso. Oriente os estudantes a não brincar com esse objeto, pois o *laser* pode prejudicar a visão quando diretamente apontado aos olhos. É importante que somente você, professor(a), manipule a ponteira *laser*. Para saber mais sobre padrões de segurança dessas ponteiros, sugere-se a leitura indicada na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

A coleta de amostras de água também deve ser feita com cuidado. Ela pode ser realizada por você, professor(a), de modo a garantir que elas sejam feitas em ambientes seguros. Caso opte que a coleta seja feita pelos estudantes, oriente-os a obter a amostra de água de ambientes seguros, sem risco de contaminação por substâncias tóxicas. Oriente-os a usar luvas e a acondicionar a água em recipiente que possa ser devidamente vedado, para evitar vazamentos.

É interessante obter amostras de água de diferentes ambientes aquáticos ou corpos d'água, o que possibilita a visualização de uma maior diversidade de microrganismos. É possível que os estudantes não sejam capazes de visualizar microrganismos na gota de água de alguma amostra coletada. Caso isso ocorra, diga-lhes que isso não significa que eles não estejam presentes no corpo d'água de origem. Projete outras gotas de água desta amostra para que tentem verificá-los.

Se desejar, oriente os estudantes a elaborar um relatório sobre essa atividade, registrando os resultados observados por meio de desenhos dos seres vivos que foram visualizados. Esse relatório pode ser utilizado para avaliar a participação dos estudantes na atividade.

### #FICA A DICA, Estudante!

- Para aprofundar os estudos sobre os tecidos do corpo humano, sugere-se o *link* a seguir. TECIDOS, órgão e sistemas de órgão. **Khan Academy**. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/body-structure-and-homeostasis/a/tissues-organs-organ-systems>. Acesso em: 6 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- Caso queira obter mais informações sobre a estimativa do número de seres vivos existentes no planeta, realize a leitura do artigo na íntegra. LARSEN, B. B. *et al.* Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: the Number of Species on Earth and the New Pie of Life. **The Quarterly Review of Biology**, v. 92, n. 3, p. 229-265, 2017.
- Para mais informações sobre os padrões de segurança do *laser*, acesse o *link* a seguir. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Programa de análise de produtos. **Relatório da análise de apontadores a laser**. Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio\\_canetas\\_laser.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio_canetas_laser.pdf). Acesso em: 6 set. 2020.

### Ampliando

Para trabalhar as habilidades manuais e exercer a criatividade dos estudantes, sugerimos a confecção de modelos didáticos sobre as células. A construção de modelos, neste caso, representa uma forma de participar de uma produção artística, conforme previsto na **competência geral 4**.

Os modelos podem ser feitos com materiais recicláveis, como jornais, revistas, papéis e papelão, e materiais escolares, como canetas, lápis de cor, giz de cera, tinta, tesoura e cola.

Eles podem ser produzidos individualmente ou em grupos. Quando se opta pelos grupos, propicia-se o desenvolvimento de uma série de habilidades socioemocionais, tais como a capacidade de liderança, a divisão de tarefas, a comunicação e o trabalho em equipe. Parte dessas habilidades, como o diálogo e a cooperação, estão previstas na **competência geral 9**. A confecção dos modelos pode ser feita

em uma aula específica, destinada à atividade; ao final de várias aulas; ou em casa. Quando finalizados, os modelos podem ser expostos à comunidade escolar.

Considere a possibilidade de usar essa atividade para avaliar os estudantes sobre o conteúdo deste tema.

## Integrando com... Matemática e suas Tecnologias

Essa seção possibilita uma integração com a área de Matemática e suas Tecnologias por abordar a notação científica a partir de uma situação cotidiana, relacionada ao espirro e à eliminação de agentes infecciosos, no caso, o vírus SARS-CoV-2. Além disso, permite usar a notação científica para expressar medidas, assunto abordado na área de Matemática. Verifique a possibilidade de trabalhar a seção com o(a) professor(a) da área de Matemática da escola.

Segundo MADINGAN:

[...]

Inúmeras gotículas de umidade são expelidas durante o espirro [...]. Cada gotícula infecciosa apresenta um diâmetro aproximado de 10  $\mu$ m, podendo conter uma ou duas células microbianas ou vírions. A velocidade inicial da gotícula é de cerca de 100 m/s (mais de 325 km/h) em um espirro violento, e varia de 15 a 50 m/s durante a tosse ou um grito. O número de bactérias presentes em um único espirro varia de 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup>, e o número de vírus pode ser muito maior que isso. Devido ao pequeno tamanho, as gotículas úmidas evaporam rapidamente no ar, deixando núcleos de matéria orgânica e muco seco, aos quais as bactérias permanecem ligadas.

[...]

MADINGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 854.

A informação a respeito do diâmetro do SARS-CoV-2 foi obtida do seguinte artigo: CASCELLA, M. et al. Features, evaluation, and treatment of coronavirus (covid-19). **NCBI**. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>. Acesso em: 6 set. 2020.

Comente com os estudantes que o vírus SARS-CoV-2 (coronavírus) pode levar a uma infecção viral respiratória, denominada covid-19. Apresente-lhes mais informações sobre ela, conforme discutiremos a seguir. Contudo, é importante destacar que, como a doença é nova, diversos estudos ainda estão sendo desenvolvidos para conhecer, com maiores detalhes, suas formas de transmissão, seus sintomas, possíveis tratamentos, entre outros aspectos.

A covid-19 tornou-se uma pandemia no ano de 2020, no qual milhões de pessoas ao redor do mundo foram infectadas e até setembro deste mesmo ano, mais de 925 000 pessoas morreram. Sabe-se que sua transmissão ocorre pelo contato direto ou indireto com gotículas de muco contaminadas pelo vírus, eliminadas durante o espirro ou a tosse. Outra possível forma de transmissão é juntamente às gotículas de saliva eliminadas durante a fala. Entre os sintomas mais comuns, estão: tosse, febre, coriza e dor de garganta. Em casos mais graves, pode ocorrer dificuldade para respirar e insuficiência renal. Até o fim do primeiro semestre de 2020, não existia tratamento eficaz conhecido. Normalmente, tratam-se os sintomas graves

da doença. Em quadros de insuficiência respiratória, o paciente deve ser mantido com respiradores mecânicos.

Além de vacinas, outras recomendações para a prevenção de doenças, como no caso da covid-19, são: lavar as mãos corretamente, com uso de água e sabão; higienizar as mãos, com uso de álcool em gel 70%; evitar tocar as mucosas da boca, do nariz e dos olhos; não compartilhar objetos de uso pessoal; evitar locais aglomerados e fechados, dando preferência a locais arejados e bem ventilados; indivíduos infectados devem utilizar máscaras específicas. Em meio à pandemia, o uso de máscaras por indivíduos sadios tornou-se obrigatório em diversas cidades/estados/países. Essas são as medidas de higiene recomendadas por diversos órgãos de saúde.

Para mais informações a respeito da covid-19, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Se desejar, comente com os estudantes sobre os impactos econômicos mundiais provocados pela pandemia. Diga a eles que o isolamento social adotado como medida para evitar a propagação do vírus por diversos países, impediu, por determinado período, a realização de importações e exportações; a abertura do comércio, com exceção de supermercados e farmácias; o trabalho presencial etc. Tudo isso afetou a economia dos países. No Brasil, houve um grande aumento no índice de desemprego.

Contudo, o isolamento social reduziu a emissão de gases poluentes na atmosfera ao minimizar a circulação de veículos nos centros urbanos; aumentou as vendas por meio do comércio eletrônico (*e-commerce*), incentivando diversas lojas e empresas a adotar essa prática.

Aproveite para comentar com os estudantes que a veiculação de *fake news* durante a pandemia foi muito grande. Ressalte a importância da confiabilidade das fontes de pesquisa. Diga a eles que, ao acessarem reportagens e notícias, é interessante que confirmem os conteúdos veiculados em diferentes *sites*, para verificar se houve distorção de informações em algum deles. Também é importante que observem se o conteúdo foi retirado de um estudo científico que possa ser acessado. Para evitar a propagação de *fake news*, explique que informações de caráter duvidoso não devem ser ressaltadas. Informe quanto à existência de uma plataforma on-line do Ministério da Saúde disponibilizada para a verificação da veracidade de notícias virais, indicada na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

### #FICA A DICA, Estudante!

- Acesse o *link* a seguir para obter mais informações sobre como verificar a veracidade de informações que se tornam virais. BRASIL. Ministério da Saúde. **1 ano saúde sem fake news**. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/fakenews>. Acesso em: 6 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- O *link* a seguir traz diversas informações sobre a covid-19. Caso queira obter mais dados sobre essa doença, acesse-o. CORONAVÍRUS BRASIL. **Painel coronavírus**. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 6 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 (Átomos): 5 aulas;
- Tema 2 (Elementos químicos e tabela periódica): 6 aulas;
- Tema 3 (Ligações químicas): 6 aulas;
- Tema 4 (Interações intermoleculares): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi proposta 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, 3, 5, 7 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competências específicas:** 1 e 3

**Habilidades:** EM13CNT104, EM13CNT303, EM13CNT304

Esta Unidade propicia o estudo de algumas características e propriedades da matéria. Ao longo dela são apresentados fenômenos naturais e processos tecnológicos a elas associados, o que permite mobilização de habilidades para o desenvolvimento da **competência específica 1**. Em alguns momentos da Unidade, é solicitado que aos estudantes que mobilizem habilidades de investigação em situações-problema e avaliem a aplicação dos conhecimentos científicos na sociedade, permitindo, portanto, o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** proporciona o estudo dos átomos a partir da sua modelização ao longo do tempo. São apresentados os entendimentos de filósofos gregos em relação ao átomo, além dos modelos propostos por diferentes cientistas. Também são abordadas algumas características dos elementos químicos. 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 durante a abordagem das ondas eletromagnéticas, emitidas pelos elétrons durante os saltos quânticos de camadas mais energéticas para camadas menos energéticas da eletrosfera.

Ao possibilitar o estudo do átomo a partir das proposições feitas ao longo do tempo por filósofos e pela comunidade científica, é possível valorizar e utilizar os conhecimentos que foram historicamente construídos sobre o mundo físico para entender e explicar a realidade, o que permite o desenvolvimento da **competência geral 1**.

O **Tema 2** aprofunda o estudo dos elementos químicos e de sua organização na tabela periódica. Com base nas características dos elementos químicos, são destacadas algumas propriedades periódicas. Esse estudo também apresenta como se dá a formação de íons. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

O estudo do tema permite o desenvolvimento da **competência geral 5** ao solicitar aos estudantes que ampliem seus estudos utilizando uma tabela periódica interativa disponibilizada na internet. Ou seja, eles poderão usar tecnologias digitais para a produção de conhecimento.

Na abertura deste tema, são apresentados super-heróis presentes em histórias em quadrinhos e, eventualmente, em desenhos e filmes. O trabalho com o assunto é uma oportunidade para desenvolver a **competência geral 3**, incentivando a valorização das diversas produções artísticas de nossa sociedade.

Além disso, na atividade **6** da seção **Atividades** deste tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT303**, em que os estudantes são desafiados a interpretar um texto de divulgação científica que trata de assuntos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. É possível ampliar a abordagem da habilidade utilizando a referência do texto citado na atividade para discussão sobre a confiabilidade das fontes de pesquisa. Ressalte que o texto foi obtido de um artigo científico publicado em periódico, uma fonte confiável de informações. No caso, artigos científicos comunicam resultados de pesquisas e, para serem publicados, são avaliados por outros pesquisadores que compõem o corpo editorial do periódico.

O **Tema 3** introduz as ligações químicas ao estudo da matéria. São apresentadas a ligação iônica, a ligação molecular e a ligação metálica. Cada tipo de ligação é exemplificado a partir de moléculas presentes no cotidiano dos estudantes, de modo a contextualizá-las na sua realidade. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

Este tema permite o desenvolvimento da **competência geral 5**, uma vez que permite que os estudantes utilizem um simulador digital para construir moléculas, aprofundando seus estudos sobre suas estruturas. Ou seja, tecnologias digitais podem ser utilizadas para a produção de conhecimento.

O **Tema 4** apresenta as interações moleculares dipolo induzido, dipolo permanente e ligações de hidrogênio. Aborda-se, também, a miscibilidade das moléculas, baseando-se em sua polaridade. Neste contexto, apresenta-se o mecanismo de ação do sabão, destacando a importância de lavar às mãos como um cuidado básico voltado à manutenção da saúde. Sugere-se que este tema seja conduzido prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Biologia durante a abordagem da importância de se lavar as mãos, aproveitando o contexto da pandemia da covid-19, na qual este cuidado foi enfatizado como importante medida preventiva.

Em uma das atividades do box **Saiba mais** deste tema, é solicitado aos estudantes que redijam um texto ou gravem um vídeo que possa ser compartilhado em mídias sociais sobre a eficácia de se lavar as mãos com água e sabão. Auxilie-os, se necessário, na compreensão e utilização de tecnologias digitais, para que

possam criar apresentações dinâmicas e as compartilhar tanto na sala quanto na internet, por meio de um *site* da escola, *blog* da turma, ou rede social, permitindo o desenvolvimento da **competência geral 5**. A ação de pesquisar e apresentar informações relativas ao tema contemporâneo saúde representa um modo de agir pessoal e coletivamente na sociedade com fundamentação em princípios solidários, como indica a **competência geral 10**.

Na seção **Falando de...**, são apresentados alguns aspectos relacionados ao uso de agrotóxicos, como seus efeitos no ambiente e na saúde. É possível que os estudantes avaliem os benefícios e os riscos associados ao uso desses produtos químicos, considerando, de um lado, o controle exercido contra pragas agrícolas e, de outro, sua toxicidade, além de se posicionar criticamente sobre seu uso, como contempla a habilidade **EM13CNT104**.

A atividade **1** desta seção incentiva os estudantes a debater, em grupos, aspectos positivos e negativos relacionados ao uso de agrotóxicos, e a se posicionarem favorável ou contrariamente a essa prática mediante exposição de argumentos consistentes. A argumentação para a defesa dos pontos de vista que promovam a consciência socioambiental é constituinte da **competência geral 7**, que pode ser desenvolvida a partir da mobilização da habilidade **EM13CNT304**, que indica a análise e o debate de situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no caso, o controle de pragas.

Ainda nesta seção, na atividade **2**, solicita-se aos estudantes que produzam cartazes para informar a população sobre a qualidade dos alimentos que estão ingerindo. Converse com um docente da área de Linguagens e suas Tecnologias sobre a possibilidade de trabalhar com os estudantes a construção destes cartazes de maneira artística, ou por meio de poemas, prosas, histórias em quadrinhos, entre outras linguagens, o que permite desenvolver a **competência geral 3**.

## Tema 1 • Átomos

Os conteúdos apresentados fornecem subsídios para o trabalho de outros assuntos que serão apresentados nesta Unidade e na **Unidade 3**, tais como ligações químicas, distribuição eletrônica, tabela periódica, reações químicas, entre outros.

Neste tema, são trabalhados os seguintes conteúdos: modelos atômicos, elementos químicos e isótopos. Ao iniciar a aula, é possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto promovendo alguns questionamentos, como:

- “O que são átomos?”. Neste momento, é possível que eles digam que os átomos são a unidade fundamental da matéria, ou que são partículas submicroscópicas, tal como apresentado na **Unidade 1**.
- “Todos os átomos são iguais?”. Avalie as respostas dos estudantes, solicitando que expliquem por que são ou não iguais, de acordo com suas concepções espontâneas. Os átomos de um mesmo elemento químico são semelhantes, enquanto os de diferentes elementos químicos são diferentes.
- “O que são elementos químicos? Cite alguns exemplos”. Os elementos químicos são conjuntos de átomos que possuem características similares. Não é esperado

que os estudantes saibam defini-los neste momento. Anote no quadro a definição deles e os exemplos citados de elementos químicos. Quando esse conteúdo for estudado, solicite aos estudantes que corrijam a definição e os exemplos que apontaram inicialmente.

A abertura do tema conta com figuras de árvores. Apesar de serem distintas, elas se referem ao mesmo tema: uma árvore. A diferença entre elas está na complexidade de detalhes. Utilize esse recurso para comentar que os conhecimentos científicos também são construídos ao longo do tempo. Além de serem revistos e reestruturados, eles se tornam cada vez mais complexos e aprofundados. Isso é possível em razão do desenvolvimento dos diversos campos da Ciência e ao aprimoramento das tecnologias das quais a sociedade dispõe. Ou seja, mesmo que as primeiras proposições a respeito de um assunto/fenômeno estejam incorretas nos dias atuais, em termos científicos, elas foram importantes para a construção do corpo de conhecimentos que as sucederam.

### » Modelos atômicos

Explique aos estudantes que modelos são recursos imaginários baseados em evidências experimentais que tentam reproduzir uma realidade. Se desejar saber mais sobre a modelização na Ciência, leia o texto sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

Comente que existem alguns estudos que teriam tornado possível a visualização de átomos. Há uma reportagem sugerida na seção **#FICA A DICA, Professor!** que apresenta a fotografia de uma molécula feita por um laboratório de pesquisa localizado nos Estados Unidos. Caso queira saber mais sobre o assunto, sugere-se a leitura dessa reportagem.

Comente com os estudantes que Dalton criou o primeiro modelo atômico científico e alguns postulados a ele relacionados. Explique aos estudantes que postulados são afirmações aceitas, coerentes com resultados experimentais conhecidos. No caso, ele se baseou nas leis ponderais de Lavoisier (conservação das massas) e de Proust (proporções constantes). O modelo de Dalton ficou conhecido por “bola de bilhar”. Caso queira saber mais sobre a elaboração do modelo atômico de Dalton, leia o artigo sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Para aprofundar a abordagem sobre o modelo atômico de Thomson, explique aos estudantes que Thomson descobriu a primeira partícula subatômica (o elétron). Desta forma, o átomo deixou de ser considerado indivisível, como propunha Dalton. A partir dos experimentos com raios catódicos realizados por William Crookes, Thomson observou que as partículas emitidas eram atraídas pelo polo positivo dos ímãs. Devido à atração, Thomson deduziu que o elétron tinha carga negativa. O modelo atômico de Thomson ficou conhecido por “pudim de passas”. Contudo, essa analogia não foi originalmente proposta por ele.

Ao comentar sobre os fogos de artifício, apresentados como exemplo da liberação de energia na forma de ondas eletromagnéticas durante o salto quântico dos elétrons, recomende aos estudantes o vídeo sugerido na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

Para mais informações sobre outros modelos atômicos, acesse o *link* indicado do **#FICA A DICA, Professor!**.

O boxe **Saiba mais** explora as cores, a visão e as chamas. Ao abordá-lo, é possível comentar sobre o teste de coloração de chamas. Para tanto, explique aos estudantes o que são íons. Escreva no quadro alguns íons positivos e negativos, como:  $\text{Na}^+$  (íon sódio),  $\text{Cl}^-$  (íon cloreto),  $\text{Mg}^{2+}$  (íon magnésio),  $\text{O}^{2-}$  (íon oxigênio). Pergunte se eles sabem o significado dos sinais positivo (+) e negativo (-). Espera-se que os estudantes deduzam que esses sinais indicam as cargas dos íons. Complemente explicando-lhes que um átomo é considerado neutro quando o número de prótons (carga +) for igual ao número de elétrons (carga -). Já os íons são átomos desequilibrados, pois apresentam número excedente ou faltante de elétrons. Diga-lhes que os íons podem ser classificados em cátions e ânions.

Cátion: íon positivo (+): átomo que perdeu elétron(s). Exemplos:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

Ânion: íon negativo (-): átomo que recebeu elétron(s). Exemplos:  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Explique aos estudantes que o teste de coloração de chama é um procedimento utilizado na Química para detectar a presença de alguns íons metálicos, a partir da análise do espectro de emissão de luz visível, que é característico para cada elemento químico. Este teste fornece informações qualitativas (ou seja, o resultado relata apenas a presença ou não) sobre a proporção dos elementos na amostra e, por isso, outras técnicas são necessárias para especificar a quantidade de íons presente na amostra (como a fotometria de chama ou espectroscopia de emissão).

Se considerar viável e relevante, você pode fazer o experimento do teste de coloração de chama com os estudantes. Há uma sugestão de como fazê-lo na seção **#FICA A DICA, Professor!**. Caso opte por realizar o experimento, atente-se aos cuidados com a manipulação da chama. Esta etapa deve ser feita por você, professor(a). É importante manter os estudantes a uma distância de segurança, evitando acidentes.

## » Elementos químicos e algumas propriedades dos átomos

Ressalte que cada elemento químico é composto por três partículas fundamentais e representado por um símbolo. Este símbolo é a abreviação do seu nome latino ou grego, em que a primeira letra deve estar em maiúsculo, e, quando presente, a segunda letra é escrita em minúsculo. Este padrão de representação dos elementos químicos é universal. Um exemplo é o sódio, representado pelo símbolo Na (do latim, *Natrium*).

Após o trabalho com os isótopos, se desejar, comente que existem ainda outros tipos de igualdades, quando se compara os átomos, como os isóbaros, os isótonos e as espécies isoeletrônicas.

Os isóbaros são átomos de diferentes elementos químicos (diferentes Z) que apresentam o mesmo número de massa (A) e diferente quantidade de nêutrons (n). Exemplo:  ${}^{14}_6\text{C}$  e  ${}^{14}_7\text{N}$ ;  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  e  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ .

Os isótonos são átomos de diferentes elementos químicos (diferentes Z) que apresentam diferente número de massa (A) e mesma quantidade de nêutrons. Exemplos:  ${}^3_1\text{H}$  e  ${}^4_2\text{He}$  (n = 2);  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$  e  ${}^{28}_{14}\text{Si}$  (n = 14).

As espécies isoeletrônicas são espécies químicas – átomos, cátions ou ânions – que possuem o mesmo número de elétrons. Um átomo de determinado elemento químico pode ser isoeletrônico de vários íons de elementos químicos diferentes. Exemplo:  $_{11}\text{Na}^+$ ,  $_{10}\text{Ne}$ ,  $_{9}\text{F}^-$ ,  $_{8}\text{O}^{2-}$  (todos possuem dez elétrons).

### #FICA A DICA, Estudante!

- O vídeo a seguir apresenta a química associada aos fogos de artifício. Conselho Federal de Química. A QUÍMICA nos fogos de artifício. Vídeo (2min27s). Publicado pelo canal do Conselho Federal de Química. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MkElftjOlR4>. Acesso em: 6 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- O *link* a seguir apresenta um artigo teórico sobre modelos na Ciência. SILVA, F. S. da; CATELLI, F. Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n. 4, 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172019000400702](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172019000400702). Acesso em: 6 set. 2020.
- A reportagem mostra a fotografia de uma molécula e descreve como essa imagem foi obtida por um grupo de pesquisadores. Para habilitar a tradução para a língua portuguesa, clique no primeiro ícone localizado no canto direito da barra de endereços e selecione “Português”. LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY. **First-ever high-resolution images of a molecule as it breaks and reforms chemical bonds**. Disponível em: <https://phys.org/news/2013-05-first-ever-high-resolution-images-molecule-reforms.html>. Acesso em: 6 set. 2020.
- O artigo fornece informações de como se deu a elaboração do modelo atômico de John Dalton (1766 - 1844). VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. **Química Nova na Escola**, n. 7, dez. 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/07/a03.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.
- Caso queira comentar com os estudantes outros modelos atômicos, como o de Sommerfeld e o de Erwin Schrodinger (modelo atômico atual), acesse o *link* a seguir. UNIVESP. **A evolução do modelo atômico**. Disponível em: <https://apps.univesp.br/evolucao-do-modelo-atomico>. Acesso em: 6 set. 2020.
- Para fazer o teste de coloração de chama, verifique o *link* a seguir. GRACETTO, A. C.; HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O. Combustão, chamas e teste de chamas para cátions: proposta de experimento. **Química Nova na Escola**, n. 23, maio 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a11.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

## Tema 2 • Elementos químicos e tabela periódica

Neste tema, são trabalhados os seguintes conteúdos: estrutura e organização da tabela periódica, propriedades periódicas, características dos elementos químicos, organização dos elétrons na eletrosfera e distribuição eletrônica, além da formação de íons. Para abordar estes conteúdos, é importante e necessário que os estudantes já tenham estudado os modelos atômicos, apresentados no tema anterior, e que conheçam os conceitos de elemento químico, número atômico, número de massa e isótopos.

Para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, sugere-se a realização de algumas questões, como:

- “O que é periodicidade?”. É possível que muitos associem o termo à “período”. Verifique se apontam que a periodicidade está relacionada à repetição em intervalos regulares, ou seja, com frequência. Aproveite para solicitar a eles que exemplifiquem algo periódico. Possíveis respostas seriam a semana, que ocorre com intervalo de 7 dias; o dia, que ocorre com intervalo de aproximadamente 24 horas; entre outras situações.

A abertura deste tema apresenta o Homem de Ferro, um personagem criado em histórias em quadrinhos que leva o nome de um dos elementos químicos presentes em diversos materiais que utilizamos no cotidiano: o ferro. Diga aos estudantes que o ferro é amplamente utilizado para a produção do aço, uma liga metálica formada por ferro e carbono, utilizada na construção civil.

### » A tabela periódica atual

Antes de trabalhar o conteúdo da tabela periódica, converse com os estudantes sobre organização. Pergunte como os livros são organizados em uma biblioteca. É possível que apontem que, numa biblioteca, para facilitar a organização e a localização dos livros, eles são dispostos em prateleiras ou estantes, as quais são divididas em seções por assuntos ou disciplinas (por exemplo, Ciências, Literatura, Direito etc.). Aproveite para dizer que elas podem ter outras subdivisões mais específicas, como a ordem alfabética dos autores que as produziram, o ano de publicação das obras, entre outros critérios, que permitem que sejam gerados códigos de identificação para o controle do acervo.

A partir deste contexto inicial, comente que a tabela periódica representa uma forma de organização dos elementos químicos. Explique que o conhecimento sobre essa tabela, a partir da compreensão do modo como ela está organizada, permite aos estudantes conhecer as propriedades dos elementos químicos presentes em materiais de seu cotidiano. Além disso, é possível ressaltar a importância dela para a Química, de modo geral, pois permite a compreensão de outros inúmeros assuntos, tais como ligação química, reações químicas e balanceamento, a formação das biomoléculas, entre outros.

Se desejar, ao abordar a tabela periódica, incentive os estudantes a assistir ao vídeo sugerido na seção **#FICA A DICA, Estudante!**, localizada ao final dos comentários deste tema. Esse vídeo conta um histórico das tentativas de se organizar os elementos químicos, que na época era um grande desafio para os químicos. Um texto de ampliação também é disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**, caso queira saber mais sobre o assunto.

Peça aos estudantes que acessem o *link* disponibilizado no box **Espaços de aprendizagem** para ampliar seu aprendizado sobre os elementos químicos e suas características. Para isso, basta passar o cursor do *mouse* sobre os elementos que suas informações são mostradas no canto esquerdo da tela.

### » **A tabela periódica e a distribuição eletrônica**

Na introdução desse tema, resalte que Linus Pauling foi tão importante para a ciência e para a compreensão do átomo que ele recebeu dois Prêmios Nobel, um de Química e um da Paz, sendo que o da Paz deveu-se ao fato de este cientista ser contra testes nucleares. Se quiser saber mais sobre Pauling, sua trajetória acadêmica e seus prêmios, veja a seção **#FICA A DICA, Professor!**.

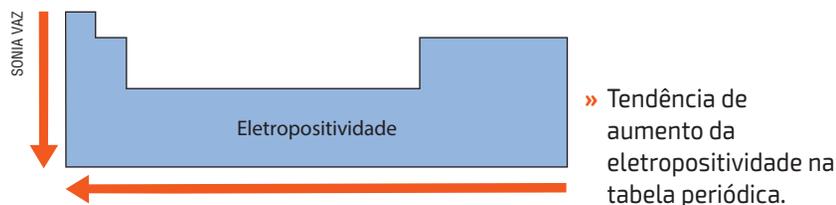
### » **Formação de íons**

Oriente os estudantes a utilizar o simulador indicado no box **Espaços de aprendizagem**. Informe-os para selecionarem a opção “Átomos”. Então, diga para que pressionem e arrastem os círculos referentes aos prótons até a representação do núcleo do átomo. Neste momento, o elemento químico ao qual corresponde irá aparecer no canto esquerdo da tela. Por fim, diga para que arrastem os círculos referentes aos nêutrons até a representação do núcleo do átomo, e aos elétrons até a representação da eletrosfera, para formarem átomos neutros ou íons. Essas indicações irão aparecer no centro da tela.

### » **Propriedades periódicas dos elementos químicos**

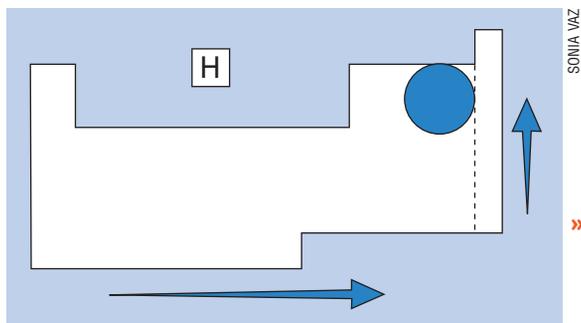
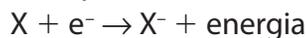
Os elementos químicos apresentam outras propriedades periódicas além das elencadas no livro do estudante. Se desejar, comente sobre a eletropositividade e a afinidade eletrônica, com base nas informações a seguir.

A eletropositividade ou caráter metálico é uma propriedade periódica contrária à eletronegatividade, sendo a tendência do átomo em ceder seus elétrons (e formar um cátion: +). Esta característica está presente nos elementos metálicos, que perdem seus elétrons com facilidade.



A eletroafinidade ou afinidade eletrônica é a energia liberada quando um átomo (isolado no estado gasoso e eletronegativo) recebe um elétron, formando um ânion. Quanto menor for o átomo, maior a sua capacidade em receber elétrons,

pois ele entra em uma situação mais estável e libera energia. Essa energia liberada é a afinidade eletrônica e pode ser representada do seguinte modo:



» Tendência de aumento da eletroafinidade na tabela periódica.

É possível destacar que os não metais são os elementos que apresentam maior afinidade eletrônica (sendo o flúor o maior de todos) e os gases nobres possuem afinidade nula, pois já são estáveis.

### #FICA A DICA, Estudante!

- Conheça a história da tabela periódica, dos primeiros modelos ao formato atual. Tabela Periódica. TUDO se transforma, história da química, tabela periódica. Vídeo (13min26s). Publicado no canal CCEAD PUC-Rio. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hvRnuMrDc14>. Acesso em: 6 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- Para mais informações sobre aspectos históricos relacionados à classificação dos elementos químicos na Tabela Periódica, leia o artigo a seguir. TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, n. 20, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v20n1/4922.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.
- Para saber mais sobre a trajetória de Linus Pauling, leia o texto disponibilizado no link a seguir. PARADOWSKI, R. J. Centenário de Linus Pauling (1901-2001). **Laboratório de Química do Estado Sólido**. Disponível em: [http://lqes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/lqes\\_cultural/lqes\\_cultural\\_cultura\\_quimica5-1.html](http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_cultural/lqes_cultural_cultura_quimica5-1.html). Acesso em: 6 set. 2020.

### Ampliando

Após o estudo do tema, solicite aos estudantes que formem grupos e pesquisem sobre um ou alguns elementos químicos, destacando suas propriedades e suas aplicações no cotidiano. A partir dos resultados encontrados, peça a eles que elaborem uma apresentação digital e que a exponham ao restante da turma. Essa atividade pode compor parte da avaliação dos estudantes sobre seu aprendizado deste conteúdo. O uso de tecnologias digitais para partilhar informações permite o desenvolvimento da **competência geral 5**.

## Tema 3 • Ligações químicas

Neste tema, são trabalhados os seguintes conteúdos: regra do octeto, ligações iônica, covalente e metálica, além das características dos compostos formados em cada tipo de ligação. Antes de iniciar o trabalho do tema, verifique os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto por meio de alguns questionamentos:

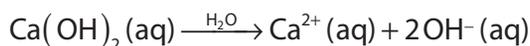
- “O que significa ligação?”. É esperado que eles respondam apontando sinônimos, como união, aproximação, conexão.
- “O tipo de ligação existente entre diferentes átomos é o mesmo para todas as moléculas?”. Possivelmente, os estudantes irão responder que não. Incentive-os a elaborar explicações para suas respostas, apontando como imaginam que se estabeleça uma ligação entre diferentes átomos. Pode-se também pedir a eles que registrem suas respostas no caderno e, posteriormente ao estudo do tema, que as verifiquem, corrigindo eventuais equívocos conceituais.

O tema se inicia com uma imagem que compara alimentos naturais e processados, que muitas vezes são confundidos com produtos “naturais” e produtos “químicos”. Enfatize para os estudantes que até os produtos naturais possuem química, pois são formados por átomos e moléculas, e os que erroneamente são chamados de “químicos” são produtos artificiais, que passam por algum processamento industrial.

### » Ligação iônica

Comente que os sais, os minérios e a maioria das rochas são formados por ligação iônica. Enfatize que todo composto que possui essa ligação é chamado de composto iônico. Em razão de essas ligações serem muito fortes, os compostos que a possuem são sólidos. Ressalte que este tipo de ligação ocorre com formação de íons de cargas opostas, os quais são formados por um metal (que doa elétrons e fica com carga positiva) e um ametal (que recebe elétrons e fica com carga negativa). Há, portanto, uma atração eletrostática entre elas.

Explique que a capacidade destes compostos em conduzir corrente elétrica se dá pela dissociação iônica, que ocorre na presença de água. É possível fornecer alguns exemplos no quadro, como os da dissociação iônica do cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ).



Comente que “s” representa a substância no estado sólido e que “aq” significa estado aquoso, ou seja, ela está dissolvida em água.

É importante ressaltar que os metais de transição apresentam cargas variadas e que, por isso, podem formar compostos com proporções diferentes de átomos: Exemplo:  $\text{FeO}$  (o ferro nesta situação tem carga +2) e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (o ferro aqui possui carga +3).

## » Ligação molecular (ou covalente)

Acrescente que as ligações covalentes são mais fracas do que as iônicas, podendo ser quebradas com mais facilidade, pois a força de atração entre os átomos é menor do que na iônica.

Comente que a modelagem molecular é uma abordagem bastante significativa nesta etapa da aprendizagem dos estudantes, permitindo que se familiarizem com as formas que as moléculas são apresentadas a eles. Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**, localizada ao final dos comentários deste tema.

É possível comentar que existem várias exceções à regra do octeto, ou seja, algumas moléculas são formadas pela ligação entre átomos que não completam os oito elétrons na camada de valência, e que ainda assim são estáveis. Se achar necessário, apresente aos estudantes alguns exemplos da retração do octeto, da expansão do octeto e de número ímpar de elétrons, com base nas informações a seguir.

A retração do octeto compreende os casos em que os elementos ficam estáveis com menos de oito elétrons na camada mais externa. São exemplos: o berílio (Be), o boro (B) e o alumínio (Al). O berílio compartilha dois elétrons da camada mais externa com outro elemento, como o cloro (Cl), por meio de ligações covalentes, ficando com quatro elétrons de valência. O boro estabiliza-se com seis elétrons na camada de valência, compartilhando seus pares eletrônicos com outros elementos, como o flúor (F). O alumínio, em determinados casos, possui elétrons com elevada energia de ionização e, em razão disso, faz três ligações covalentes simples com o cloro, por exemplo, ficando estável com seis elétrons.

A expansão do octeto compreende os casos em que elementos que se expandem e acomodam mais de oito elétrons em sua camada de valência. São exemplos: o fósforo (P) e o enxofre (S). O fósforo pode compartilhar seus cinco elétrons mais externos com átomos de cloro, formando cinco ligações simples. Assim, fica no total com dez elétrons de valência. O enxofre pode ficar com até doze elétrons em sua camada de valência, formando seis ligações covalentes simples com o flúor.

Em alguns casos, os radicais livres NO, NO<sub>2</sub> e ClO<sub>2</sub> podem ficar com um elétron desemparelhado, tornando-se moléculas extremamente instáveis e reativas.

## » Ligação metálica

Neste momento, é possível retomar o conteúdo referente a misturas homogêneas, estudado na **Unidade 1**, uma vez que as ligas metálicas compreendem um exemplo desse tipo de mistura. Apresente aos estudantes exemplos de ligas metálicas utilizadas pela sociedade, como o bronze, o aço e o ouro 18 quilates.

## #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre as representações das formas moleculares das substâncias e sobre modelagem molecular, acesse o *link* a seguir. SANTOS, H. F. dos. O conceito da modelagem molecular. **Química Nova na Escola**, n. 4, maio de 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/modelag.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

## Tema 4 • Interações intermoleculares

Neste tema, são trabalhados os seguintes conteúdos: polaridade das moléculas, forças intermoleculares, miscibilidade ou solubilidade das moléculas e a relação com a temperatura de fusão e de ebulição. Para o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes sobre as forças intermoleculares, faça alguns questionamentos, os quais poderão orientar o modo de trabalho com o conteúdo deste tema. Veja a seguir algumas sugestões:

- “O que são forças intermoleculares?”. É esperado que os estudantes apontem que são forças estabelecidas entre moléculas, devido ao próprio nome da expressão. Verifique outras eventuais respostas que demonstrem suas concepções espontâneas.
- “Considere que a temperatura de ebulição de um líquido (líquido A) seja 60 °C e que a temperatura de ebulição de outro líquido (líquido B) seja 110 °C. Em qual deles existe uma ligação mais forte entre suas moléculas?”. Peça aos estudantes que justifiquem suas respostas. Não é esperado que eles saibam responder neste momento, mas que reflitam sobre o assunto. Diga a eles que devido à maior temperatura de ebulição, pode-se concluir que a atração entre as moléculas que formam o líquido B é mais forte que as que foram o líquido A. Logo, é pertinente deduzir que, quanto maior for a força que atrai as moléculas que compõem uma substância, maior é a interação entre elas, portanto, maior será a temperatura de fusão e de ebulição da substância.

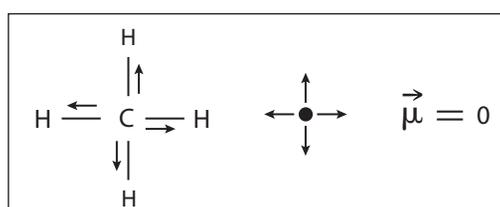
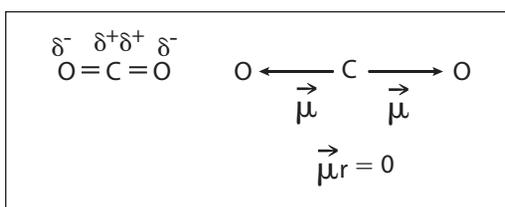
A imagem de abertura do tema evidencia o membro de uma lagartixa. Explore a discussão a respeito do fato de as lagartixas serem capazes de escalar superfícies, incentivando os estudantes a refletirem sobre essa habilidade.

Com relação à polaridade, se desejar, explique que, na ligação covalente, o par eletrônico compartilhado é disputado entre os átomos ligantes por meio da diferença de eletronegatividade de cada elemento. Estes pares eletrônicos, se forem deslocados por essa força, vão originar moléculas polares; caso o par eletrônico não seja deslocado, as moléculas serão apolares. Comente também que existem outras formas de verificar a polaridade das moléculas, como por meio da análise do momento dipolar resultante da molécula.

Apresentamos, a seguir, alguns exemplos de moléculas apolares e polares.

### Molécula apolar:

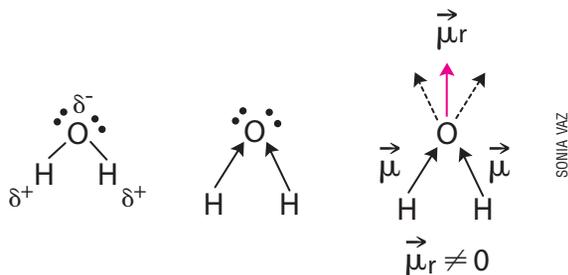
- Moléculas diatômicas formadas por ligações covalentes apolares e por elementos iguais. Exemplos:  $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ .
- Quando tiver mais ligantes: montar a geometria molecular e somar os momentos dipolares da molécula. Se a soma for nula (E dos vetores  $m = 0$ ) a molécula é apolar, ou seja, o átomo central não possui par de elétrons livres.



SONIA VAZ

**Molécula polar:**

- Moléculas diatômicas formadas por elementos químicos diferentes, em que um deles é mais eletronegativo, deslocando o par eletrônico (forma polos) H a molécula será polar. Exemplos:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ .
- Quando todos os ligantes forem iguais, deve-se montar a geometria da molécula e somar os momentos dipolares. Se a soma for diferente de zero (E dos vetores  $m \neq 0$ ) a molécula é polar. Ou, se sobrar par de elétrons livres ao redor do átomo central a molécula será polar.

**» Dipolo induzido**

Neste momento, retome a abertura deste tema, que apresenta a habilidade das lagartixas em caminhar em paredes. Explique que isso ocorre devido a atrações e repulsões de cargas opostas. No caso, o membro da lagartixa possui força de atração resultante do seguinte processo: isoladamente, as moléculas dos membros e dos substratos não apresentam um dipolo, ou seja, são apolares; mas, no momento em que se aproximam, as atrações ou repulsões eletrônicas entre seus elétrons e núcleos podem levar a uma deformação de suas nuvens eletrônicas, momentaneamente, originando polos positivos e negativos temporários.

Esse dipolo formado em uma molécula induz a formação do dipolo em outra molécula vizinha e, por isso, elas se atraem, mantendo-se grudadas ou unidas. Geralmente, essa força é fraca, mas, no caso da lagartixa, é diferente, pois seus membros contam com milhões de filamentos (cerdas) que se subdividem em milhares de estruturas com espessura de um décimo do diâmetro de um fio de cabelo, chamadas de espátulas. O fato de serem tão pequenas aumenta a área que fica em contato com a parede e multiplicado pelos milhares espátulas dos membros da lagartixa, as forças de Van der Waals produzem suficiente atração para segurar o peso desse animal.

Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o texto indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

**» Dipolo permanente**

Para que os estudantes percebam a diferença entre dipolo permanente e ligações de hidrogênio, peça para que comparem duas moléculas de mesma massa (46 g): o etanol e o metoximetano (éter). O etanol apresenta ligações de hidrogênio e sua temperatura de ebulição é maior que a do éter, que apresenta dipolo permanente. Esse exemplo demonstra que a força da interação de dipolo permanente é mais fraca que ligações de hidrogênio, sendo ambas moléculas polares.

## » Ligações de hidrogênio

Um exemplo importante de ligação de hidrogênio é na dupla-hélice do DNA, pois as duas fitas de nucleotídeos que compõem essa molécula são unidas por uma ligação forte, que ocorre entre suas bases nitrogenadas. No caso, a adenina (A) se liga à timina (T), e a guanina (G) se une à citosina (C). Neste momento, é possível convidar o(a) docente de Biologia para apresentar informações extras a respeito da estrutura do DNA e aprofundar o estudo do assunto.

A denominação das forças intermoleculares pode divergir entre alguns autores, porém as evidências químicas das polaridades moleculares explicam efetivamente o comportamento das substâncias conforme o tipo de interação. Para mais informações, veja a sugestão de leitura indicada na seção **#FICA A DICA, Professor!**

## » Temperatura de fusão e ebulição

Aproveite para explicar que substâncias formadas por hidrogênio e por elementos do mesmo grupo, como no caso da água, apresentam temperatura de ebulição atípica pela alta eletronegatividade dos primeiros elementos do grupo. Por exemplo, a água ( $H_2O$ ) apresenta ligações de hidrogênio, uma molécula altamente polar, enquanto o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), o seleneto de hidrogênio ( $H_2Se$ ) e o telureto de hidrogênio ( $H_2Te$ ) não apresentam tal polaridade. Peça aos estudantes que busquem na tabela periódica a massa dos elementos oxigênio (O), enxofre (S), selênio (Se) e telúrio (Te) e determinem a massa das moléculas citadas. É esperado que percebam que a massa da água é menor, porém as ligações de hidrogênio são responsáveis pela alta TE. As demais substâncias terão sua TE aumentada conforme a massa aumenta, e todas interagem por dipolo-dipolo.

## » Miscibilidade das moléculas

Se possível, verifique a disponibilidade do(a) docente de Biologia para trabalhar o boxe **Saiba mais** juntamente aos estudantes. Comente com eles sobre os tecidos que compõem a pele. Para tanto, utilize o material extra indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Além disso, reforce com eles a importância da lavagem das mãos, que deve ser feita sempre antes das refeições, antes e após transitar em locais públicos, antes e após ir ao banheiro, antes e após as refeições ou preparo de alimentos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), é preciso que as mãos sejam lavadas de 40 a 60 segundos para que o sabão tenha a eficácia necessária.

## #FICA A DICA, Professor!

- O texto disponível no *link* a seguir apresenta mais informações sobre a capacidade de lagartixas andarem sobre superfícies. LAISE, D.; BRACHT, F. Habilidosas patinhas. **eScience Unicamp**. Disponível em: <http://educacaoedifusao.iqm.unicamp.br/-/habilidosas-patinhas>. Acesso em: 6 set. 2020.
- Para saber mais sobre as interações intermoleculares e as propriedades das moléculas acesse o *link*. ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Química Nova na Escola**, n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/interac.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

- Para maiores informações sobre a histologia da pele, acesse o *link* a seguir. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. **Histologia interativa**. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/histologiainterativa/pele-e-anexos/>. Acesso em: 6 set. 2020.

## Falando de... agrotóxicos, saúde e ambiente

Essa seção apresenta alguns aspectos relacionados ao uso de agrotóxicos na agricultura, enfatizando os impactos à saúde e ao ambiente que podem provocar, sobretudo, quando utilizados de modo inadequado e exacerbado.

Ao apresentar a definição de agrotóxicos, explique aos estudantes que, qualquer substância, ou mistura de substâncias, que seja usada para prevenir ou controlar o crescimento de pragas que ocasionem doenças aos animais, incluindo os seres humanos, ou que danifiquem produtos agrícolas, interferindo em sua produção, processamento, armazenamento e distribuição, pode ser considerada um agrotóxico. Além dos inseticidas, fungicidas e herbicidas, diga a eles que existem outros tipos de agrotóxico com ação especializada, como: avicidas, especializados no combate de aves; acaricidas: especializados no combate de ácaros; algicidas: especializados no combate de algas; nematocidas: especializados no combate de nematoides; mouscicidas: especializados no combate de moluscos.

Ao mencionar a toxicidade dos agrotóxicos, se desejar, comente que eles podem ser classificados em: pouco tóxicos, mediamente tóxicos, altamente tóxicos e extremamente tóxicos. Essa classificação considera a dose letal do agrotóxico (DL50), ou seja, a dose em que 50% dos animais alvo são mortos quando testados em laboratório. Essa dosagem leva em conta a concentração da massa de agrotóxicos (em miligramas) pela massa corporal do animal (em quilogramas).

Classe toxicológica	Toxicidade	DL50 (mg/Kg)	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	≤ 5	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50	Amarela
III	Mediamente tóxico	Entre 50 e 500	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5000	Verde

PERES; MOREIRA (2003 apud BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). Disponível em: [http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc34\\_1/03-QS-02-11.pdf](http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf). Acesso em: 6 set. 2020.

A toxicidade dos agrotóxicos pode resultar em efeitos distintos no organismo humano. Ao comentar sobre ela, diga que, de modo geral, os efeitos tóxicos produzidos no organismo após uma ou múltiplas exposições em um curto período (como, ao longo de um dia) compreendem efeitos da exposição aguda; enquanto os efeitos tóxicos produzidos no organismo após repetidas exposições em um longo período (como, ao longo de alguns anos) compreendem efeitos da exposição crônica.

Caso queira saber mais sobre os agrotóxicos, leia o artigo indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### #FICA A DICA, Professor!

- O *link* a seguir traz diversas informações a respeito dos agrotóxicos. BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, fev. 2012. Disponível em: [http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc34\\_1/03-QS-02-11.pdf](http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf). Acesso em: 6 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 (Funções e reações químicas): 8 aulas;
- Tema 2 (Metabolismo celular): 8 aulas;
- Tema 3 (Sistemas respiratório, cardiovascular, digestório e o metabolismo): 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, 5, 8 e 9

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

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

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT104, EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT306

Esta Unidade propicia o estudo das transformações da matéria e da energia considerando, sobretudo, o metabolismo celular. Ao proporcionar o estudo de fenômenos naturais levando-se em conta as interações entre matéria e energia, é possível abordar a **competência específica 1**. Além disso, ao analisar o metabolismo energético dos seres vivos, pode-se identificar a dinâmica da vida e realizar previsões sobre o seu funcionamento, como indica a **competência geral 2**. Em alguns momentos da Unidade também é solicitado aos estudantes que investiguem situações-problema utilizando a linguagem e os procedimentos próprios das Ciências, ações importantes para o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em três temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** permite o estudo das leis ponderais que regem as reações químicas, além das funções inorgânicas, como ácidos, bases, sais e óxidos. Essas funções são apresentadas aos estudantes a partir de exemplos do cotidiano, de modo que eles contextualizem o conteúdo do tema à sua realidade. Sugere-se que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Biologia durante a abordagem das funções químicas, especificamente dos ácidos, fornecendo informações extras sobre seus efeitos no organismo humano.

Os conteúdos trabalhados neste tema permitem a análise das transformações da quantidade de matéria em situações cotidianas, de modo que os estudantes sejam capazes de realizar previsões sobre elas, permitindo a abordagem da habilidade **EM13CNT101**.

Além disso, ao avaliarem benefícios e riscos à saúde e ao ambiente proporcionados por diferentes produtos, considerando as propriedades das funções inorgânicas, os estudantes exercem ações importantes para a mobilização da habilidade **EM13CNT104**. Essa mesma habilidade pode ser mobilizada na atividade **4** da seção **Atividades** deste tema, na qual os estudantes analisam os efeitos corrosivos de ácidos e apontam procedimentos adequados para seu descarte. Nesta mesma atividade, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT306** por meio da avaliação dos riscos envolvidos em laboratórios decorrentes do uso de funções químicas, como os ácidos, para justificar a importância de se adotar equipamentos de proteção. O cuidar da saúde física é uma ação presente na **competência geral 8**.

No estudo deste tema, que conta com um breve contexto histórico associado à formulação das leis ponderais, os estudantes são incentivados a valorizar o conhecimento historicamente construído para entender e explicar o mundo físico por meio de reações químicas, desenvolvendo assim a **competência geral 1**.

O tema sugere o uso de um simulador digital para aprofundar o aprendizado dos estudantes sobre balanceamento de equações químicas, o que lhes permite compreender e utilizar tecnologias digitais para produzir conhecimentos, auxiliando no desenvolvimento da **competência geral 5**.

O **Tema 2** aborda o metabolismo celular, destacando os processos que envolvem transformações de matéria e de energia no interior das células. São apresentados processos catabólicos e anabólicos presentes no metabolismo de diferentes seres vivos. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**. O tema possibilita uma ação integrada com o(a) docente de Química durante a abordagem das reações químicas que compõem o metabolismo, explorando as funções químicas e o balanceamento das equações que as representam, por exemplo.

Ao apresentar as reações químicas, é possível que os estudantes analisem, representem e façam previsões das transformações de matéria e de energia, ações necessárias para mobilizar a habilidade **EM13CNT101**. Essa habilidade também é trabalhada nas atividades **1, 6 e 7** na seção **Atividades** deste tema, seguindo a mesma lógica.

Na seção **Oficina científica**, é possível desenvolver a **competência geral 2**, pois os estudantes irão recorrer à abordagem própria das Ciências, utilizando procedimentos e linguagem científica, além de terem de interpretar os resultados da atividade para elaborarem conclusões a respeito da fermentação alcoólica realizada por leveduras. Desse modo, eles poderão mobilizar parte da habilidade **EM13CNT205**, bem como a habilidade **EM13CNT301**, relacionada à interpretação de dados experimentais.

O **Tema 3** apresenta a integração de processos fisiológicos (a digestão, a respiração e a circulação) que possibilitam a obtenção das moléculas necessárias ao metabolismo celular dos seres humanos, no caso, o gás oxigênio e a glicose. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Ao possibilitar que os estudantes analisem parte do funcionamento do organismo humano, no âmbito sistêmico e celular, é possível desenvolver a habilidade **EM13CNT202**. Além disso, o autoconhecimento é previsto pela **competência geral 8**.

Nas **Atividades extras**, os estudantes poderão revisitar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **4**, é proposta a análise das transformações de matéria e de energia envolvidas na respiração celular, ação prevista na mobilização da habilidade **EM13CNT101**.

Na seção **Falando de...**, são apresentadas algumas aplicações de microrganismos na indústria. Na atividade **2** desta seção, é pedido para que os estudantes pesquisem outras aplicações e comuniquem seus resultados à turma. Essa é uma forma de desenvolver a habilidade **EM13CNT302**, pois eles deverão comunicar resultados de análises, elaborar textos, imagens, gráficos.

Além disso, na atividade **3** desta seção, é solicitada a eles a realização de uma atividade prática para verificar a presença de microrganismos em diferentes ambientes da escola. Ao possibilitar, portanto, que os estudantes interpretem os dados obtidos pela atividade prática proposta, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**. Como a atividade deve ser realizada em grupos, é possível trabalhar o diálogo e a cooperação para desenvolver a **competência geral 9**. Ainda nesta atividade, pede-se a eles que avaliem a importância de evitar a contaminação de alimentos para a manutenção da saúde, como indica a **competência geral 8**, relacionada ao autocuidado.

## Tema 1 • Funções e reações químicas

Neste tema são trabalhados os seguintes conteúdos: equações químicas, lei da conservação da massa, lei das proporções definidas, funções químicas, reações químicas e a escala de pH. Para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito desses assuntos, é possível fazer alguns questionamentos, conforme os exemplos a seguir.

- “Reação química e equação química são a mesma coisa?”. É possível que eles tenham concepções espontâneas de que as expressões representam sinônimos. Contudo, explique que equações químicas são representações das reações químicas. Essa distinção ficará mais clara ao longo do estudo do tema.
- “Vocês conhecem exemplos de ácidos, bases e sais, presentes em seu cotidiano?”. É possível que os estudantes respondam positivamente, apontando como exemplos o ácido acético (ácido) presente no vinagre; o hidróxido de magnésio (base), conhecido popularmente por leite de magnésio; e o cloreto de sódio (sal).

A abertura do tema apresenta uma reação de combustão. Aproveite para explorar este assunto com os estudantes. Pergunte a eles em quais

situações do cotidiano a combustão é utilizada. É possível que cite seu uso na culinária (assar ou cozinhar alimentos), no aquecimento de ambientes (fogueira ou lareira), como fonte de energia (utilização do carvão ou lenha) e na iluminação (velas e lamparinas). Apesar de suas inúmeras aplicações, questione-os se a combustão causa impactos ambientais. É possível que percebam que a combustão pode emitir gases poluentes na atmosfera.

### » Equações químicas

Ao abordar o assunto, escreva diferentes equações químicas no quadro. Peça a voluntários que identifiquem os reagentes e os produtos de cada uma delas. Depois, inverta a dinâmica. Descreva as reações químicas e peça a voluntários que as representem no quadro. Nesse último caso, não é necessário que os estudantes registrem a fórmula molecular dos reagentes e produtos mencionados, mas apenas seus nomes.

### » Lei da conservação da massa

Se desejar, comente alguns aspectos históricos relacionados à lei da conservação da massa. Informe os estudantes que Lavoisier não foi o primeiro cientista a perceber a conservação das massas, mas, até onde se sabe, o russo Mikhail Vasilyevich Lomonosov (1711–1775). Caso queira saber mais sobre o assunto, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Além disso, é possível mencionar a importante contribuição da cientista francesa Marie-Anne Paulze Lavoisier, esposa de Antoine Lavoisier, à proposição da lei da conservação da massa, pois ela participava de seus estudos e pesquisas, como no registro dos resultados de experimentos e na leitura de textos científicos em inglês. Essa é uma oportunidade para comentar a importância da colaboração na Ciência, que, muitas vezes, não é reconhecida. Ressalte a importância dessa habilidade socioemocional no trabalho em equipe, presente em diversas situações de nosso convívio em sociedade.

Destaque a participação de Marie-Anne por meio da análise da pintura, como mostra o texto a seguir.

O quadro [...], finalizado em 1788, é uma pintura em óleo sobre tela. Considerado um dos mais famosos retratos já feitos de um cientista, mostra o casal em um aposento, cercado por seus instrumentos de trabalho.

[...]

[...] No retrato do casal Lavoisier, os elementos dispostos são ferramentas para entender o contexto histórico e trajetória, tanto de Antoine quanto de Marie-Anne Lavoisier.

No canto esquerdo da pintura é possível observar, disposto em uma cadeira, algo como um portfólio dos desenhos produzidos por Marie-Anne Lavoisier [...]. Marie-Anne recebeu aulas de desenho e pintura e uma das contribuições mais importantes para a agenda de pesquisa de Antoine Lavoisier foi a participação da esposa como tradutora, ilustradora e editora de suas obras.

SANTOS, P. N. dos. Arte, ciência e gênero: Marie-Anne, Lavoisier e a análise do retrato de um casal científico. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1883>. Acesso em: 16 set. 2020.

## » Lei das proporções definidas

O aprendizado do balanceamento de equações químicas é importante para auxiliar a compreensão dos estudantes de diversos outros conteúdos da Química. Na seção **#FICA A DICA, Professor!**, consta uma indicação de artigo para a leitura sobre uma estratégia para se trabalhar o balanceamento juntamente a estudantes com deficiência auditiva. Sugere-se que essa leitura seja realizada de modo a contribuir com seu trabalho sobre este assunto, tornando-o inclusivo.

Utilize o simulador indicado no box **Espaços de aprendizagem** para trabalhar o balanceamento das equações químicas. Ao abrir o simulador, selecione “Introdução” para permitir que os estudantes conheçam o simulador. No quadro inferior da tela, é possível selecionar a reação a ser balanceada (no caso, síntese de amônia, hidrólise, ou queima de metano). No canto superior direito, em “ferramentas”, pode-se selecionar uma balança ou visualizar a quantidade de átomos nos reagentes e nos produtos, auxiliando o balanceamento feito pelos estudantes. Para o balanceamento, de fato, selecione as flechas para cima e para baixo antes dos reagentes e dos produtos para alterar seus coeficientes.

Após este momento, é possível alterar para a opção “jogo”, no canto inferior da tela. No caso, os estudantes devem realizar o balanceamento de diversas equações, seguindo a mesma lógica anterior, sem o auxílio das ferramentas antes disponíveis. Terminado o balanceamento, basta clicar em “conferir”. O jogo somente permite a continuidade caso ele esteja correto.

No box **Saiba mais**, é apresentada a síntese de amônia. Comente que Haber desenvolveu o processo em laboratório e Bosch industrialmente. Ambos receberam o prêmio Nobel de Química: Haber, em 1918, e Bosch, em 1931.

## » Funções e reações químicas

Na Química ocorrem dois tipos principais de funções, as orgânicas e as inorgânicas. As funções orgânicas são formadas por cadeias carbônicas, como hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, aldeídos, ésteres etc. As funções inorgânicas são divididas em bases, ácidos, sais e óxidos; contudo, neste momento, vamos aprofundar o estudo dos ácidos, das bases e dos óxidos.

Ao mencionar os exemplos apresentados no Livro do estudante para as funções químicas, é importante destacar que eles não devem manipular ou inalar produtos químicos. A manipulação deve ser feita por profissionais especializados, com os equipamentos de segurança individual e coletiva próprios. A inalação não pode ser feita sob nenhuma circunstância. Se desejar, sugira aos estudantes a leitura do texto indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**, que destaca a importância da adoção de equipamentos de segurança e descreve suas respectivas funções.

Após o trabalho com este assunto, é possível solicitar aos estudantes que realizem uma atividade de pesquisa sobre o tratamento de água, relacionando as funções químicas e as reações químicas presentes nas etapas deste processo. Essa atividade é sugerida na seção **Ampliando**.

## » Ácidos

Comente que a primeira definição de ácido foi dada por Arrhenius, que determinou que ácido é toda substância que, em solução aquosa, passa por ionização. Ou seja, formam-se íons, liberando como único cátion o  $H^+$ . Atualmente, o correto é usar o íon hidrônio ( $H_3O^+$ ) nessa representação.

Se desejar, é possível comentar brevemente sobre a nomenclatura de ácidos. Os hidrácidos (ácidos que não apresentam átomos de oxigênio) recebem o nome de “ácido” associado ao nome do elemento químico seguido do sufixo “-ídrico”. Por exemplo, ácido clorídrico ( $HCl$ ).

Em contrapartida, os oxiácidos (ácidos que apresentam átomos de oxigênio) podem variar sua nomenclatura, considerando a quantidade de átomos de oxigênio na molécula. Listamos, a seguir, alguns exemplos.

Os ácidos padrões recebem o nome “ácido” associado ao nome do elemento químico seguido do sufixo “-ico”. Por exemplo, o ácido clórico ( $HClO_3$ ).

Os ácidos que recebem um átomo de oxigênio contam com nome “ácido” associado ao nome do elemento químico antecedido pelo prefixo “-per” e seguido do sufixo “-ico”. Por exemplo, o ácido perclórico ( $HClO_4$ ).

Os ácidos que perdem um átomo de oxigênio recebem o nome de “ácido” associado ao nome do elemento químico seguido do sufixo “-oso”. Por exemplo, o ácido cloroso ( $HClO_2$ ).

Os ácidos que perdem dois átomos de oxigênio recebem o nome de “ácido” associado ao nome do elemento químico antecedido pelo prefixo “-hipo” e seguido do sufixo “-oso”. Por exemplo, o ácido hipocloroso ( $HClO$ ).

## » Ácidos, bases e escala de pH

Se desejar, faça uma demonstração de um indicador de pH para a turma. Prepare previamente suco de repolho roxo, batendo alguns pedaços do repolho com água no liquidificador. Depois de coado, leve à turma o suco de repolho roxo. Também leve um copo com vinagre e um copo com água e detergente. Então, misture o suco de repolho em cada um dos copos e peça aos estudantes que avaliem a acidez e a basicidade das soluções, com base na tabela indicada no Livro do estudante. É esperado que percebam que o vinagre é uma solução de caráter ácido, adquirindo coloração avermelhada, e que a água e detergente é uma solução de caráter básico, adquirindo coloração amarelo-esverdeada.

## #FICAA DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre equipamentos de segurança, acesse o *link* a seguir. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. Comissão Permanente de Prevenção e Controle de Riscos Ambientais. **Equipamentos de proteção individual**. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/riscosambientais/node/15>. Acesso em: 6 set. 2020.

## #FICAA DICA, Professor!

- Para saber mais sobre a contribuição de Mikhail Vasilyevich Lomonosov para o entendimento da conservação da massa, leia o artigo a seguir. DOVIDAUSKAS, S.; DEMETS, G. J. 300 anos de Lomonosov. **Orbital – The Eletronic Journal of Chemistry**, v. 3, n. 3, p. 150-173, 2011.
- O artigo a seguir apresenta uma estratégia de trabalho com o balanceamento de equações químicas junto a estudantes com deficiência auditiva. FERNANDES, J. M.; FREITAS-REIS, I. Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o ensino médio. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 186 – 194, maio de 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_2/11-EQF-08-16.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/11-EQF-08-16.pdf). Acesso em: 6 set. 2020.

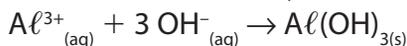
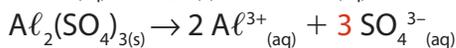
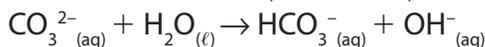
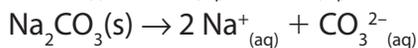
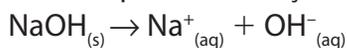
## Ampliando

Em uma estação de tratamento, a água é submetida a processos físicos e químicos. Nos tratamento químico são usados diversos produtos, como ácidos, bases e óxidos. Peça aos estudantes que formem grupos para a realização de uma pesquisa sobre as etapas que envolvem o tratamento de água. Oriente-os a identificar os produtos químicos utilizados conforme sua função química, apresentando suas respectivas funções no tratamento, e a identificar também uma reação química que ocorre no tratamento. Os resultados da pesquisa podem ser divulgados por meio de uma apresentação digital à turma.

No caso, é esperado que verifiquem que, durante o tratamento, a água é captada de um rio ou lago, e passa, primeiro, pela peneiração. Em seguida, ela é submetida a um tratamento químico que visa sua descontaminação e a eliminação das impurezas que restaram da primeira etapa. Nesse tratamento, inicialmente é feito o controle do pH por meio da adição de hidróxido de sódio; depois, dissolve-se sulfato de alumínio na água. Esse composto reage com a água e forma um precipitado gelatinoso, o hidróxido de alumínio, que une as partículas sólidas restantes da primeira etapa de purificação para serem removidas por decantação e posterior filtração. Para eliminar agentes patológicos, adiciona-se cloro gasoso ou hipoclorito de sódio à água. Com este processo, forma-se o ácido hipocloroso, um bactericida.

A seguir estão listados alguns exemplos de funções químicas que podem ser identificadas pelos estudantes. Ácidos: ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ); bases: hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) e hidróxido de alumínio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ); sais: sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ).

Entre as possíveis reações estão:



## Tema 2 • Metabolismo celular

Neste tema são trabalhados os seguintes conteúdos: oxidação e redução; transportadores de hidrogênio; e processos energéticos celulares (como a fotossíntese, a quimiossíntese, a respiração celular e a fermentação). Para o estudo deste tema, é importante que os estudantes tenham estudado as células, conteúdo da **Unidade 1** deste Volume. Para levantar seus conhecimentos prévios sobre o assunto, faça alguns questionamentos, como:

- “O que é metabolismo?”. Espera-se que eles deduzam que o metabolismo corresponde ao conjunto de reações químicas que ocorrem no interior das células. Explique que, parte delas, estão relacionadas a processos energéticos, nos quais ocorrem transformações de energia, além de matéria.
- “Quais organelas celulares estão associadas à realização de processos energéticos que compõem o metabolismo?”. É possível que eles citem as mitocôndrias. Contudo, verifique se também indicam os cloroplastos como resposta. Ambas as organelas estão associadas ao metabolismo celular e serão estudadas ao longo do tema.

A abertura do tema fornece um trecho de um texto que menciona a importância da energia para a vida de um ser vivo e a fotografia de uma lagarta alimentando-se da folha de uma planta. Explore esses recursos. Inicialmente, pergunte aos estudantes se a energia é importante para os seres humanos. É provável que respondam que a energia possibilita a realização de diversos processos fisiológicos, como a digestão, a respiração etc., necessários à manutenção da vida. Verifique se mencionam que a energia é necessária para a realização dos processos celulares que mantêm o funcionamento adequado das células que compõem o organismo.

Na sequência, questione-os sobre a fonte de energia dos seres humanos, sendo possível que citem os alimentos. Finalize o raciocínio fazendo os mesmos questionamentos para a lagarta e para a planta. Enfatize que a energia é necessária para a manutenção da atividade celular dos seres

vivos, de modo geral. Esclareça que a fonte de energia da lagarta são os alimentos de origem vegetal, como as folhas da planta (a energia presente nas folhas da planta é transformada em energia para a lagarta) e que a fonte de energia das plantas é a radiação solar (a energia presente na radiação solar é transformada em energia para a planta).

Se desejar, comente com os estudantes os processos que compreendem o anabolismo e o catabolismo. No caso do anabolismo, fale sobre a síntese de glicogênio, um polissacarídeo formado por moléculas de glicose, que é armazenado no fígado e no músculo dos seres humanos como reserva energética. Quando há um consumo de açúcares em excesso, moléculas de glicose (formas simples de açúcar) são ligadas entre si para a formação de moléculas de glicogênio (formas mais complexas de açúcar). Neste processo ocorre gasto de energia.

No caso do catabolismo, comente sobre a degradação do glicogênio. Quando passamos um longo período sem nos alimentarmos, nosso organismo pode promover a degradação do glicogênio armazenado, disponibilizando glicose para as células. Nesse processo ocorre liberação de energia.

### » **Oxidação e redução**

Para trabalhar este assunto, verifique a disponibilidade do(a) docente de Química para, juntos, planejarem uma aula conjunta. O(a) docente pode contribuir, fornecendo explicações mais detalhadas sobre reações de oxidação e redução, além de ampliar os exemplos que serão estudados neste tema.

### » **Transportadores de hidrogênio**

Neste momento, se desejar, é possível comentar que o NAD e o FAD são transportadores de hidrogênio que participam da respiração celular e que o NADP é um transportador de hidrogênio que participa da fotossíntese

### » **Fotossíntese**

É possível que os estudantes tenham concepções espontâneas a respeito da fotossíntese. Um exemplo seria a ideia de que, ao final desse processo, o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é transformado em gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Contudo, é importante ressaltar que o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ) é obtido a partir da fotólise da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), uma das reações que constituem a etapa fotoquímica da fotossíntese. Outra concepção é a de que a respiração celular apenas acontece durante a noite, como um processo contrário à fotos-

síntese. No caso, a respiração celular das plantas ocorre constantemente, independentemente do período do dia. Apenas a fotossíntese é dependente da presença de luz solar.

O ciclo de Calvin-Benson não foi apresentado com detalhes em decorrência da idade escolar dos estudantes. Caso queira apresentar esse assunto de modo mais aprofundado, sugere-se o uso do material complementar indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**. Também é possível convidar o(a) docente de Química para contribuir com as explicações referentes às reações químicas que o compõem.

### » Quimiossíntese

Explique aos estudantes que as bactérias do gênero *Nitrosomonas* oxidam íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) transformando-os em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) para obtenção de energia, enquanto as bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam íons nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), obtendo energia e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que pode ser absorvido pelas raízes das plantas e utilizado para a síntese de proteínas. Essas bactérias desempenham um papel importante no ciclo do nitrogênio, que é apresentado na **Unidade 4** deste Volume.

### » Respiração celular

Ao falar da glicólise, se desejar, forneça informações complementares aos estudantes. Diga a eles que, nesta etapa, ocorre o consumo da energia presente em duas moléculas de ATP. No entanto, ao final do processo, há liberação de energia, que é utilizada para a síntese de quatro moléculas de ATP. Por isso, o saldo resultante é de duas moléculas de ATP. Também ocorre liberação de elétrons e íons hidrogênio, que são acoplados ao  $\text{NAD}^+$ , assumindo sua forma reduzida: NADH.

Comente que a glicólise é uma etapa comum à fermentação.

Ao explicar a oxidação do piruvato, comente que ocorre a incorporação de uma molécula denominada Coenzima A e a liberação de gás carbônico e de íons hidrogênio, os quais são acoplados ao  $\text{NAD}^+$ , assumindo sua forma reduzida: NADH. Juntos, a oxidação do piruvato e o ciclo de Krebs liberam  $\text{CO}_2$ , NADH,  $\text{FADH}_2$ , além de  $\text{H}^+$ , que será utilizada na síntese de duas moléculas ATP.

O saldo energético de ATP após a oxidação de uma molécula de glicose não é exato. Isso decorre do fato de não haver formação de números inteiros entre a razão de moléculas de NADH e de moléculas de ATP. Além disso, o rendimento de ATP é variável, dependendo do lançador de elétrons que atua no transporte de elétrons do citosol para o interior da mitocôndria.

## » Oficina científica

O objetivo desta oficina é:

- Verificar a produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) liberado no processo de fermentação alcoólica realizado por leveduras.

Para essa atividade, peça aos estudantes que tragam garrafas PET de suas residências. Oriente-os para que, após o uso das garrafas, higienizem-nas antes de trazê-las à escola. Eles devem usar água e sabão nessa higienização. Se possível, as garrafas podem ser desinfetadas com álcool 70%, que garante a eliminação de parte dos microrganismos presentes em seu interior.

Verifique se a abertura dos balões cobre por completo a abertura das garrafas a fim de evitar que o gás produzido escape para o ambiente. Se desejar, é possível dispor fita adesiva sobre o encaixe das aberturas para garantir que isso não aconteça.

## #FICAA DICA, Professor!

- Para saber mais sobre a fotossíntese, acesse o *link* a seguir. KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. da. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v7n1a04.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

## Ampliando

Após o trabalho com o tema, proponha aos estudantes que elaborem mapas conceituais dos processos celulares estudados. Os mapas criados podem ser utilizados como ferramentas avaliativas. Caso necessite de orientação para a produção dos mapas conceituais, leia o artigo disponibilizado no *link* a seguir. SOUZA, N. A. de; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022010000300010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022010000300010&script=sci_arttext). Acesso em: 6 set. 2020.

## Tema 3 • Sistemas respiratório, cardiovascular, digestório e o metabolismo

Este tema apresenta os conteúdos listados a seguir: respiração celular, sistema respiratório, sistema digestório e sistema cardiovascular. Faça questionamentos que permitem averiguar os conhecimentos prévios dos

estudantes sobre o assunto, pois podem auxiliá-lo a planejar o trabalho deste tema. A seguir, são apresentados alguns exemplos:

- “Qual é a unidade estrutural e funcional de um ser vivo?”. É possível que a maioria dos estudantes identifique a célula. Caso não se obtenha essa resposta, retome brevemente o assunto, baseando-se no conteúdo apresentado no **Tema 5** da **Unidade 1** deste Volume.
- “Quais os níveis de organização biológica do organismo humano?”. Eles podem citar que o organismo humano é constituído por um conjunto de sistemas, formados por diferentes órgãos, os quais, por sua vez, são formados por diferentes tecidos, que são arranjos de células similares. Para retomar o assunto, desenhe no quadro um esquema básico que represente os níveis: organismo → sistemas → órgãos → tecidos → células, e peça-lhes que nomeiem exemplos pertencentes a cada nível. São exemplos de sistemas (e respectivos órgãos): sistema respiratório (pulmões, traqueias), cardiovascular (coração), digestório (estômago, intestinos), urinário (bexiga urinária), genital feminino (útero, ovários), genital masculino (testículos), entre outros.

A abertura deste tema fornece uma imagem sobre vazamento de petróleo no oceano. Pergunte aos estudantes, caso houvesse um vazamento a partir de uma plataforma ou cargueiro, como o petróleo poderia ser removido. É possível que eles apresentem alternativas, como a contenção ou a remoção mecânica das manchas de petróleo. Contudo, comente que a remoção mecânica é muito difícil, sendo importante o desenvolvimento de processos alternativos, como o apresentado na reportagem. Enfatize que o petróleo é tóxico aos organismos aquáticos, além de aves e outros organismos terrestres que se alimentam deles, e que a não remoção implica em graves impactos ambientais e desequilíbrios ecológicos.

Comente que o petróleo bruto é rico em hidrocarbonetos, os quais contêm cadeias carbônicas de tamanhos variáveis. A degradação de cadeias carbônicas é a fonte utilizada pelas microalgas para obtenção de energia. Portanto, esses microrganismos conseguem se nutrir por meio dos resíduos do óleo e remediar as fontes de água.

## » A respiração celular e os sistemas do corpo humano

A respiração celular pode ser confundida pelos estudantes com a respiração. Para evitar a confusão, diga-lhes que a respiração compreende um processo fisiológico, por meio do qual são realizadas trocas gasosas entre o organismo e o ambiente (no caso, obtém-se gás oxigênio e elimina-se gás carbônico). Em contrapartida, a respiração celular compreende um processo metabólico, por meio do qual ocorre a síntese de energia, na forma de moléculas de ATP. A energia sintetizada é utilizada para a

manutenção dos processos celulares. Se necessário, retome o assunto apresentado no **Tema 2** desta Unidade.

Como o sistema urinário não é o foco deste tema, se desejar, diga aos estudantes que ele é constituído pelos rins, pelos ureteres, pela bexiga urinária e pela uretra. Ele é responsável pela excreção, que consiste na eliminação de resíduos originados do metabolismo celular. A excreção ocorre juntamente à urina, que é produzida a partir da filtração do sangue.

## » Sistema respiratório

Se desejar, ao apresentar o sistema respiratório, explique que a voz é formada pela passagem do ar através das pregas vocais, também chamadas de cordas vocais, localizadas na laringe. Os sons são provenientes da vibração dessas estruturas e é amplificado nas fossas nasais, boca e laringe. Os músculos das cordas vocais se contraem, aproximando-se, diminuindo o diâmetro pelo qual o ar passa. Esse controle do tamanho do diâmetro modula os sons produzidos no canto ou na fala.

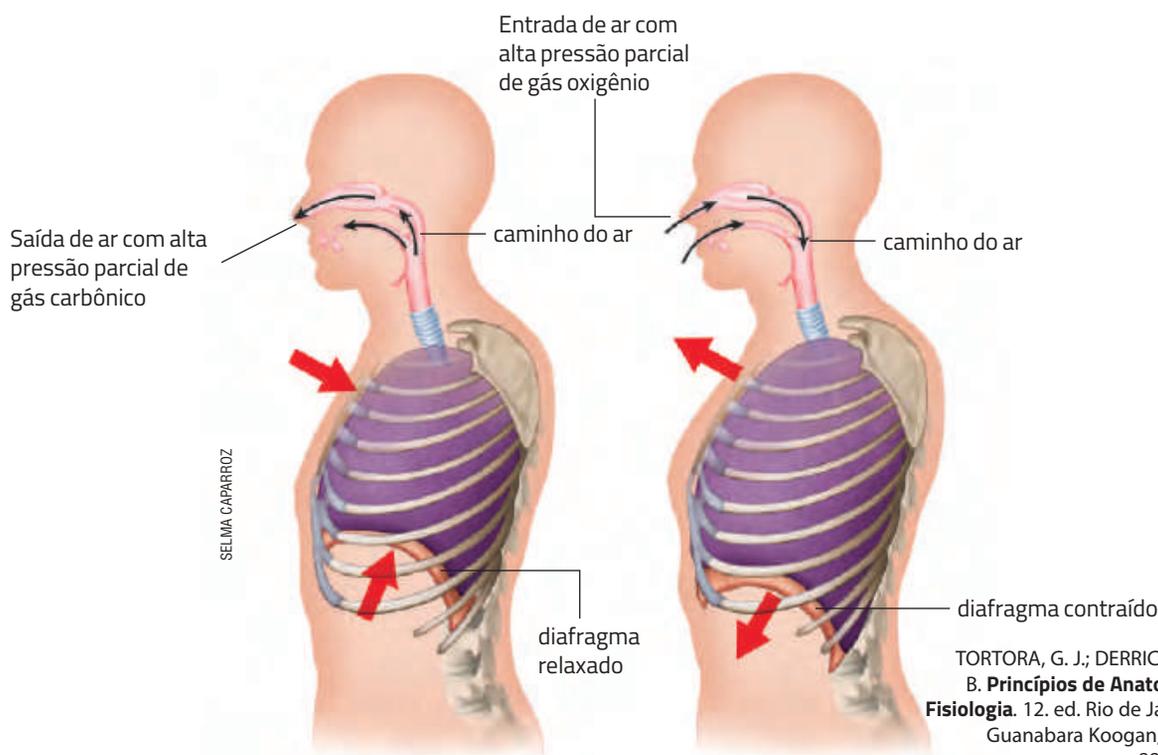
Aproveite para comentar que, durante a adolescência, a voz passa por modificações causadas pelos hormônios sexuais, o que implica em alterações em sua tonalidade ao longo da vida. Caso julgue necessário, desenvolva uma atividade para impedir o *bullying* relacionado com as características da voz dos estudantes. Pode-se mencionar que o conjunto dos tons de voz são fundamentais para a organização dos corais e do canto lírico.

Se desejar, explique que a respiração possui três estágios: a ventilação pulmonar, que constitui a troca de ar entre a atmosfera e os alvéolos pulmonares; a respiração pulmonar, que é a troca de gases entre os alvéolos pulmonares e o sangue nos capilares pulmonares; e a respiração tecidual, que constitui a troca de gases entre o sangue e as células do corpo.

A ventilação pulmonar envolve a entrada (inspiração) e a saída (expiração) de ar do corpo. Ela ocorre em razão da diferença alternada de pressão entre a caixa torácica e o ambiente, a qual é criada pela contração e pelo relaxamento de músculos (o diafragma, que se localiza abaixo dos pulmões, separando a cavidade torácica da cavidade abdominal; e os músculos intercostais, situados entre as costelas).

Na inspiração, o diafragma contrai e desloca-se para baixo, enquanto os músculos intercostais contraem e movem as costelas para cima e para fora. A contração desses músculos aumenta o volume da caixa torácica, o que promove a diminuição da pressão em seu interior. Como nesse momento a pressão atmosférica é maior que a no interior dos pulmões, o ar se desloca para o interior desses órgãos. Já na expiração, o diafragma e os músculos intercostais relaxam, reduzindo o volume da caixa torácica, promovendo o aumento da pressão em seu interior. Como nesse momento a pressão no interior dos pulmões é maior que a atmosférica, o ar se desloca para o meio externo.

Utilize a figura a seguir para representar a ventilação pulmonar no quadro, caso opte por expor a ventilação pulmonar aos estudantes.



» Representação dos movimentos respiratórios: expiração e inspiração (imagem sem escala; cores-fantasia).

A respiração pulmonar e a respiração tecidual, por sua vez, foram apresentadas no Livro do estudante.

### » Sistema digestório

Destaque a importância do papel das enzimas digestivas para a degradação dos alimentos ingeridos em moléculas passíveis de serem absorvidas pelas células.

Ao comentar sobre a função da bile, ressalte sua natureza química, anfipática. Ou seja, os sais biliares apresentam regiões polares e apolares. Os lipídios, contudo, são compostos apolares, não sendo, portanto, solúveis em água. Assim, na emulsificação, as regiões hidrofóbicas dos sais biliares interagem com os lipídios, enquanto suas regiões hidrofílicas interagem com o quimo intestinal, que é aquoso. Isso permite que os lipídios sejam organizados em pequenos glóbulos, o que facilita sua digestão.

### » Sistema cardiovascular

Explique aos estudantes que as células que compõem o corpo humano precisam de glicose e de gás oxigênio para realização de seu metabolismo celular. Partindo dessa informação, mencione que o sangue é responsável por realizar seu transporte pelo organismo.

Ressalte que o sangue é um tecido fluido, constituído por água, substâncias dissolvidas (como proteínas, hormônios, gases, enzimas e resíduos metabólicos), células e plaquetas. As células sanguíneas podem ser divididas em dois grandes

grupos: os glóbulos vermelhos, responsáveis pelo transporte de gás oxigênio; e os glóbulos brancos, que fazem a defesa do organismo. As plaquetas são fragmentos celulares capazes de interromper o vazamento de sangue em lesões, processo denominado coagulação sanguínea.

## Falando de... Microrganismos na indústria

Essa seção apresenta alguns processos industriais realizados, em partes, por microrganismos. Contudo, é importante ressaltar que, apesar de sua importância econômica, os microrganismos apresentam importância ecológica. Se desejar, diga aos estudantes que os microrganismos fazem parte das cadeias alimentares, atuando como produtores (no caso de seres autotróficos), consumidores (no caso de seres heterotróficos) ou decompositores (no caso de algumas bactérias e alguns fungos). Esse assunto é apresentado com maiores detalhes na **Unidade 4** deste Volume.

Ao comentar a produção de iogurtes, explique brevemente aos estudantes como ela ocorre. Inicialmente, o leite é fervido para eliminar bactérias e outros microrganismos não desejados. A fervura também auxilia na obtenção da textura final. Na sequência, o leite é resfriado a cerca de 37 °C, temperatura propícia à proliferação das bactérias fermentadoras. Conforme a população dessas bactérias aumenta, cada vez mais se produz ácido láctico como resultado da fermentação, o que resulta na redução do pH do leite. A acidificação auxilia a formação de uma rede de proteínas que retém água e glóbulos de gordura, obtendo-se o iogurte.

Ao comentar sobre a produção de pães, explique a ação do fermento biológico, que é adicionado à massa antes de ir ao forno. Desta forma, ela é mantida à temperatura ambiente por um tempo, de modo que a fermentação possa acontecer. Ocorre, então, a liberação de gás carbônico, o que promove o aumento do tamanho da massa e a torna macia. Após o tempo de descanso, a massa é assada em altas temperaturas, promovendo a evaporação do etanol também produzido na fermentação.

Com relação aos bioplásticos, diga aos estudantes que existe um grande interesse na comunidade científica em desenvolvê-los e torná-los capazes de serem utilizados em escala industrial. Isso porque os bioplásticos exibem diversas vantagens em relação ao plástico convencional, derivado do petróleo.

Entre elas, podem ser citadas o menor tempo de degradação, evitando seu acúmulo no ambiente (o plástico convencional se acumula no ambiente e provoca a morte dos seres vivos que se alimentam dele, de maneira acidental); e a possibilidade de se reutilizar resíduos agroindustriais, que são amplamente produzidos pelas práticas agrícolas (o plástico convencional é produzido a partir de derivados do petróleo, recurso esgotável que é amplamente necessário ao setor energético no modo de vida atual da sociedade).

O processo produtivo em estudo para a produção de bioplásticos, mencionado no Livro do estudante, está indicado na íntegra na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Ao comentar sobre a penicilina, destaque sua importância no tratamento de doenças infecciosas causadas por bactérias, como pneumonia e tuberculose, que, antigamente, eram responsáveis por ocasionar diversas mortes. Esse antibiótico aumentou a qualidade de vida das pessoas, possibilitando que fossem curadas. Caso os estudantes queiram saber mais sobre a história da penicilina, indique os textos como sugestão de aprofundamento listados na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

Aproveite o assunto da descoberta da penicilina para explicar aos estudantes que parte dos conhecimentos científicos decorre de acontecimentos não planejados que ocorreram durante as investigações científicas, como a contaminação por fungos das placas em que estavam sendo cultivadas as bactérias da espécie *Staphylococcus aureus*. Nesse caso, a contaminação não fazia parte do estudo conduzido por Fleming, que, ao notar o ocorrido, iria descartar as placas. Contudo, em razão das observações de seu assistente Merlin Pryce, decidiu examiná-las, quando, então, verificou que o crescimento das bactérias tinha sido interrompido nas placas contaminadas. A partir daí, levantou a hipótese de que os fungos deveriam produzir uma substância que seria tóxica às bactérias e realizou novos testes para verificar sua hipótese, que foi tida como verdadeira.

### #FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre a história da penicilina, acesse os *links* a seguir. RAMOS, M. É um milagre! **Fiocruz**. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=811&sid=7>. Acesso em: 7 set. 2020.
- ALEXANDER Fleming e a descoberta da penicilina. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 5, 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-24442009000500001#:~:text=Alexander%20Fleming%20e%20a%20descoberta%20da%20penicilina&text=De%20volta%20ao%20St.,provocadas%20por%20armas%20de%20fogo](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442009000500001#:~:text=Alexander%20Fleming%20e%20a%20descoberta%20da%20penicilina&text=De%20volta%20ao%20St.,provocadas%20por%20armas%20de%20fogo). Acesso em: 7 set. 2020.

### #FICA A DICA, Professor!

- O texto a seguir apresenta um estudo conduzido para verificar a possibilidade de se produzir bioplástico a partir de resíduos da fabricação do etanol. VASCONCELOS, Y. Plástico de açúcar. **Pesquisa FAPESP**, ed. 80, out. 2002. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/plastico-de-acucar/>. Acesso em: 7 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 (Relações alimentares): 6 aulas;
- Tema 2 (Energia nas cadeias alimentares): 6 aulas;
- Tema 3 (Ciclos biogeoquímicos): 8 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, 5, 6, 7, 9 e 10

**Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

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

**Habilidades:** EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT301, EM13CNT303

Esta Unidade propicia o estudo da ciclagem da matéria e do fluxo de energia nos ecossistemas, sob o foco das transformações de matéria e de energia no âmbito ecológico. Ao longo dela, mostra-se também como as atividades humanas podem provocar impactos ambientais que interferem nessas interações, de modo que, compreendendo-os, os estudantes sejam capazes de propor ações individuais e coletivas para minimizá-los. Desta forma, essa Unidade propicia a abordagem da **competência específica 1**. Além disso, faz parte da **competência específica 2** a análise do estudo da dinâmica da vida a partir do funcionamento dos seres vivos, a qual os estudantes irão realizar. Em alguns momentos da Unidade, solicita-se a eles que investiguem situações-problema e avaliem as aplicações do conhecimento científico na sociedade utilizando linguagem própria da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Estas ações fazem parte da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em três temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** inicia a abordagem com as transformações de matéria que ocorrem ao longo das cadeias e das teias alimentares. Neste tema, são apresentados conceitos básicos de Ecologia, como hábitat, nicho ecológico e os níveis de organização ecológica, além das relações tróficas existentes em cadeias alimentares. No caso, são abordados os hábitos alimentares dos seres vivos, o papel que podem desempenhar nas cadeias alimentares e o nível trófico que podem ocupar nelas. Discute-se a interferência das atividades humanas nas cadeias alimentares e suas consequências. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Os conteúdos deste tema permitem que os estudantes analisem as transformações de matéria e de energia nas cadeias alimentares, além de refletirem e proporem ações

que minimizem as interferências de algumas atividades humanas sobre elas, visando a preservação da vida, o que permite o trabalho com a habilidade **EM13CNT101**.

O tema também possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT203**, quando é solicitado aos estudantes que avaliem essas intervenções humanas nos ecossistemas e realizem previsões sobre elas. Essa habilidade é explorada em uma das atividades presentes ao longo do tema, em que se pede aos estudantes que analisem e realizem previsões sobre a introdução de espécies exóticas nos ecossistemas, propondo possíveis soluções a ela. Assim, sua resolução permite a abordagem da **competência geral 2**, relacionada à investigação de situações-problema e a proposição de soluções a ela.

Na atividade **3** da seção **Atividades** deste tema, os estudantes são solicitados a produzir um vídeo sobre o papel ecológico de uma espécie de animal encontrada na região onde moram. Essa atividade permite o desenvolvimento da **competência geral 5**, pois eles utilizarão tecnologias digitais para a divulgação de informações.

O **Tema 2** propicia o estudo do fluxo de energia ao longo das cadeias alimentares, enfatizando as transformações ocorridas. Uma representação do fluxo de energia em cadeias alimentares também é apresentada, que seria, no caso, as pirâmides de energia. Ao final do tema, explica-se a importância da manutenção do fornecimento de energia às cadeias alimentares para possibilitar a existência de vida. Sugere-se que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) **docente de Física** durante a abordagem das pirâmides de energia.

Uma vez que é proporcionado aos estudantes analisar as transformações e as conservações de energia nas cadeias alimentares associadas às transformações de matéria que nelas ocorrem, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT101** neste tema. Essa mesma habilidade pode ser explorada, de forma parcial, nas atividades **2** e **3** presentes ao longo do tema.

Na atividade **1** presente na seção **Atividades** deste tema, os estudantes devem interpretar um texto de divulgação científica que aborda uma temática da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no caso, características dos manguezais. Portanto, sua realização faz parte da mobilização da habilidade **EM13CNT303**.

O **Tema 3** apresenta a ciclagem da matéria nos ecossistemas, ocorrida nos ciclos biogeoquímicos. Entre os ciclos da matéria são apresentados o ciclo do carbono e o do nitrogênio. Discute-se a interferência das atividades humanas nos ciclos apresentados e as suas consequências. 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 durante a abordagem das reações químicas nos ciclos biogeoquímicos.

Ao abordar os ciclos biogeoquímicos, os estudantes podem analisar as consequências decorrentes das interferências das atividades humanas nesses ciclos, e propor ações e estratégias voltadas para minimizá-las, proporcionando o trabalho com as habilidades **EM13CNT101** e **EM13CNT105**. Esses assuntos fornecem subsídios para que os estudantes ajam de modo responsável, com base em princípios sustentáveis, como descreve a **competência geral 10**.

A habilidade **EM13CNT105** também está presente nas atividades **2** e **3** da seção **Atividades** deste tema. Nestas atividades também devem ser realizadas análises críticas das interferências humanas nos ciclos e fornecidas sugestões para minimizar os impactos por elas provocados. Assim, essas atividades promovem o desenvolvimento de parte da **competência geral 2**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **1**, eles podem novamente mobilizar a habilidade **EM13CNT101**, ao analisar as transformações de matéria que ocorrem durante a queima de combustíveis fósseis para realizar previsões sobre seu comportamento no ambiente, e também, a habilidade **EM13CNT105**, ao interpretar as interferências humanas no ciclo do carbono para promover ações que minimizem seus efeitos. Além delas, a habilidade **EM13CNT301** também pode ser mobilizada pelos estudantes ao realizarem previsões do cenário ambiental, relacionado ao uso de combustíveis fósseis como fonte de energia, para propor soluções no enfrentamento dessa situação-problema.

Ainda nesta atividade, por ser necessária a interpretação das informações do gráfico que apresenta a variação da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera entre as décadas de 1960 e de 2010, juntamente à variação da temperatura média do planeta no mesmo período, e ser necessária também a análise crítica desses dados para a formulação de soluções, é possível o desenvolvimento da **competência geral 2**.

Na seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, é apresentada uma integração com essa área, destacando-se a importância histórica e social da agricultura. A atividade **2** desta seção propicia o trabalho com a comunicação e o diálogo, ao ser necessário que os estudantes formem grupos discutir a agricultura e a demanda mundial de alimentos. Nesse sentido, é possível desenvolver a **competência geral 9**. A atividade também permite a defesa de pontos de vista e de decisões com relação ao assunto, promovendo a consciência socioambiental dos estudantes. Assim, é possível desenvolver a **competência geral 7**. Ao solicitar que proponham ações para solucionar a demanda mundial de alimentos em decorrência do crescimento populacional, pode-se desenvolver a **competência geral 2**, relacionada à solução de situações-problema.

Nesta seção, há uma indicação de que os estudantes realizem uma entrevista com um produtor rural, de modo a conhecer seu trabalho. Essa entrevista pode auxiliá-los a compreender as relações do mundo de trabalho, apropriando-se de conhecimentos e experiências compartilhados pelo produtor. Assim, é possível auxiliar no desenvolvimento da **competência geral 6**.

## Tema 1 • Relações alimentares

Este tema aborda os conteúdos listados a seguir: conceitos básicos de ecologia, cadeias e teias alimentares, e impactos nas cadeias alimentares. Para que os conteúdos se desenvolvam de maneira apropriada, é necessário que os estudantes dominem os processos que compreendem o metabolismo energético dos seres vivos, sobretudo, a fotossíntese, a quimiossíntese e a respiração celular, vistos na **Unidade 3** deste Volume. Para retomar esses conteúdos, podem ser feitos alguns questionamentos:

- “Como os vegetais conseguem obter energia para se desenvolver?”. Provavelmente, os estudantes identificarão o processo de fotossíntese como o responsável pela transformação da energia solar em energia presente em moléculas de açúcar. Porém, se esta não for a resposta, pode-se fazer uma breve revisão ilustrando a fotossíntese no quadro.
- “Tanto os animais quanto as plantas produzem o seu próprio alimento?”. Eles devem reconhecer que somente as plantas produzem o próprio alimento, enquanto os animais se alimentam de outros seres vivos. Para enfatizar essa diferença, procure retomar organismos heterótrofos e autótrofos.

A abertura deste tema apresenta a distribuição geográfica da aranha (*Pteronura brasiliensis*). O objetivo desta introdução é permitir que os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os biomas sejam levantados. Sendo assim, caso julgue necessário, é possível iniciar a abordagem deste tema ao final de uma aula, visando estimular os estudantes a fazerem uma pesquisa sobre os biomas brasileiros e, na aula seguinte, apresentarem os resultados desse trabalho. Esta prática estimula a autonomia dos estudantes, bem como a prática de uma curadoria própria. Caso opte por fazer essa atividade, eles podem acessar o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!** e fazer pesquisas sobre os biomas brasileiros, obtendo informações relevantes, como principais características e distribuição entre as regiões brasileiras.

Ao longo da abertura, pergunte aos estudantes se eles conseguem identificar a localização dos demais biomas brasileiros no mapa territorial. Se houver dificuldade, uma alternativa é projetar o mapa dos biomas brasileiros e destacar as características do meio físico que determinam a presença dos variados biomas. Essa atividade pode ser elaborada em

conjunto com o(a) docente(a) com formação disciplinar em Geografia, da área das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

A expressão “Floresta Amazônica” pode ser encontrada na literatura para se referir ao bioma Amazônia. Contudo, nesta Coleção, iremos utilizar a nomenclatura “Amazônia”, em consonância com a nomenclatura utilizada pelo Ministério do Meio Ambiente.

### » **Conceitos básicos de Ecologia**

Com relação aos conceitos básicos de Ecologia, se desejar, mencione que o ecólogo britânico Arthur George Tansley (1871-1955) utilizou pela primeira vez o termo ecossistema, em 1935. Sua definição se referia a um sistema formado por todos os organismos de uma dada área, pela matéria orgânica produzida por eles e pelo ambiente em que eles se encontram. Essa referência é importante para que a Ciência seja vista como um processo histórico de construção do conhecimento.

### » **Cadeia alimentar**

Provavelmente, a maioria dos estudantes já teve contato com um diagrama que represente uma cadeia alimentar. Procure averiguar se eles compreendem o que as setas representam e por que elas se apresentam nesse sentido. Explique à turma que as setas denotam o sentido da transferência de matéria e de energia de um ser vivo para o outro, por meio da alimentação.

### » **Níveis tróficos**

Embora alguns autores não considerem os decompositores como um nível trófico das cadeias alimentares, esta Coleção representa esses organismos como sendo o último nível trófico. Mencione a importância desses organismos para a fertilidade do solo, pois os micronutrientes presentes na matéria orgânica morta retornam ao solo pela ação dos decompositores.

Retome o exemplo da cadeia alimentar do Pantanal que consta no Livro do estudante. Questione-os se seria possível que o peixe representado ocupasse outros níveis tróficos, caso fosse onívoro. Espera-se que respondam que sim, pois, ao se alimentar de plantas, ele ocupa o segundo nível trófico, sendo um consumidor primário.

### » **Teia alimentar**

Para introduzir o estudo das teias alimentares, pergunte aos estudantes se os seres vivos ingerem apenas um tipo de alimento ou se po-

dem variar a dieta. É possível que a maioria deles identifique que grande parte dos seres vivos apresenta uma dieta bastante variada. Também é importante mencionar que existem seres vivos cuja alimentação é restrita e específica. Em seguida, solicite que voluntários façam a leitura do esquema que representa uma teia alimentar, identificando diferentes cadeias alimentares. Desta forma, a turma pode dimensionar a complexidade das relações alimentares entre os seres vivos que ocupam um mesmo ecossistema.

### » Impactos nas cadeias alimentares

O trabalho com os impactos nas cadeias alimentares provocados por atividades humanas é um modo de se trabalhar a educação ambiental, um tema contemporâneo transversal.

Ao realizar a análise de um esquema sobre as teias alimentares, procure fazer questionamentos para que os estudantes compreendam o equilíbrio dinâmico entre as espécies. Se, por exemplo, a população de jacarés aumentar, o que poderia acontecer com a população de insetos? Identifique as previsões apontadas pelos estudantes. Na sequência, explique que os jacarés se alimentam de peixes e os peixes se alimentam das larvas de insetos. Assim, o aumento no número de jacarés poderia levar à diminuição do número de peixes, e, por consequência, ao aumento do número de insetos.

Outros exemplos similares podem ser fornecidos para ressaltar aos estudantes que as espécies de um dado ecossistema estão interrelacionadas. Utilize esses questionamentos para apresentar os impactos em cadeias alimentares provocados por atividades humanas.

Explique que, quando espécies exóticas são introduzidas em uma região, pode haver um grande desequilíbrio ambiental, pois elas podem não apresentar um predador direto. Desse modo, o crescimento populacional da espécie exótica passa a ser muito grande, havendo uma enorme competição por alimentos. Nesse caso, pode haver diminuição da população das espécies nativas ou até mesmo a sua extinção.

Caso os estudantes queiram saber mais sobre a ameaça às populações de abelhas provocada pelo uso de agrotóxicos, sugira a leitura do *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**. Além disso, é possível explorar o assunto em uma atividade extra de pesquisa, conforme a sugestão na seção **Ampliando**, localizada ao final dos comentários deste tema.

### #FICA A DICA, Estudante!

- O *link* a seguir apresenta informações sobre os biomas brasileiros. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomas**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas.html>. Acesso em: 7 set. 2020.

- Para saber mais sobre os efeitos dos agrotóxicos em abelhas, acesse o *link* a seguir. TORRES, A. O agrotóxico que matou 50 milhões de abelhas em Santa Catarina em um só mês. **BBC Brasil**, 17 set. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49657447>. Acesso em: 7 set. 2020.

## Ampliando

Os impactos ambientais provocados pela intervenção em teias alimentares podem causar prejuízos ao ambiente, além de mudar a paisagem de uma dada região. A agricultura industrial, por exemplo, utiliza uma grande quantidade de agrotóxicos, os quais podem ser nocivos não apenas às pragas agrícolas, mas também aos insetos polinizadores da mata nativa. Muitas plantas se reproduzem apenas por meio da polinização de abelhas, sendo assim, a morte de organismos polinizadores poderia levar à menor população de plantas ou até mesmo à sua extinção. Pode-se pedir aos estudantes que façam pesquisa que considere a possibilidade de ampliar a produtividade agrícola sem o uso abusivo de agrotóxicos. É possível que eles encontrem informações sobre a importância do controle biológico ou do desenvolvimento de estudos sobre o uso de tecnologias do DNA, que aumentam a resistência dos cultivos contra eventuais pragas agrícolas. Os resultados das pesquisas podem ser divulgados por meio de relatórios, cartazes ou mídias digitais.

## Tema 2 • Energia nas cadeias alimentares

Neste tópico são abordados os seguintes conteúdos: o fluxo de energia nas cadeias alimentares, pirâmide de energia e a relação entre a energia e a vida. Com o intuito de examinar os conhecimentos prévios dos estudantes e planejar as atividades de forma eficiente, é possível iniciar o tema por meio de questões orais dirigidas para a turma inteira. Durante essa dinâmica, evite qualquer forma de *bullying*, respeitando a participação de todos igualmente.

Uma possível questão seria a seguinte:

- “A quantidade de energia transferida entre os níveis tróficos de uma cadeia alimentar é igual ou diferente? Por quê?”. Faça esse questionamento juntamente ao esquema presente na abertura de uma cadeia alimentar simples, constituída por sementes, cutia e jaguatirica. É possível que os estudantes concluam que a quantidade de

energia transferida é distinta entre os níveis tróficos, sendo menor conforme aumenta a distância do primeiro nível trófico. Essa diminuição se dá porque a energia obtida por um ser vivo é transformada em energia passível de ser utilizada por suas células, além de ocorrerem “perdas” ao ambiente. Caso eles não consigam chegar a essa conclusão, conduza o raciocínio de suas respostas para tal. Além disso, é importante ressaltar que a energia não é perdida na natureza, mas dissipada ao ambiente, deixando de ser incorporada pelos níveis tróficos subsequentes.

É importante dizer que o comparativo entre a quantidade de energia disponível em cada nível trófico é feito considerando o percentual de energia disponibilizado por um mesmo valor de mesma massa dos seres vivos presentes em cada nível trófico. Se considerarmos, por exemplo, o esquema da abertura, podemos afirmar que, em termos percentuais, um grama da biomassa das sementes disponibiliza mais energia que um grama da biomassa da cutia, que, por sua vez, disponibiliza mais energia que um grama da biomassa da jaguatirica.

### » Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares

O esquema que representa o fluxo de energia em uma cadeia alimentar pode ser lido em conjunto com os estudantes e reproduzido no quadro, para que interpretem as interações entre matéria e energia neste exemplo. Alguns deles podem levantar a hipótese de que o fluxo de energia não é unidirecional, já que a matéria orgânica morta pode adubar o solo e ser utilizada pelas plantas para obter energia. Caso isso ocorra, explique que, embora as plantas possam utilizar sais minerais e nitrogênio presentes no solo, sua fonte de energia é a radiação solar.

### » Pirâmide de energia

Com o objetivo de aprimorar a análise sobre o fluxo de energia nos ecossistemas, o tema pode ser abordado de modo integrado com a disciplina de Física. No box **Saiba mais**, há uma definição sobre as unidades de energia utilizadas no cotidiano (caloria) e indicadas no Sistema Internacional (Joule). Se desejar, convide o(a) docente(a) com formação disciplinar em Física para demonstrar o uso dessas unidades de medida e como é realizada a conversão entre uma e outra.

Se desejar, ao comentar sobre calorias, peça aos estudantes que tragam para a classe rótulos de alimentos ou bebidas consumidas por eles, a fim de verificarem a quantidade de calorias indicada nas porções de cada alimento/bebida. É possível que investiguem o valor nutricional dos alimentos, reflitam sobre suas dietas e planejem uma alimentação saudável.

## » Energia e vida

Ao introduzir o assunto, questione os estudantes se haveria vida na Terra sem a energia solar. É possível que muitos deles digam que não. Alguns podem discordar e apresentar outro ponto de vista. Procure anotar os argumentos principais no quadro, ouvindo as diferentes perspectivas sobre a discussão, sem que opiniões dissidentes sejam menosprezadas.

Em seguida, demonstre que a energia que flui entre os níveis tróficos precisa ser constantemente inserida nas cadeias alimentares, caso contrário, o fluxo é cessado e os seres vivos passam a não receber a energia necessária para manter suas funções vitais básicas. No caso, sem a energia solar, haveria uma enorme mortalidade de seres vivos. Algumas espécies de bactérias quimiossintetizantes poderiam viver por algum tempo, mas as mudanças climáticas seriam tamanhas que até mesmo elas morreriam.

### Ampliando

Para aprimorar os conhecimentos sobre o fluxo de energia em uma dada comunidade, pode-se fazer uso de um simulador em laboratório virtual. Desse modo, os estudantes poderão experimentar as mudanças nos níveis tróficos e entender melhor sobre o fluxo de energia no ambiente. Para este assunto específico, recomenda-se o *link* a seguir. SIMULADOR da evolução de uma comunidade com três níveis tróficos. Casa das ciências. **Casa das Ciências**. Disponível em: <https://www.casadasciencias.org/recurso/6662>. Acesso em: 7 set. 2020.

Antes de utilizá-lo, é necessário fazer o registro na plataforma, baixar a ferramenta e usar os botões que regulam as variáveis do simulador. As instruções de uso são simples e estão disponíveis na página do *link* indicado. Contudo, sugere-se o teste prévio da plataforma no próprio ambiente escolar. É possível baixar o programa e utilizá-lo sem a conexão com a internet. Se não houver laboratório de informática na escola, os estudantes poderão realizar a atividade em casa ou em espaços próprios.

Essa tarefa é importante para que a turma aprenda de modo lúdico e se interesse por outros objetos do conhecimento, tais como a programação e o desenvolvimento de *softwares*, habilidades relacionadas com o projeto de vida dos educandos. Além disso, o uso de tecnologias digitais para a construção de conhecimentos é previsto na **competência geral 5**. A análise das transformações de energia por meio de aplicativos digitais é prevista na habilidade **EM13CNT101**. Se não houver acesso a computadores, pode-se desenvolver jogos de tabuleiro que simulem situações de fluxo de matéria e energia.

## Tema 3 • Ciclos biogeoquímicos

Este tema trata dos seguintes conteúdos: ciclo do carbono e ciclo do nitrogênio, além das interferências de atividades humanas neles. É possível fazer alguns questionamentos prévios para averiguar o conhecimento dos estudantes e planejar as aulas referentes a esses temas. Por exemplo:

- “Os elementos químicos são destruídos pelos sistemas biológicos?”. Espera-se que os estudantes reconheçam que os seres vivos não destroem os elementos químicos. Eles apenas transformam a matéria por meio de reações químicas. Se esse conceito não ficar claro, é possível rever as reações de fermentação alcoólica, em que as leveduras convertem os açúcares da farinha, por exemplo, em etanol e gás carbônico. As reações da fermentação podem ser ilustradas no quadro para que a turma perceba que os elementos químicos são reconfigurados em novas moléculas, sem que haja destruição da matéria.
- “Onde os elementos químicos são encontrados no ambiente?”. É possível que a maior parte dos estudantes reconheça que há elementos químicos nas massas de ar, em corpos d’água, presente em minérios do solo e nos seres vivos, por exemplo.

A abertura deste tema apresenta o funcionamento de uma usina de biogás, que vem se popularizando nas últimas décadas. Ela foi utilizada para retomar as transformações de energia nos ecossistemas, anteriormente apresentadas nesta Unidade, e introduzir a ciclagem de matéria, que é apresentada neste tema. Explore o esquema apresentado, solicitando a voluntários que realizem sua leitura em voz alta. Se desejar saber mais sobre o assunto, acesse o *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

### » Ciclo do carbono

Antes de iniciar o tema sobre o ciclo do carbono, comente com os estudantes que o carbono é um elemento estrutural de biomoléculas e, portanto, os processos de degradação e síntese de compostos orgânicos causam a transferência deste elemento químico na natureza.

Se desejar, explique a eles que os bois, as ovelhas e as cabras são exemplos de animais ruminantes, ou seja, de mamíferos herbívoros poligástricos (com mais de uma câmara estomacal). O processo digestivo desses animais conta com a ação de bactérias simbióticas que possibilitam a degradação da celulose. Durante a digestão, ocorre liberação de gás metano. Se julgar adequado, é possível elaborar uma atividade para que os estudantes façam uma pesquisa e comparem a digestão dos ruminantes com a dos seres humanos, observada na **Unidade 3** deste Volume.

## » Atividades humanas e o ciclo do carbono

Antes de iniciar a aula sobre os efeitos das atividades humanas sobre o ciclo do carbono, questione os estudantes se o efeito estufa é um fenômeno natural ou provocado pelas ações humanas. É importante que eles compreendam que o efeito estufa é um fenômeno natural, importante para a manutenção da temperatura média da Terra adequada à existência de vida. Contudo, as atividades humanas têm aumentando as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, contribuindo para a intensificação deste fenômeno.

Entre as consequências de sua intensificação estão as mudanças climáticas. Apresente outros efeitos decorrentes delas, como a alteração do regime de chuvas de uma região, que pode prejudicar o ciclo de vida de algumas plantas. Com seu crescimento prejudicado, a oferta de alimentos a animais herbívoros pode reduzir, levando-os à morte.

Além disso, cite o derretimento das geleiras, que pode provocar a morte de diversas espécies que utilizam o local como abrigo, para buscar alimentos ou parceiros para reprodução, como alguns invertebrados, espécies de aves, pinguins, focas e o urso-polar.

## » Ciclo do nitrogênio

Diga aos estudantes que o nitrogênio é comum em aminoácidos, proteínas e nas bases nitrogenadas do DNA e RNA, sendo um dos elementos químicos essenciais à vida.

Comente com eles que a prática de queimadas, ou a acidificação do solo, pode levar os organismos nitrificantes à morte, o que gera a infertilidade do solo de maneira indireta. Portanto, é necessário tomar cuidados para evitar ao máximo a queimada ou a contaminação da terra por agentes acidificantes, por exemplo. Enfatize que as plantas não conseguem utilizar diretamente o nitrogênio gasoso presente na atmosfera.

## » Atividades humanas e o ciclo do nitrogênio

Ao mencionar a formação da chuva ácida, explique aos estudantes que os óxidos de nitrogênio ou de enxofre liberados na atmosfera reagem com as águas das chuvas, resultando na formação de ácido nítrico e de ácido sulfúrico, respectivamente, que são ácidos fortes. Ao chegarem ao solo, eles podem causar a morte de plantas e microrganismos.

## #FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre a geração de energia por meio de lixo e resíduos, acesse o *link* a seguir. VASCONCELOS, Y. O melhor lixo. **Pesquisa FAPESP**, ed. 91, set. 2003. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-melhor-do-lixo/>. Acesso em: 7 set. 2020.

## Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Essa seção apresenta uma integração com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, pois aborda a importância histórica e social da agricultura utilizando como contexto integrador o ciclo do nitrogênio. Questões que relacionam a produção agrícola, o aumento da população e a conservação do ambiente podem ser exploradas nesta proposta. Se possível, planeje o trabalho desta seção em conjunto com o(a) docente(a) de Geografia.

A importância da reação de síntese de amônia é inegável ao aumento da produtividade agrícola. Na época de seu descobrimento, ela foi importante para o suprimento da Alemanha, cujas importações de salitre (outra fonte de nitrato explorada) do Chile haviam sido barradas. Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o artigo sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

No boxe **Espaços de aprendizagem** permite que os estudantes ampliem seus conhecimentos sobre áreas de atuação no mercado de trabalho. Nesse caso, é indicado a eles que visitem a propriedade de um produtor rural. Se não for possível, pode-se convidar um produtor rural para ir até a escola e compartilhar suas experiências com os estudantes. Neste caso, peça a ele que leve fotografias que ilustrem seu trabalho, de modo a enriquecer a conversa.

## #FICA A DICA, Professor!

- O artigo a seguir apresenta aspectos históricos relacionados à síntese de amônia. CHAGAS, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, jan./fev. 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000100039](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000100039). Acesso em: 7 set. 2020.

## Unidade 1 • A composição dos ambientes

1. Resposta pessoal. Possíveis respostas: água, ar, solo, Sol, vegetais, turbinas eólicas.
2. Resposta pessoal. Possíveis respostas: energia luminosa do Sol sendo transformada em energia térmica que aquece o ambiente; energia mecânica do vento sendo transformada em energia elétrica pelas turbinas eólicas; diferentes tipos e transformações de energias nos seres vivos.
3. Transformações físicas e transformações químicas. Neste momento, os estudantes podem apenas citar exemplos de transformações químicas e físicas da matéria, sem especificar que se trata desses tipos de transformações.
4. Resposta pessoal. Com relação aos componentes vivos, é possível que os estudantes apontem as plantas; com relação aos componentes não vivos, é possível que os estudantes apontem a areia, a água ou as turbinas eólicas. Quanto às características, algumas possíveis respostas são: o ser vivo apresenta células, metabolismo, ciclo de vida, material genético, respostas a estímulos ambientais, características não presentes no componente não vivo.

### Tema 1: Estados físicos da matéria

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes indiquem a situação 2, pois a água parece estar mais aquecida, já que está borbulhando.
2. Transformação física, pois o ferro está passando do estado sólido para o líquido, sem a formação de novas substâncias.

### Atividades

1. a) A transpiração dos vegetais consiste na perda de água na forma de vapor, que, ao se acumular na atmosfera, pode formar nuvens e resultar na ocorrência de chuvas. As chuvas podem escoar sobre a superfície terrestre e reabastecer corpos d'água; ou infiltrar-se no solo, reabastecendo reservatórios subterrâneos. Portanto, podemos dizer que as plantas contribuem para a distribuição da água pela superfície do planeta.  
b) O desmatamento remove a cobertura vegetal existente na superfície e, com isso, ocorre diminuição da taxa de transpiração de plantas, o que significa menor quantidade de vapor de água na atmosfera. O desmatamento influencia no regime de chuvas da região, reduzindo a ocorrência de precipitações. A baixa ocorrência de chuvas pode prejudicar a agricultura, pois muitos cultivos dependem delas para se desenvolver. Além disso, pode diminuir o nível dos reservatórios de água utilizados em usinas hidrelétricas para a geração de energia elétrica. Como a transpiração dos vegetais presentes na Amazônia é responsável pelas precipitações que ocorrem ao longo de diversas regiões país,

o desmatamento da floresta reduz as chuvas, prejudicando as atividades econômicas do setor agropecuário e a geração de energia elétrica nessas regiões. Explique aos estudantes que a cobertura vegetal intercepta a água das chuvas, evitando que ela infiltre no solo por completo. A água interceptada, então, pode evaporar, contribuindo para a taxa de evapotranspiração da floresta.

c) Resposta pessoal. O objetivo dessa atividade é mostrar aos estudantes algumas características da Amazônia, sobretudo da biodiversidade que abriga. O *link* a seguir pode ser indicado como sugestão de pesquisa sobre a floresta Amazônica. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 7 set. 2020.

2. a) Sim, pois as atividades humanas que utilizam a água presente em corpos d'água diminuem sua disponibilidade nesses reservatórios, dando a elas outros fins (no caso, fins para o setor produtivo). A água usada nem sempre é devolvida ao ambiente tal como fora "retirada" dele. Por exemplo, a água utilizada para irrigação de plantações pode ser contaminada pela presença de agrotóxicos e essa contaminação chegará a rios e lagos, pelo escoamento superficial ou pela infiltração no solo.  
b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes deduzam que o consumo consciente de bens e de serviços também significa um consumo consciente indireto de água, pois esse recurso é amplamente utilizado no setor produtivo. Para os exemplos, os estudantes devem citar atitudes que minimizem o consumo indireto de água. Possíveis exemplos: não deixar que se estraguem os alimentos que possuem em casa, resultando em desperdício; comprar, de modo consciente, roupas e calçados, evitando quantidades exageradas; reduzir o uso de aparelhos elétricos e evitar que sejam mantidos ligados quando fora de uso; reaproveitar e reciclar materiais, entre outros.
3. a) A pavimentação impede a infiltração da água da chuva no solo, que irá escoar sobre a superfície das ruas até encontrar um local que possa se infiltrar ou um corpo d'água. Em épocas chuvosas, o volume de água precipitado é tão grande que pode se acumular em determinados locais das cidades (geralmente em locais planos e mais baixos, o que pode provocar alagamentos). Assim, podemos dizer que os alagamentos em áreas pavimentadas ocorrem porque a infiltração da água da chuva no solo (uma etapa do ciclo da água) é impedida de acontecer.  
b) Resposta pessoal. É esperado que os estudantes proponham manter áreas não pavimentadas (em canteiros e parques, por exemplo) e indiquem a construção de bueiros em áreas propícias a alagamentos. Aproveite o assunto para conversar com eles sobre a possibilidade de implantação da pavimentação ecológica em algumas regiões de cidades que sofrem por alagamentos constantes. Esse tipo de pavimentação tem como característica ser permeável, ou semipermeável, permitindo que a água das chuvas infiltre no solo. Se desejar, sugira a leitura da reportagem indicada a seguir. Disponível

em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/02/16/cidades-esponja-conheca-iniciativas-pelo-mundo-para-combater-enchentes-em-centros-urbanos.ghtml>. Acesso em: 7 set. 2020.

## Tema 2: Substâncias e misturas

- Três átomos. A molécula de água é formada por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio.
- Mistura heterogênea de quatro componentes e três fases visuais – água e sal (1 fase), areia (1 fase) e óleo (1 fase).
- Definições de água: a água pura é constituída somente por moléculas de água; a água mineral é proveniente de fontes naturais que possuam propriedades químicas, físicas ou físico-químicas com características que lhes conferem uma ação medicamentosa; a água potável é própria para o consumo, sem efeito medicamentoso e que não tenha contaminantes químicos ou biológicos em concentrações capazes de causar doenças; a água dura apresenta alto teor de cátions, principalmente de cálcio e magnésio (acima de 150 mg/mL); a água salgada contém, em média, 3,5 mg/mL de sais dissolvidos, principalmente cloreto de sódio (a água do mar é um exemplo de água salgada); a água doce contém até 0,5 mg/mL (a água das geleiras, dos rios e lagos são exemplos de água doce). Sólido-líquido (0 °C); líquido-vapor (100 °C), pois essas são as temperaturas de fusão e ebulição da água pura, uma substância pura que apresenta temperatura constante de fusão e ebulição, como mostra o gráfico “Mudanças de estado físico de uma substância pura”. As outras denominações da água indicam uma mistura homogênea, assim, cada substância possui temperatura de fusão e de ebulição diferentes, não sendo possível observar temperatura constante durante as mudanças de estado físico.
- A amostra **A** corresponde à água pura, pois a mudança de estado físico ocorreu sob temperatura constante. A amostra **B** corresponde à água do mar, pois a mudança de estado físico não ocorreu em temperatura constante devido às diversas substâncias presentes, cada uma delas com temperaturas específicas para a fusão.
- Como o volume de água deslocado foi de 2 mL, então:

$$d_{\text{objeto}} = \frac{m}{V} \Rightarrow d_{\text{objeto}} = \frac{14,5}{2} \Rightarrow d_{\text{objeto}} = 7,25 \text{ g/mL}$$

### Atividades

- Centrifugação, pois acelera a separação de uma mistura heterogênea de diferentes componentes com diferentes densidades. Quanto maior a velocidade, mais rápido as porções mais densas do sangue se separam das menos densas. No fundo do tubo ocorre depósito dos componentes mais densos e sobrenadam os menos densos.
  - Os anticorpos são encontrados no plasma sobrenadante.
  - Espera-se que os estudantes proponham um tipo de campanha com frases ou ilustrações que despertem a

consciência da comunidade local para a importância da doação de sangue. Oriente-os na elaboração do panfleto, no qual devem estar indicados alguns problemas associados à diminuição dos bancos de sangue, como a limitação na realização de procedimentos cirúrgicos ou mesmo na obtenção de outros componentes utilizados para diversos tratamentos, como hemácias, plasma e anticorpos. O panfleto pode ser físico ou digital. A distribuição à comunidade pode ocorrer manualmente, no *site* da escola, por *e-mails* ou por mensagens de texto.

- 2, 4 e 5.
  - 1 e 3.
  - 1 e 3.
- A Idade dos Metais é subdividida em Idade do Cobre (3 300 a 1 200 a.C.), Idade do Bronze (3 300 a 700 a.C.) e Idade do Ferro (1 200 a 1 000 a.C.). O bronze é um exemplo de liga metálica formada principalmente por cobre e estanho. Esta atividade pode ser trabalhada em conjunto com um(a) professor(a) da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Se possível, solicite a um(a) professor(a) de História ou Sociologia que compareça à aula e forneça mais informações sobre a Idade dos Metais e auxilie na resolução da questão.
    - O aço é uma liga metálica formada de ferro e carbono, de baixo custo de produção, resistente ao desgaste, ao impacto e à corrosão, entre outras vantagens. É possível ressaltar que existem diferentes tipos de aço, que variam quanto a composição, forma e aplicação. São exemplos o aço inoxidável, o aço carbono, o aço galvanizado, o aço liga, o aço ferramenta e o aço construção mecânica.
    - Resposta pessoal. Existem diversas ligas que podem ser citadas. A liga de titânio-alumínio-manganês (Ti-Al-Mn), por exemplo, é utilizada em peças para aviões a jato por ser resistente, leve e suportar altas temperaturas.
    - As misturas estão presentes em quase tudo que nos cerca. Ao misturar diferentes materiais, é possível obter uma combinação de suas propriedades, como objetos mais resistentes, leves e sustentáveis do que os que seriam fabricados com a matéria-prima bruta. O aço é um bom exemplo das vantagens de misturas de materiais.

## Tema 3: Energia

- Resposta pessoal. O objetivo deste questionamento é direcionar os estudantes para os valores envolvidos na história. É possível que os eles respondam que William precisou estudar para resolver o problema, entretanto, é importante ressaltar outros aspectos de William, como iniciativa, proatividade (ele não se conformava com a situação e queria resolvê-la), curiosidade, criatividade, força para vencer as dificuldades, vontade de estudar, percepção de que a ciência poderia ajudá-lo na resolução de um problema, entre outros.
- Resposta pessoal. Aproveite para conversar com os estudantes sobre a importância da Ciência em decisões cotidianas.
- Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam

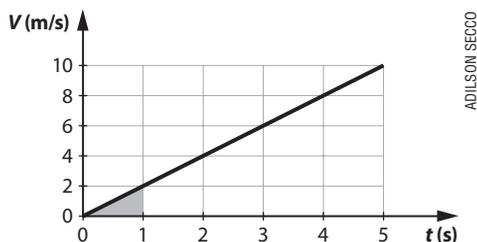
que a frase é incorreta, pois William não criou a energia elétrica: ele montou um aparato que transformou a energia eólica em energia elétrica.

### Atividades

- a) (P)      c) (M)      e) (P)      g) (P)  
 b) (P)      d) (P)      f) (M)      h) (M)
- (EPE) associada à deformação do elástico. (EC) associada à velocidade. (EPG) associada à posição em relação ao solo.
- Quando as ondas de rádio são captadas, o rádio as transforma em sinais elétricos, acumulando energia elétrica no circuito eletrônico. Esses sinais são ampliados pela energia elétrica gerada pela energia química das pilhas. O funcionamento do circuito faz o autofalante do rádio vibrar, conforme os pulsos elétricos transformam parte dessa energia em energia sonora.
- Ponto A: energia potencial gravitacional. Ponto B: energia cinética. Ponto C: energia potencial gravitacional.
- Não. Há outras transformações que ocorrem, por exemplo, energia térmica e energia sonora. Deve-se considerar também que parte da energia está associada à formação de novas ligações químicas nos produtos da reação.
- Espera-se que os estudantes digam que a energia cinética adquirida em 1 transforma-se em energia potencial gravitacional e elástica em 2, até atingir o máximo de energia potencial gravitacional em 3. No final, em 4, toda a energia é dissipada no amortecimento ao atingir o colchão. Para a realização desta atividade foram omitidas algumas formas de energia, como a energia térmica e a energia sonora dissipadas para o ambiente durante a corrida, o salto e a queda no colchão. Caso ache interessante, comente com os estudantes.

### Tema 4: Movimentos

- Resposta pessoal. É possível que os estudantes respondam que não, entretanto, tudo depende do referencial. Além disso, os átomos que formam a liga metálica também estão em movimento.
- Em c.
- a) Sabe-se que sua aceleração é de  $2 \text{ m/s}^2$  e que partiu do repouso. O aumento de sua velocidade é de  $2 \text{ m/s}$  a cada segundo. Logo, no instante  $t = 1 \text{ s}$ , sua velocidade será de  $2 \text{ m/s}$ . Com isso, constrói-se o gráfico de sua velocidade para determinar o deslocamento no instante  $1 \text{ s}$ :



O deslocamento no primeiro segundo é:

$$d = \frac{1 \cdot 2}{2} \Rightarrow d = 1 \text{ m}$$

Para saber no instante  $6 \text{ s}$ , basta aplicar a proporção dos números ímpares:

$$D = (2 \cdot n - 1) \cdot d$$

Então:

$$D = (2 \cdot 6 - 1) \cdot 1 \Rightarrow D = (12 - 1) \cdot 1 \Rightarrow D = 11 \text{ m}$$

b) Pode-se utilizar a proporção de Galileu para determinar o deslocamento em cada segundo, somando todos no final.

Tempo	Distância
1º segundo	1 m
2º segundo	3 m
3º segundo	5 m
4º segundo	7 m
5º segundo	9 m
6º segundo	11 m

Deslocamento total:

$$\Delta s = 1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 \Rightarrow D = 36 \text{ m}$$

### Atividades

- Explique aos estudantes que *commodities* (mercadorias) são matérias-primas que possuem baixo nível de transformação e que podem ser armazenadas por longos períodos, como petróleo, café, soja e ouro. Se achar interessante, converse com um(a) professor(a) da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e verifique a possibilidade de trabalhar essa atividade em conjunto com ele(a), de maneira a abordar o assunto das transformações de energia e matéria, trabalhadas neste volume, em contextualização com a economia brasileira.

a) O texto critica o fato de que mesmo se o Brasil tivesse uma tecnologia de ponta, presente em países desenvolvidos, como é o caso do TAV, o governo brasileiro ainda precisaria resolver outros problemas primeiro.

b) Deslocamento:  $\Delta s = 510 \text{ km}$

Tempo de percurso:  $1\text{h}48\text{min} = 1,8 \text{ h}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{510 \text{ km}}{1,8 \text{ h}} \Rightarrow v_m \cong 283,3 \text{ km/h}$$

c) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem a  $v_m$  de  $283,3 \text{ km/h}$  e a distância entre a cidade escolhida para calcular o  $\Delta t$ . Se achar conveniente, durante a resolução da atividade, escolha com os estudantes uma cidade para que todos realizem o mesmo cálculo.

2. a) A – B: movimento uniforme.  
B – C: movimento uniformemente variado acelerado.  
C – D: movimento uniformemente variado retardado.  
b) Trecho AB:  $\Delta s_I = 15 \cdot 2 = 30 \text{ m}$

$$\text{Trecho BC: } \Delta s_{II} = \frac{(25 + 15) \cdot (4 - 2)}{2} = 40 \text{ m}$$

$$\text{Trecho CD: } \Delta s_{III} = \frac{(25 + 20) \cdot (6 - 4)}{2} = 45 \text{ m}$$

$$\text{Deslocamento total: } \Delta s_T = 30 + 40 + 45 = 115 \text{ m}$$

c) Trecho AB:  $a_m = 0$  (velocidade constante)

$$\text{Trecho BC: } a_m = \frac{25 - 15}{2} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Trecho CD: } a_m = \frac{20 - 25}{2} = -2,5 \text{ m/s}^2$$

3. O objeto percorreu, em 1 s, o equivalente a um andar. Aplicando a proporção de Galileu, é possível concluir que em mais 1 s percorrerá três andares e em mais 1 s, percorrerá mais cinco andares. Portanto, em 2 s, percorrerá mais 8 andares. Logo, no instante 3 s, ele passará em frente à janela do 11º andar.

## Tema 5: A unidade básica da vida

- Espera-se que os estudantes respondam que sim. Aproveite para verificar quais associações os estudantes realizam entre matéria, energia e vida.
- Átomos e moléculas.
- Órgãos (pâncreas, coração e rins); tecido (sangue); células; moléculas (insulina e glicose). Caso os estudantes apresentem dificuldades em identificar todos os níveis de organização presentes no texto, oriente-os a realizar uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.

## Oficina científica

- Resposta pessoal. É esperado que os estudantes concluam que sim, pois a gota de água pode atuar como uma lente de aumento, cuja ampliação seja suficiente para observar microrganismos unicelulares contidos nela.
- Resposta pessoal. Utilizando um método de separação, como a destilação simples. Neste caso, o experimento não funcionaria, pois a amostra teria somente moléculas de água, sendo impossível sua observação por meio do aparato criado.
- Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes deduzam não ser possível inferir que existe vida em todos os ambientes aquáticos, pois utilizaram somente uma amostragem. Neste momento, é possível sugerir a eles que realizem novas coletas, de locais diferentes, para ampliar a amostragem e criar novas argumentações. Aproveite para conversar sobre os limites explicativos das ciências, pois os resultados obtidos por uma pesquisa se referem apenas ao contexto por ela investigado, não sendo possível fazer generalizações.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes elaborem questionamentos aos seus colegas sobre o procedimento realizado e/ou assuntos relacionados. Os questionamentos devem ser respondidos pelos demais colegas do grupo. Sugestões de questionamentos relacionados à atividade prática: a) Quantos “tipos” de microrganismos distintos foi possível identificar nas amostras coletadas? Nesse caso, os estudantes devem identificar diferenças perceptíveis entre os microrganismos visualizados em todas as amostras, para a contagem dos “tipos”. Salientamos que não podemos nos referir a espécies, pois não é possível afirmar que são diferentes espécies apenas por essa observação. Assim, optamos por manter a designação “tipos”. b) Se uma gota de água de outro ambiente (mar, rio, poça de água) fosse analisada, os microrganismos seriam diferentes? Para esta questão, seria interessante a realização da coleta de amostras de outros locais. Talvez não seja possível identificar as diferenças. c) Cite uma característica comum e uma diferença entre seres unicelulares e seres pluricelulares. Semelhanças: constituídos por células, possuem ciclo de vida, metabolismo e são capazes de responder a estímulos; diferenças: seres unicelulares são constituídos por uma célula e possuem representantes procariontes e eucariontes; seres pluricelulares são constituídos por arranjos de células e possuem apenas representantes eucariontes.

## Atividades

- Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes se posicionem favoravelmente ou contrariamente ao uso das células He-La em pesquisas científicas, apresentando argumentos consistentes e coerentes ao seu posicionamento. Para a construção de seus argumentos, pode-se sugerir que pesquisem sobre os preceitos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos e a insistência da família de Henrietta Lacks em obter reconhecimento e indenização. Caso eles queiram obter mais informações sobre as células He-La, recomende a leitura da reportagem presente no *link*: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-39248764>. Acesso em: 7 set. 2020.
- a) A molécula corada foi o DNA, que se encontra no núcleo de células eucarióticas. Por isso, o que a seta aponta é o núcleo celular.  
b) Vacúolos e plastos.  
3. a) Os danos à saúde provocados pela fumaça proveniente das queimadas da floresta amazônica.  
b) A exposição à fumaça proveniente das queimadas pode causar danos ao material genético e morte de células pulmonares.  
c) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes exerçam sua criatividade e elaborem um título para o estudo reportado. O título original do estudo é "Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells" (em tradução livre: "A queima de biomassa na região amazônica causa danos ao DNA e morte celular em células pulmonares humanas").  
d) Sistema respiratório.

## Atividades extras

- a) Espera-se que, primeiro, os estudantes identifiquem os elementos vivos e não vivos presentes na cena. Em seguida, é importante que diferenciem os tipos de transformação de matéria e energia que podem estar presentes, de maneira que possam inferir algumas, como a transformação de energia solar em outras formas de energia pela fotossíntese das plantas, ou da transformação de energia mecânica dos ventos em energia elétrica pelas turbinas eólicas.

b) A produção de energia elétrica a partir de usinas eólicas.

c) Sim, pois a utilização dos ventos para a produção de energia elétrica gera um baixo impacto ao ambiente se comparada a outras formas de obtenção de energia, como a construção de hidrelétricas ou usinas termelétricas. A resolução desta atividade pode ser feita por meio do pensamento computacional. Primeiramente, o estudante deve decompor o problema, ou seja, entender que ele precisa produzir um texto sobre cada um dos itens do esquema. Ao decompor, ele poderá pensar somente na resolução da letra A: leitura do texto, da legenda e da imagem. Após identificado ele vai criar uma sequência de passos, um plano, para que isso aconteça. Por exemplo: vou ler o texto, olhar a imagem, olhar a legenda, voltar na imagem e ler o texto novamente. Este procedimento torna-se padrão e pode ser repetido para a resolução de cada uma das letras do esquema.
- a) A solidificação e a sublimação.

b) Na etapa 2.

c) A destilação simples. Nela, a água é aquecida até atingir sua temperatura de fusão, tornando-se vapor. Em seguida, esse vapor é resfriado e a água se condensa em outro recipiente.

d) Um produto desidratado também tem sua água retirada. Entretanto, o processo é uma secagem simples, a qual altera a estrutura de seus componentes, sua aparência e, no caso dos alimentos, seu sabor. Entre as vantagens estão a de manter as propriedades nutritivas, no caso dos alimentos, e texturas semelhantes aos produtos originais; conservar os alimentos por mais tempo; facilidade de transporte e de reidratação; ser um processo não poluidor, que usa pouca água residual; maior facilidade de digestão. Entre as desvantagens estão a facilidade de hidratar e a fragilidade, pois devem ser embalados e estocados cuidadosamente; precisar de embalagens especiais, que sejam hermeticamente fechadas; ademais, o processo de produção é lento, o equipamento é caro e o custo energético é alto. Entre os produtos liofilizados estão enzimas, hormônios, anticorpos, vacinas, organismos vivos como células, bactérias, fungos e vírus, livros danificados por inundações, artefatos de museu, café em pó, mariscos, carne, peixe, ervas aromáticas, frutas e hortaliças, cogumelos, preparações (café com leite, sopas), leite, queijo, iogurte, ovo, condimentos e extratos solúveis e rações.
- a) Densidade.

b) Gramas para medir a massa e mililitro para medir o volume.

c) Técnica da pesagem em balança e medição de volume em proveta.
- a) A manchete pode ser considerada imprecisa, pois os alimentos não dão energia ao nosso corpo: ela é obtida por processos metabólicos, como a digestão. Nosso organismo obtém energia a partir da quebra de ligações químicas mais energéticas em ligações químicas menos energéticas. A energia liberada nesse processo é utilizada por nosso organismo de diferentes modos: para se aquecer, se movimentar, realizar diferentes funções celulares etc.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes exerçam sua criatividade para elaboração de uma nova manchete, considerando que um tipo de energia é transformado em outros (no caso, energia para as células, energia térmica, energia cinética quando há movimento do organismo etc.). Sugestões: A energia obtida pela digestão dos alimentos promove a manutenção da vida. O organismo humano realiza transformações de matéria e energia.

c) Organismo (corpo); sistemas, órgãos, tecidos, células, moléculas e átomos.

d) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes conversem sobre eventuais riscos associados à veiculação das *fake news*, como riscos à saúde (pela ação ou pelos efeitos falsos de alguns medicamentos e de determinadas “dietas alimentares”); à distribuição de produtos ou ao acesso a eles (por boatos de aumento de preço ou de esgotamento de alguns produtos, que levam as pessoas a querer adquiri-los em maior quantidade), entre outros. Espera-se também que eles conversem sobre formas de combater as *fake news*, como verificar a confiabilidade das fontes de veiculação de notícias; buscar a mesma informação em fontes diferentes; não compartilhar notícias e informações duvidosas etc.
- Alternativa c.
- (2) A energia elétrica transforma-se em energia de movimento (cinética) e térmica.

(1) A energia potencial transforma-se em energia cinética e térmica.

(4) A energia potencial de interação gravitacional transforma-se em energia cinética, que se transforma em elétrica.

(3) A energia potencial química transforma-se em energia de movimento (ou cinética) e em luminosa e em sonora.

(5) A energia potencial química transforma-se em energia térmica, que se transforma em cinética e, por sua vez, em elétrica.
- Alternativa a.
- Alternativa c.  
Resolução:  
 $\Delta t = 1 \text{ min e } 24 \text{ s} = 60 \text{ s} + 24 \text{ s} = 84 \text{ s}$   
 $\Delta s = 2,1 \text{ km} = 2,1 \cdot 1000 \text{ m} = 2100 \text{ m}$   
 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2100}{84} = 25 \text{ m/s} = 25 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 90 \text{ km/h}$

9. Alternativa a.
10. Alternativa b.

## Integrando com...

### Matemática e suas Tecnologias

1. Micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) =  $10^{-6}$  m; nanômetro (nm) =  $10^{-9}$  m; e ângstrom (Å) =  $10^{-10}$  m
2. Gotícula de muco =  $1 \cdot 10^{-5}$  m; diâmetro do coronavírus = entre  $6 \cdot 10^{-8}$  e  $1,4 \cdot 10^{-7}$  m; diâmetro do átomo de carbono =  $1 \cdot 10^{-10}$  m.

3. O diâmetro da gotícula de muco é maior, correspondendo a 50 vezes o tamanho da bactéria *Mycoplasma pneumoniae*. Peça aos estudantes que utilizem os valores expressos em notação científica do diâmetro da gotícula de muco ( $10 \cdot 10^{-6}$  m) e da bactéria ( $2 \cdot 10^{-7}$  m) para responderem. É possível verificar que a gotícula de muco é maior que a bactéria. No caso, 50 vezes maior. Para determinar quantas vezes ela é maior, basta realizar uma divisão:

$$\frac{10 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-7}} = 5 \cdot 10 = 50$$

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes pesquisem formas de prevenção de doenças de uma maneira geral, entre elas a covid-19. Algumas medidas que podem ser tomadas: lavar as mãos com água e sabão; higienizá-las com álcool em gel quando não for possível lavá-las com água e sabão; higienizar periodicamente portas, maçanetas, celulares, mesas, teclados e demais objetos que entram em contato com as mãos frequentemente com álcool 70%; evitar levar as mãos ao rosto; manter distância entre as pessoas; entre outras medidas. Os sites indicados a seguir constituem boas fontes de pesquisa: BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus (Covid-19)**. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br>. Acesso em: 7 set. 2020. QUANTO tempo o novo coronavírus vive em uma superfície ou no ar? **G1**, 27 fev. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/02/27/quanto-tempo-o-novo-coronavirus-vive-em-uma-superficie-ou-no-ar.ghtml>. Acesso em: 7 set. 2020. Oriente os estudantes na confecção dos panfletos solicitados e na sua distribuição à comunidade escolar. Eles podem ser feitos à mão ou no computador, em aplicativos digitais, e posteriormente, impressos. A distribuição pode ser realizada pelos próprios estudantes aos demais, matriculados em outros anos letivos, aos funcionários da escola e aos pais e responsáveis. Se optarem por confeccionar panfletos digitais, é possível compartilhá-los entre as mídias sociais da escola.

5. Resposta pessoal. Posteriormente à conversa no grupo, sugerimos organizar um grande debate com a sala. Se achar interessante, é possível promover uma palestra com um especialista na área com a escola, com a intenção de reforçar as orientações sobre os cuidados de higiene pessoal, bem como outras atitudes de manutenção da saúde de maneira geral. Escutar as experiências dos

estudantes, promovendo a empatia, o diálogo, o respeito e destacar a importância da ciência para a sobrevivência da sociedade humana e do planeta.

## Unidade 2 • Estudando a matéria

1. É possível, pelo conhecimento prévio e pelo texto, que os estudantes respondam que moléculas são ligações entre átomos. Caso isso aconteça, é importante mencionar que ligações entre átomos são ligações químicas, enquanto moléculas são conjuntos de átomos ligados entre si por meio de ligações químicas, e que moléculas são a menor partícula de uma substância que caracteriza sua estrutura e as suas propriedades.
2. Possíveis respostas: carbono (C), sódio (Na), oxigênio (O) e hidrogênio (H).
3. Resposta pessoal. Espera-se que o estudante identifique que O é uma representação gráfica do elemento químico oxigênio, e que  $\text{O}_2$  é uma representação gráfica da substância oxigênio, cuja molécula é formada pela ligação entre dois átomos do elemento químico oxigênio.
4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes sejam capazes de relacionar a situação citada por eles com algum tipo de propriedade. Por exemplo, ao pintar uma cerca, é possível que utilizem seu conhecimento prévio de que ela pode ser pintada com uma tinta a óleo, já que esta, em relação à água, é uma substância imiscível. Assim, em um local que possa receber chuva, é recomendado que a tinta utilizada seja à base de óleo, para evitar infiltrações e a decomposição da superfície na qual a tinta foi aplicada.

### Tema 1: Átomos

1. As imagens levam a entender que o objeto representado é uma árvore. Entretanto, estes modelos possuem diferentes graus de composição que vão de um menor número de detalhes até um maior número de detalhes, tornando-se cada vez mais parecidos com o objeto representado. Note que podemos dizer que os desenhos se assemelham cada vez mais a uma árvore porque sabemos exatamente como ela é.
2. Para entender um fenômeno, a ciência inicia seu estudo por meio de modelos que vão se tornando cada vez mais completos conforme novas descobertas vão acontecendo. Converse com os estudantes e diga que parte deste aprimoramento está relacionado ao desenvolvimento de novas tecnologias, como, a evolução dos microscópios e o consequente desenvolvimento de conhecimentos sobre as células.
3. Os sais colocados na chama recebem quantidade de energia suficiente para provocar saltos eletrônicos nas eletrosferas dos seus átomos. Essa energia é emitida na forma de ondas eletromagnéticas cujo comprimento de onda depende do elemento químico. Estas ondas estimulam os cones presentes na retina do olho. Dependendo



5. a) 3 elétrons a menos.  
 b) 3  
 c) Al, Z = 13 e alumínio.
6. Espera-se que os estudantes lembrem-se de que o raio do cátion alumínio ( $Al^{3+}$ ) é muito menor que o do cátion  $Ca^{2+}$ .

### Tema 3: Ligações químicas

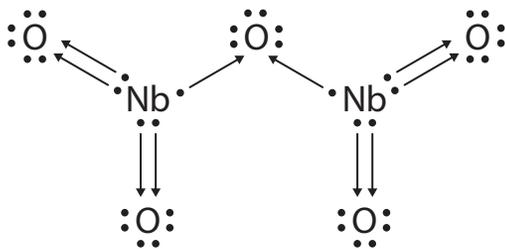
1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes levantem opiniões sobre o fato de que nem todos os produtos industrializados são menos importantes para a saúde e para o ambiente. É importante que eles percebam durante a conversa que, por vezes, a nossa qualidade de vida atual depende de substâncias sintéticas, como pastas de dente, desodorantes, xampus, medicamentos, tecidos, entre outras. Converse eles também sobre a importância de novos materiais sintéticos, que são produzidos visando a sustentabilidade, como plásticos biodegradáveis ou tecidos sintéticos sustentáveis, que além de serem mais facilmente decompostos, utilizam rejeitos orgânicos, como cascas de frutas, folhas, entre outros. Apesar da importância de os estudantes compreenderem de que nem todos os produtos sintéticos são maléficos à saúde ou ao ambiente, é importante ressaltar que em se tratando de alimentação, quanto menor a interferência industrial, ou seja, quanto menor a quantidade de aditivos, estabilizantes e corantes, mais saudável é o alimento. Além disso, resalte que nem tudo o que é natural é necessariamente bom para a nossa saúde, como toxinas de seres vivos ou a ingestão de altas quantidades de castanha do Pará.

#### Atividades

1. a) Resposta esperada: O sal rosa é um composto iônico, pois, como todo sal, libera ânions (formados por não metais) e cátions (formados por metais) quando fundidos ou em solução aquosa. Os compostos iônicos são sólidos à temperatura ambiente, maus condutores de calor e corrente elétrica no estado sólidos, bons condutores de corrente elétrica quando fundidos (estado líquido) ou dissolvidos em água.
- b) Resposta esperada: Os elementos que formam os cátions presentes no sal rosa são: Mg (magnésio), K (potássio), Ca (cálcio), Zn (zinco), Cu (cobre), Fe (ferro) e Na (sódio). Estes são os átomos metálicos, que tendem a diminuir o seu número de elétrons.
- 2.

	Fórmula eletrônica ou Lewis	Fórmula estrutural
a)		
b)		
c)		
d)		

3. Resposta esperada: H — Cl (há um compartilhamento entre o H e o Cl) e H — S — H (o enxofre está no grupo 16 e realiza um compartilhamento com cada hidrogênio).
4. a) O Brasil é o país que tem a maior quantidade de nióbio no mundo, cerca de 90% da quantidade total, por isso ele possui grande importância comercial, além de alavancar a tecnologia com uso em componentes eletrônicos.
- b) Ele é obtido pela extração por escavação em jazidas minerais do solo, processo de purificação para se retirar compostos que estão junto com ele no minério. Posteriormente, nas metalúrgicas, ele é fundido com outros metais conforme as propriedades desejadas da liga metálica com nióbio. Puro, ele tem alta resistência à corrosão e é um excelente condutor de eletricidade, o que torna seu uso interessante em aparelhos eletrônicos.
- c) 5º período, grupo 5; é um metal de transição.
- d) Como a porcentagem de nióbio está na casa dos 2,5% do minério, o dano ambiental de extração destruiria muitas áreas verdes para ter uma produção razoável.
- e) Baixa capacidade de corrosão e imensa capacidade de formar soldas eficientes.
- f) Ligação iônica como demonstrada abaixo.



ADILSON SECCO

#### Tema 4: Interações intermoleculares

1. Resposta pessoal. Considere a citação de respostas que envolvam a questão de “ventosas”. Em seguida, diga aos estudantes que experimentos foram realizados no vácuo, e a lagartixa continuou a subir pela parede. Se necessário, explique a relação entre o vácuo e os conceitos de diferença de pressão para se obter o efeito ventosa. A partir disso, não se espera que eles respondam sobre as interações intermoleculares, mas que levantem hipóteses a partir do conhecimento que até aqui adquiriram sobre moléculas.
2. Apenas as ligações de hidrogênio se rompem. Provavelmente surgirão respostas conceitualmente erradas sobre a água se quebrando em átomos, e nas nuvens se ligando novamente. Faça intervenções com outros materiais que evaporam com facilidade, como éter, acetona e álcool, para que eles possam equiparar e perceber que as moléculas são preservadas por causa do cheiro que permanece e somente as interações intermoleculares são rompidas.

3. Para auxiliar as moléculas de sabão ou detergente a envolver a gordura e, conseqüentemente, arrastá-la com o fluxo de água.
4. O novo coronavírus, denominado SARS-CoV-2, ocasiona a doença chamada covid-19. Seus sintomas mais brandos são similares aos de uma gripe comum. Em casos mais graves, podem ocorrer quadros de insuficiência respiratória e renal, e até resultar no óbito do indivíduo infectado.

A covid-19 é transmitida pelo contato com as secreções de vias respiratórias de pessoas contaminadas, tais como tosse ou espirro. Esse contato pode ocorrer diretamente, quando a secreção contaminada entra em contato direto a mucosa dos olhos, nariz ou boca de uma pessoa sadia; ou indiretamente, quando a pessoa sadia encosta as mãos em objetos e superfícies contaminados e as leva aos olhos, ao nariz ou à boca.

Durante a pandemia, considerando a forma de contágio da doença e o aumento repentino no número de casos ao redor do mundo, os profissionais da saúde recomendaram a adoção de algumas medidas preventivas, tais como o isolamento social e a higienização correta de roupas, calçados, utensílios pessoais e, principalmente, das mãos, com água e sabão. O isolamento social evita a aglomeração de pessoas em locais públicos e diminui sua circulação nas cidades, contribuindo para reduzir a transmissão direta ou indireta da covid-19. As mãos são partes do corpo que utilizamos com frequência em nosso cotidiano para realizar tarefas comuns, para o trabalho, para a prática de esportes e atividades físicas etc. Como existe a possibilidade de transmissão indireta da covid-19 (ou seja, é possível que após tocarmos em superfícies ou objetos contaminados e, na sequência, levemos as mãos às mucosas da boca, do nariz e dos olhos), é importante que as mãos sejam constantemente higienizadas. Assim, para minimizar a transmissão indireta da doença, a recomendação é de lavar as mãos com frequência.

5. Espera-se que os estudantes componham um texto ou produzam um vídeo que explique que, quando a mão possui uma camada grande de sujeira, o álcool não consegue penetrar em toda esta camada, e se ela contiver microrganismos protegidos nesta sujeira, eles podem sobreviver. Já a água com sabão elimina toda a sujeira. Sobre a concentração do álcool, estando ele abaixo de 70%, ocorre perda do poder de desinfecção; acima desta concentração, ele evapora muito rapidamente, pois não possui água suficiente para retardar esta evaporação e dar tempo de sua ação, além do que a água é um agente que facilita o contato do álcool com os microrganismos. Integre esta atividade com Língua Portuguesa, sugerindo a esse(a) professor(a) uma revisão dos textos, e com Arte, sugerindo a esse(a) professor(a) a criação de uma apresentação interessante para o vídeo.

## Atividades

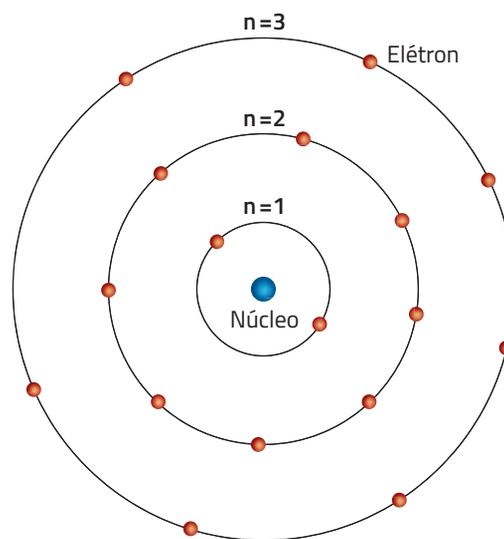
- Estes tracejados representam as ligações de hidrogênio, interação intermolecular que existe entre moléculas polares, especificamente entre os átomos F, O, N e H.
- Como a água é polar, a gasolina é apolar, dado que moléculas de substâncias com polaridades diferentes não se misturam satisfatoriamente. Substâncias polares são miscíveis em outras substâncias polares, assim como apolares se misturam com outras apolares.
- Interações intermoleculares do tipo dipolo induzida, pois, como mencionado no enunciado, as estruturas das patas das lagartixas são apolares.
  - As moléculas presentes na pata das lagartixas estabelecem uma interação do tipo dipolo induzido entre si e as moléculas da parede suficientemente intensas para sustentar a massa de seu corpo fixa à parede.
- A lavagem das mãos deve ser feita sempre antes das refeições, antes e após transitar em locais públicos, antes e após ir ao banheiro, antes e após as refeições ou preparo de alimentos, pois esses são os momentos em que teremos nossas mãos mais vulneráveis ao contágio com microrganismos e, principalmente, facilitando esse contágio com a parte interna do nosso corpo.
  - O SARS-Cov-2 apresenta um envelope membrano-lipídico ao seu redor. Ao lavar as mãos, a parte apolar das moléculas de sabão interage com os lipídios (gordura) desse envelope, e o desestabiliza, enquanto a parte polar interage com a água, formando uma estrutura que envolve as moléculas de gordura. Essa estrutura é chamada de micela. Ao esfregar as mãos, a desfragmentação do vírus é maior, e ao enxaguá-las, as micelas e os fragmentos virais são levados pela água.
  - Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes conheçam o modo adequado de higienizar as mãos e que compartilhem esses conhecimentos com a comunidade escolar. A higienização das mãos pode ser feita com álcool em gel quando as mãos não estão aparentemente sujas, com partículas grosseiras, ou quando não há suspeita de contaminação; se não, a prioridade deve ser para a lavagem com água e sabão. Os movimentos que devem ser realizados em ambos os casos são basicamente os mesmos: esfregar as palmas das mãos umas sobre as outras, o espaço entre os dedos das mãos, os polegares, os punhos e higienizar as unhas. O tempo adequado de higienização com álcool é entre 20 e 30 segundos, até que as mãos estejam secas. O tempo adequado de lavagem com água e sabão é entre 40 e 60 segundos.
  - Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes verifiquem se higienizam corretamente suas mãos. Para tanto, providencie uma tinta guache (de qualquer cor) e verifique se é possível utilizar uma pia do colégio para que lavem as mãos. Em caso positivo, um estudante de cada vez deve ter suas mãos e punhos cobertos por

tinta guache. Com seus olhos vendados, eles devem lavar as mãos considerando as técnicas recomendadas pelos órgãos de saúde. Ao final, peça a eles que verifiquem se a limpeza foi adequada.

- Espera-se que os estudantes primeiramente relacionem que as substâncias que formam misturas homogêneas possuem mesma polaridade. Dessa maneira, irão perceber que as moléculas de álcool também apresentam uma característica anfifílica, assim como o sabão, tendo parte polar ao se misturar com a água para formar uma mistura homogênea, e parte apolar, ao se misturar com a gasolina, formando também uma mistura homogênea.
- Por substâncias apolares, pois a água não iria interagir com o tecido por ser uma substância polar.

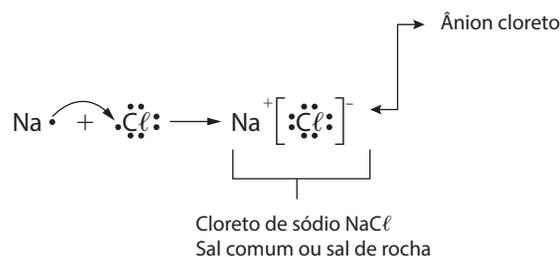
## Atividades extras

- Z, Y, Z
  - H<sub>2</sub>O, pois suas interações são por ligações de hidrogênio, mais intensas que as do tipo dipolo-dipolo do HCl e dipolo induzido do O<sub>2</sub>.
- 17; 35,5 u
  -



17 elétrons | 17 prótons | 18 nêutrons

c)



ALEX SILVA

EDITORIA DE ARTE

d)

Nome	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural	Fórmula molecular
Ácido hipocloroso			HClO
Tetracloroeto de carbono			CCl <sub>4</sub>
Gás cloro			Cl <sub>2</sub>

e)

Nome	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural	Fórmula molecular
Clorofórmio			CHCl <sub>3</sub>

3. O link a seguir apresenta a Portaria n. 143, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-143-de-20-de-abril-de-2020-253341842>. Acesso em: 7 set. 2020.

a) Água e álcool são moléculas polares com interações do tipo ligações de hidrogênio entre si, o que facilita a miscibilidade entre elas. O etanol tem uma parte carbônica apolar que permitia parcial solubilidade em gasolina, que é apolar, porém a afinidade do álcool é maior com água. Assim, ao adicionar água na gasolina, o álcool presente interage preferencialmente com a água e não com a gasolina.

b) Porque a densidade da gasolina é menor que a de álcool e água.

c) 50 mL (gasolina misturada com o álcool) ————— 100% da amostra  
 11 mL (volume de álcool extraído) ————— y (22%) (de álcool)

Como o limite permitido é até 27%, a amostra de gasolina estudada com 22% de álcool está dentro das especificações da ANP.

d) 1. Utilizando um funil de decantação, despreza-se a água e separa-se o sobrenadante da gasolina.

2. Pesa-se uma proveta limpa na balança.

3. Adiciona-se a porção de gasolina que foi filtrada na proveta limpa. A massa aumentada da proveta é a massa de gasolina.

4. Ler o volume que essa massa ocupa na proveta.

5. Tendo  $m$  = massa da gasolina (lida na balança);  $v$  = volume da gasolina (medido na proveta), usar a fórmula  $d = m / v$  para obter a densidade dessa amostra de gasolina que está sem o álcool.

4. a) Espera-se que os estudantes pesquisem sobre ações que reduzam o risco de queda em idosos, como: usar barras fixas nas paredes do banheiro (chuveiro e vaso sanitário) na intenção de que o idoso se apoie no banho, ao sentar e levantar; não utilizar tapetes que não sejam fixos no chão, pois eles escorregam; não deixar objetos espalhados pelo chão da casa para evitar que o idoso tropece e caia; orientá-lo a não se levantar de imediato da cama – ele deve permanecer sentado alguns segundos para evitar vertigens; usar bengala em qualquer local quando tiver dificuldade de locomoção; utilizar sapatos fechados com sola de borracha; evitar encerrar a casa. Estas atitudes são importantes, pois os idosos são mais propensos a ter osteoporose, tornando seus ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas em quedas, situação recorrente nesta etapa da vida. Converse com os estudantes sobre os motivos de pessoas idosas terem maior tendência de cair e relacione isso à natural perda de reflexos, equilíbrio e força muscular que ocorrem no processo de envelhecimento. Aproveite para abordar o respeito e a valorização aos idosos.

b) O cálcio, que é um dos principais elementos constituintes da matriz óssea. Quando ingerido em quantidades insuficientes, o organismo passa a retirar este mineral dos ossos para ser utilizado no metabolismo, o que reduz a densidade óssea. Assim, aumenta-se a probabilidade de o indivíduo apresentar osteoporose.

c) Leite e derivados, como iogurtes e queijos; ovos; espinafre; amendoim; feijão; soja; entre outros.

d) Na forma de cátion cálcio, pois cátions e ânions se atraem em ligações iônicas.

e)  $\text{Ca}$  ( $Z = 20$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

5. Alternativa c.
6. Como o cloro é um não metal, ele pode se estabilizar a partir de ligações iônicas e moleculares (covalentes). A ligação covalente ocorre entre não metais. Portanto, o cloro forma compostos covalentes com o carbono e com o hidrogênio. Já o sódio e o cálcio são metais e formam compostos iônicos com o cloro.
7. Alternativa a.
8. Alternativa a.
9. Alternativa a.
10. Alternativa d (o ar é composto principalmente de  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ ).
11. Soma (14).

### Falando de...

#### Agrotóxicos, saúde e ambiente

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes construam argumentos, com base em conhecimentos científicos, a respeito do uso de agrotóxicos na agricultura. Oriente os debates. É possível dividir a turma em dois grandes grupos, um a favor e outro contrário ao uso de agrotóxicos. Os pontos favoráveis ao uso de agrotóxicos podem envolver o aumento da eficiência da produção – podem ser apresentadas soluções de monitoramento, de fiscalização ou de contenção de possíveis contaminações pelo vento ou pela água. Os pontos contrários ao uso de agrotóxicos podem envolver os problemas de saúde e ambientais a eles associados – podem ser apresentados dados relacionados ao número de internações e de óbitos causados por intoxicação por agrotóxicos etc. Algumas sugestões de pesquisa que podem ser indicadas aos estudantes estão presentes nos *links* a seguir. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/produtos-agrot%C3%B3xicos>. Acesso em: 7 set. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 7 set. 2020.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes conheçam a concentração de resíduos de agrotóxicos de alimentos e formas alternativas de plantio, como a agricultura orgânica. Normalmente, a concentração de resíduos é determinada por instituições de pesquisa, em

trabalhos científicos. Oriente-os na busca por esses trabalhos. Em relação à agricultura orgânica, é importante que conheçam as formas de cultivo, livres de agrotóxico. No caso, o controle de pragas é feito por métodos naturais ou com materiais que não exibam toxicidade, como telas de proteção. É importante também que pontuem benefícios sociais ao incentivar o pequeno produtor; e benefícios à saúde, ao minimizar o consumo de agrotóxicos. Algumas sugestões de pesquisa que podem ser indicadas a eles são fornecidas nos *links* a seguir. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-agrarias/estudo-identifica-agrotoxicos-mais-frequentes-em-alimentos-consumidos-no-brasil/>. Acesso em: 7 set. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/dicas/alimentacao-e-nutricao/como-reduzir-o-consumo-de-agrotoxicos-nos-alimentos>. Acesso em: 7 set. 2020.

## Unidade 3 • Transformações da matéria e da energia – reações químicas e metabolismo

1. Resposta pessoal. Situações como a produção de pães, queijos, ou de bebidas, como vinho, podem ser citadas, além de produtos industriais em que termos relacionados à fermentação podem aparecer nos rótulos, como leite fermentado.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes associem o valor energético da mandioca à sua constituição química, rica em carboidratos. Não se espera, no entanto, que neste momento eles relacionem a maneira como as plantas obtêm os carboidratos nem o modo como a energia é transferida para os demais organismos.
3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que na fermentação estão envolvidas transformações químicas e, na fervura, transformações físicas e/ou químicas.

### Tema 1: Funções e reações químicas

1. Espera-se que os estudantes interajam com o(a) professor(a) de História. Converse com ele(a) para que o assunto possa ser explorado com mais riquezas de informações. Algumas possibilidades são para aquecer, cozinhar, iluminar e proteger.
2. Resposta pessoal. A combustão é um exemplo de transformação química. Neste tipo de fenômeno ocorre a mudança da constituição da matéria e a formação de novos materiais. Por exemplo, a interação da maçã com o oxigênio do ar altera sua aparência, gosto e aroma devido à formação de novas substâncias. Em uma transformação física ocorrem apenas mudanças físicas, como a de estado físico da matéria ou quebras e rachaduras, porém sua constituição continua a mesma. Como exemplo, a fusão da água ou a quebra de um copo quando o deixamos cair no chão.

3. Dobrar a quantidade de ingredientes. A questão introduz o assunto “proporção”. A partir dessa conversa, inicie a lei das proporções definidas.

4. a)

Nº de átomos de H nos reagentes	Nº de átomos de O nos reagentes	Nº de átomos de H nos produtos	Nº de átomos de O nos produtos
8	4	8	4

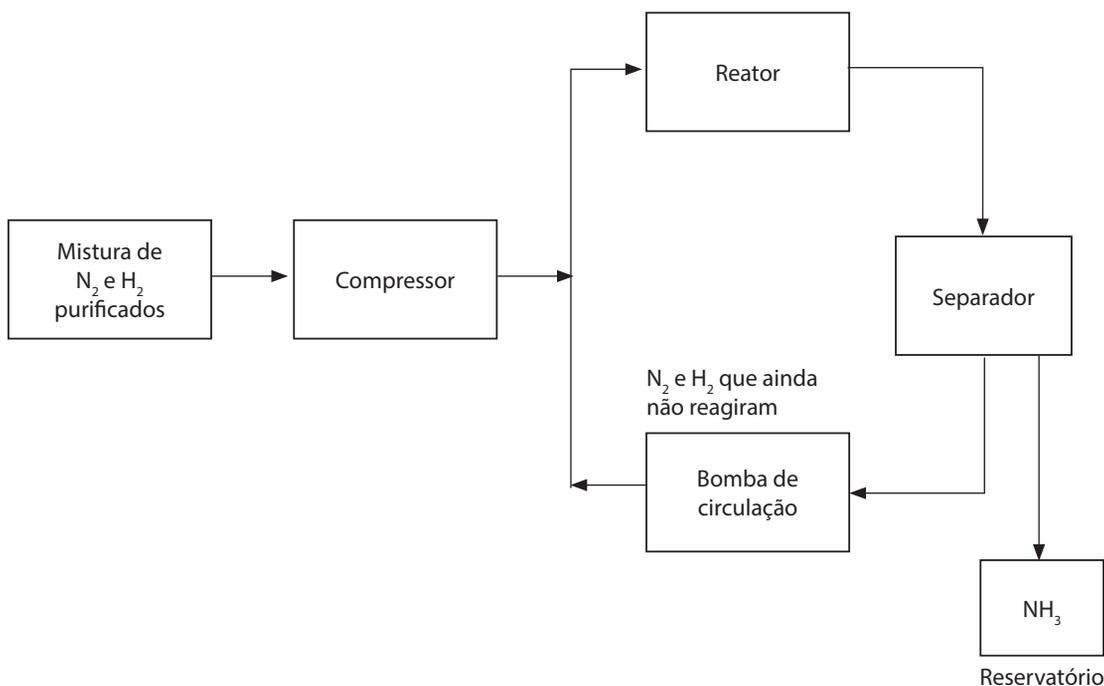
b) Os estudantes devem representar quatro conjuntos de moléculas de  $H_2$  e dois conjuntos de moléculas de  $O_2$  e, como produto, quatro conjuntos de moléculas de água, em que elementos diferentes são representados por esferas de cores diferentes.

c) A 2ª equação da síntese da água é o dobro da 1ª equação.

d)  $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$

### Saiba mais

1. Espera-se que os estudantes leiam a história da produção da amônia e identifiquem que durante o século XIX foram realizadas muitas tentativas de produzir amônia a partir da reação química entre o gás nitrogênio ( $N_2$ ) e o gás hidrogênio ( $H_2$ ); porém, os resultados não foram satisfatórios. Um dos motivos foi a natureza reversível da própria reação; enquanto ocorria a formação da amônia em determinadas condições, ela se dissociava e ocorria novamente a formação de gás nitrogênio e de gás hidrogênio, prejudicando o rendimento da produção. Em seguida, os estudantes podem apresentar a técnica desenvolvida por Haber e Bosch, na qual realizavam a reação de maneira controlada, com altas pressões e temperaturas, permitindo a produção de amônia em larga escala, com alto rendimento. Um esquema da produção pode ser visto a seguir.



2. Sim, pois o número de átomos de hidrogênio e nitrogênio é o mesmo nos reagentes e nos produtos, o que demonstra que as massas são preservadas.

3. 280 kg de  $N_2$  e 60 kg de  $H_2$ , Lei de Proust.

5. Etimologia é uma área que estuda a origem, a formação e a evolução de uma palavra de determinada língua.

6.  $2 Na + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2$

7.  $CaCO_{3(s)} + 2 HAc_{(aq)} \rightarrow Ca(Ac)_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

8.  $Pb(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow PbCl_2 + 2 H_2O$

9.  $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

10.  $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$  (equação geral da formação da ferrugem)  
 Geralmente o  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  (hidróxido de ferro II) é oxidado a  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (hidróxido de ferro III), que é muitas vezes representado por  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Em regiões litorâneas, ocorre a ferrugem com maior frequência por causa da alta concentração de vapor-d'água no ar e do oxigênio (um objeto de ferro submerso em água tende a se oxidar – enferrujar – menos que um objeto em contato constante com vapor de água).

## Atividades

1. a)  $1\text{HNO}_3 + 1\text{NaOH} \rightarrow 1\text{NaNO}_3 + 1\text{H}_2\text{O}$
- b)  $1\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow 1\text{ZnCl}_2 + 1\text{H}_2$
- c)  $1\text{MgCO}_3 + 1\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 1\text{MgSO}_4 + 1\text{H}_2\text{O} + 1\text{CO}_2$
- d)  $1\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3$
- e)  $1\text{SO}_3 + 1\text{H}_2\text{O} \rightarrow 1\text{H}_2\text{SO}_4$

2.

Experimento	Hidrogênio (g)	Oxigênio (g)	Água (g)
I	10	80	90
II	2	16	18
III	1	8	9
IV	0,4	3,2	3,6

3. a) Reagentes:  $\text{H}_2$  e  $\text{Cl}_2$ ; produto:  $\text{HCl}$
- b)  $3\text{H}_2 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 6\text{HCl}$ , representado nos quadrinhos, porém podemos prever os menores fatores inteiros pela proporção de Proust. A reação ficaria:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$  (1/3 da demonstrada nos quadrinhos)
4. a) 1 – II, 2 – III, 3 – IV, 4 – I
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : ácido sulfúrico (ácido)  
 $\text{HCl}$ : ácido clorídrico (ácido)  
 $\text{HCN}$ : ácido cianídrico (ácido)  
 $\text{NaOH}$ : hidróxido de sódio (base)
- c) Embora as características do ácido possam influenciar, a concentração é um fator ainda mais relevante. Os estudantes podem citar que o limão e o vinagre, apesar de serem ácidos, ingeridos por nós sem causar dano ao organismo, pois são ácidos fracos. Nesse caso, é importante ressaltar que o limão pode causar queimaduras na pele, por exemplo, e que é necessário cuidado para evitá-las.  
 O leite de magnésia (que é o hidróxido de magnésia) e o hidróxido de alumínio também podem ser ingeridos e até são usados como antiácidos para tratar queimação no estômago, ou seja, também não são corrosivos nas concentrações comumente ingeridas. É importante ressaltar que ingestões de concentrações maiores do que as recomendadas podem ser prejudiciais à saúde.
- d) Ácidos e bases fortes são nocivos à saúde e ao ambiente, portanto, não podem ser descartados diretamente nos ralos e pias. O ideal é armazená-los em recipientes e depois tratá-los (nas mesmas proporções e concentrações) para neutralizar, formando sal e água. A reação é chamada de reação de neutralização e ocorre com a mistura de um ácido com uma base.  
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl}$  (cloreto de sódio) +  $\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$  (sulfato de sódio) +  $2\text{H}_2\text{O}$
- e) Segurança em laboratório é o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação dos riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços. Estes riscos podem comprometer a saúde humana e de outros animais, o ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos (em outras palavras, existem normas que devem ser seguidas ao se utilizar um laboratório para diminuir os riscos de acidentes). São exemplos de normas de segurança: obrigatoriedade do uso de EPI (equipamento de proteção individual) em laboratório (jaleco, luvas e máscara), não se alimentar dentro de um laboratório, não fumar, não permitir a entrada de pessoas não autorizadas, não armazenar próximos reagentes incompatíveis. Caso haja laboratório na escola, realize a apresentação nele. O material pode ser colado como normas de segurança do laboratório. Os EPIs são equipamentos de proteção individual que protegem o trabalhador contra fatores mecânicos, químicos, biológicos, radioativos ou qualquer outro que seja potencialmente perigoso à sua saúde. Caso ache interessante, sugira aos estudantes que escolham uma profissão de seu interesse e por qual motivo os EPIs são necessários para exercer essa profissão.
- f) Utilizar um indicador de pH que altere sua cor na presença dessas substâncias, ou usar aparelhos, como o peagômetro.

## Tema 2: Metabolismo celular

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes relacionem que a planta e a lagarta presentes na fotografia utilizam, respectivamente, a energia luminosa e a energia presente nas moléculas que constituem os alimentos, como fontes diretas de energia.

### Oficina científica

1. Resposta pessoal. Espera-se que o balão de borracha da garrafa 5 (água + açúcar + fermento biológico) infle em razão da liberação de gás carbônico, produto da fermentação alcoólica da glicose presente no açúcar, realizada pela levedura presente no fermento biológico. É esperado também que o balão da garrafa 6 (água + farinha + fermento biológico) infle, mas em menor intensidade. Isso ocorre porque a farinha, que é uma mistura, contém moléculas de açúcares, mas em pouca quantidade, e a metabolização dos carboidratos, presentes na farinha, em glicose, leva mais tempo para acontecer. Ressalte para os estudantes: se a água utilizada fosse fria, o tempo de observação do resultado seria maior ou menor, de modo que eles possam relacionar a temperatura como um dos fatores que influenciam a velocidade de uma reação química.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes entendam que o gás carbônico, produzido no processo de fermentação alcoólica realizado pelas leveduras na massa do pão, que contém farinha e açúcar, fica preso na massa, tornando-a “aerada” e com menor densidade, o que explica o fato de a massa flutuar na água. Oriente-os na conversa para que, primeiramente, identifiquem quais são os produtos formados durante a fermentação alcoólica (o gás carbônico e o etanol). Ao final, se necessário, explique que o gás carbônico fica preso na massa, reduzindo sua densidade e fazendo-a subir na coluna de água.

### Atividades

1. a) Catabolismo, pois, durante a digestão, moléculas complexas são degradadas em moléculas mais simples.  
b) Liberação de energia. Com a quebra das ligações químicas das moléculas complexas, parte da energia é liberada na forma de calor e parte corresponde à energia envolvida na formação de novas ligações químicas presentes nas moléculas mais simples.
2. O ATP é uma das principais moléculas carregadoras de energia nas células. Parte da energia liberada pelas reações que compõem o catabolismo é armazenada nas moléculas de ATP e, posteriormente, utilizada nas reações que compõem o anabolismo.
3. a) Cloroplasto. 1. membrana externa; 2. espaço intermembrana; 3. membrana interna; 4. tilacoide; 5. estroma.  
b) Fotossíntese.

c) A etapa fotoquímica (ou fase clara) ocorre nas membranas dos tilacoides. Ela se inicia com a absorção da energia luminosa pela clorofila, possibilitando a ocorrência de duas reações: a fotofosforilação (síntese de ATP, na presença de luz) e a fotólise da água (quebra da molécula de água, na presença de luz). A etapa química (ou fase escura) se dá no estroma dos cloroplastos. Nessa etapa, ocorre a redução do gás carbônico, a partir dos íons hidrogênio liberados pela fotólise da água, que são transportados pelo NADPH, a açúcares. Essa reação ocorre na presença de ATP.

4. Nas mitocôndrias ocorre síntese de ATP (molécula utilizada como fonte de energia aos processos celulares) por meio da respiração celular. Assim, essas organelas são encontradas em células que possuem alta demanda energética, como as células musculares, que desempenham processos de contração de relaxamento.
5. Sim. Na ausência de água, não há liberação de íons hidrogênio e elétrons utilizados na redução do gás carbônico, o que resultaria na síntese de carboidratos. Os carboidratos são fonte de energia para as células da planta. Assim, com a redução na síntese de carboidratos no período, as plantas pouco se desenvolvem.
6. Ao interromper o transporte de elétrons durante a respiração celular, reduz-se a síntese de ATP consideravelmente. A diminuição da disponibilidade de ATP nas células do peixe reduz seus processos metabólicos, o que ocasiona o seu atordoamento, como mencionado no texto, facilitando sua captura.
7. a) Fermentação láctica.  
b) Cansaço, dores musculares e até fadiga muscular. Para minimizar seus efeitos, deve-se permanecer em repouso até que o ácido lático seja eliminado. Ou, praticar atividades físicas de pouca intensidade, com maior frequência.
8. A afirmativa II está correta.  
I. A fotossíntese e a quimiossíntese representam processos anabólicos. A respiração celular e a fermentação representam processos catabólicos.  
III. A glicólise é uma etapa comum à respiração celular e à fermentação.  
IV. A respiração celular pode ser dividida nas seguintes etapas: a glicólise (que ocorre no citosol), a oxidação do piruvato (que ocorre na matriz mitocondrial), o ciclo de Krebs (que ocorre na matriz mitocondrial) e a fosforilação oxidativa (que ocorre nas cristas mitocondriais).

## Tema 3: Sistemas respiratório, cardiovascular, digestório e metabolismo

1. Segundo a técnica descrita no texto, a água contaminada é introduzida em tanques que contêm microalgas que se alimentam do carbono presente nos compostos tóxicos, eliminando-os da água. Desse modo, a água, então limpa, é devolvida ao ambiente.

2. O processo não gera resíduo, pois, além de descontaminar a água, as microalgas podem ser destinadas à produção de biocombustíveis.

## Atividades

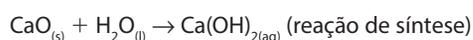
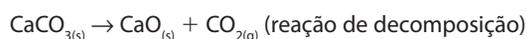
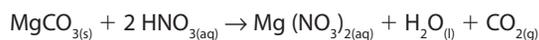
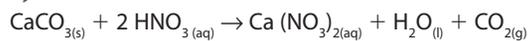
1. a) O sistema respiratório é responsável por realizar as trocas gasosas entre o sangue e o ambiente. O sistema digestório é responsável por realizar a digestão dos alimentos e a absorção dos nutrientes. O sistema cardiovascular é responsável por distribuir água, nutrientes, hormônios, gases e resíduos do metabolismo pelo corpo.  
b) Sim. O mau funcionamento do sistema respiratório pode resultar na baixa oxigenação do sangue; o mau funcionamento do sistema digestório pode resultar na baixa absorção de nutrientes, como a glicose; o mau funcionamento do sistema cardiovascular pode prejudicar a distribuição de gás oxigênio e de glicose para as células. Com quantidades insuficientes de gás oxigênio e de glicose (moléculas utilizadas na respiração celular), há uma redução na síntese de ATP.
2. a) Nos alvéolos pulmonares ocorrem as trocas gasosas entre o ar e o sangue. Através dos alvéolos, o gás oxigênio atinge a circulação sanguínea e o gás carbônico é eliminado ao ambiente externo. O enfisema pulmonar é uma condição em que os alvéolos pulmonares são destruídos, minimizando as trocas gasosas, o que resulta na falta de ar.  
b) Porção respiratória.  
c) A diminuição da oxigenação do sangue, pois não haveria tantos glóbulos vermelhos disponíveis para transportar o gás oxigênio.
3. a) Porção condutora: nariz, que filtra, aquece e umedece o ar; traqueia, que conduz o ar aos brônquios. Porção respiratória: pulmões, em cujos alvéolos pulmonares ocorrem as trocas gasosas entre o sangue e o ambiente.  
b) A respiração celular é o processo metabólico pelo qual as células do organismo humano obtêm energia da molécula de ATP. Para tanto, são necessários glicose e gás oxigênio, o qual é captado por meio da respiração. Pacientes com dificuldade respiratória têm dificuldade de obtenção de gás oxigênio, comprometendo a respiração celular e, conseqüentemente, a produção de ATP pelas células. Nesse caso, o uso de respiradores possibilita a esses pacientes a captação de gás oxigênio, necessário ao metabolismo celular.
4. Se desejar, comente que durante a prática de atividades físicas também ocorre o aumento da frequência respiratória. Normalmente isso está relacionado à eliminação de gás carbônico, cuja concentração elevada no sangue poderia acidificá-lo.  
a) Respiração celular. Neste processo, gás oxigênio e glicose são transformados em água e gás carbônico. Além disso, parte da energia presente na molécula de glicose é transformada durante a formação das ligações químicas das moléculas de ATP.  
b) A maior demanda energética exige maior disponibilização de gás oxigênio e de glicose às células musculares, necessárias ao metabolismo energético. Logo, ocorre um aumento da frequência cardíaca, proporcionando transporte mais efetivo dessas substâncias a essas células.

## Atividades extras

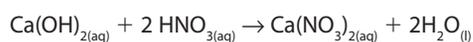
1. a) Respostas pessoais. Espera-se que os estudantes apresentem ideias de amostragem de solo, acrescentando água e usando indicadores. Podem trazer também ideias técnicas de levar amostras de solo para uma instituição científica que tenha o peagômetro, medidor oficial de pH.

Sobre a cal, os estudantes podem citar sua importância na construção civil, medicamentos etc. Suas influências ambientais estão ligadas ao modelo de obtenção e devem ser relevantes na discussão pelo excesso de poluição causado com a queima de carvão nos altos-fornos, conhecidos por caieiras, de produção de cal a partir do calcário.

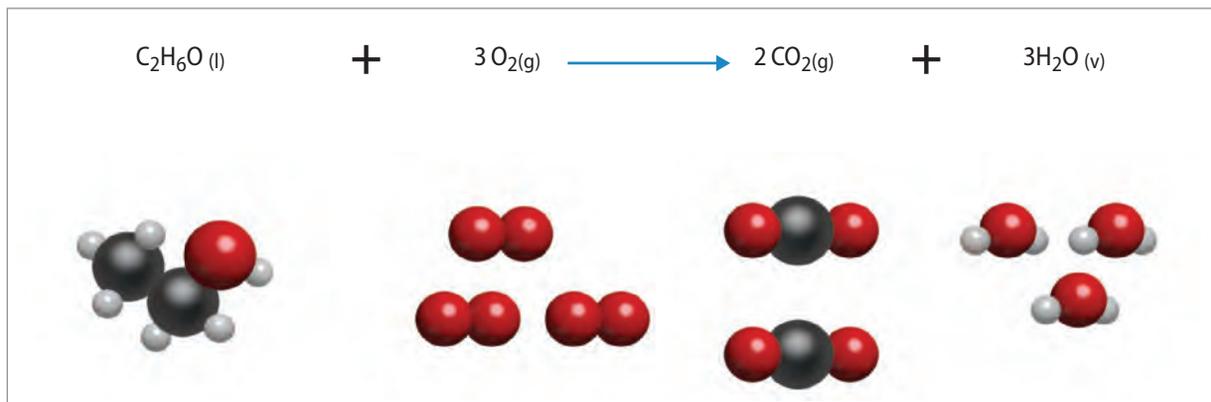
b)



A cal hidratada é uma base e ao reagir com ácido ocorre o processo de neutralização, conforme demonstrado na reação a seguir:



2. a)



ALEX SILVA

b) Espera-se que os estudantes deduzam que o monóxido de carbono é um gás letal e que, antes de ser eliminado na atmosfera, deve ser transformado em  $\text{CO}_2$ . Os catalisadores utilizados em veículos fazem essa transformação.

3. Caso queira obter mais informações sobre esse método de tratamento de câncer de próstata, acesse o [link](https://namidia.fapesp.br/pigmento-produzido-por-bacterias-aquaticas-combate-cancer-de-prostata/180597) a seguir: <https://namidia.fapesp.br/pigmento-produzido-por-bacterias-aquaticas-combate-cancer-de-prostata/180597>. Acesso em: 7 set. 2020.

a) O texto revela o desenvolvimento de um novo método para o tratamento de tumores de próstata, que é menos invasivo e promove a destruição dos tumores sem danificar os tecidos saudáveis dos pacientes.

b) O medicamento é produzido à base de um pigmento sensibilizado pela luz, o qual é obtido da clorofila de bactérias fotossintetizantes aquáticas.

c) Fotossíntese. A equação geral que representa a fotossíntese é:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{CH}_2\text{O}$ . Conforme representado nessa equação, os reagentes são o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), e os produtos são o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e moléculas de açúcar ( $\text{CH}_2\text{O}$ ).

d) A destruição dos tumores é provocada pela interrupção do fluxo sanguíneo que chega até eles. Assim, não recebem gás oxigênio e glicose, substâncias necessárias ao metabolismo energético celular. Sem essas substâncias, não ocorre síntese de moléculas de ATP, resultando na morte das células do tumor.

4. a) Respiração celular, que se inicia no citosol e é finalizada no interior das mitocôndrias. Por meio desse processo, moléculas de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) são oxidadas completamente na presença de gás oxigênio, liberando energia, que é utilizada na síntese de moléculas de ATP. Ao final, são formados gás carbônico e água.

b) Reagentes: glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ); produtos: gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

c) São necessários 900 g de glicose e 160 g de gás oxigênio.

Na reação química balanceada, são necessários 180 g de glicose e 32 g de gás oxigênio para se produzir 108 g de água. A produção de 540 g de água é 5 vezes maior. Portanto, para determinar quantos gramas de reagentes são necessários, basta multiplicar por 5.

5. Alternativa b.

6. Alternativa b.

7. a) Extração.

b) Sim, a pintura corporal muda conforme a pessoa fica exposta ao sol e ao oxigênio do ar. A mudança de cor indica uma reação química.

8. Alternativa b.

9. Alternativa b.

## Falando de... Microrganismos na indústria

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
  - 540 gramas de glicose. Na fermentação alcoólica, 180 gramas de glicose (1 molécula) produzem 92 gramas de etanol (2 moléculas) e 88 gramas de gás carbônico (2 moléculas). A produção de 264 gramas de gás carbônico é uma produção três vezes maior. Assim, são necessários três vezes mais glicose, ou seja, 540 gramas ( $3 \cdot 180$  gramas).
  - Fermentação alcoólica.
  - A produção de pães. Leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* são utilizadas como fermento biológico por realizarem a fermentação alcoólica. Nesse processo, os açúcares presentes na massa do pão são utilizados como fonte de carbono e de energia às leveduras, que os convertem em gás carbônico e álcool. Na produção de pães, o fermento biológico é adicionado à massa antes de ir ao forno. A massa é mantida à temperatura ambiente por um tempo, de modo que a fermentação possa acontecer. Ocorre, então, a liberação de gás carbônico, o que promove o aumento do tamanho da massa, tornando-a também macia. Após o tempo de descanso, a massa é assada em altas temperaturas, promovendo a evaporação do etanol produzido.
- Resposta pessoal. Os estudantes podem pesquisar sobre a fabricação de outros produtos alimentícios, como o vinagre; de outros medicamentos etc. É importante que mencionem o grupo de microrganismos associado ao processo pesquisado e como ele ocorre. Os *links* a seguir apresentam informações sobre usos dos microrganismos na indústria. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2002725/pesquisas-utilizam-microrganismos-para-gerar--produtos-quimicos-a-partir-da-glicerina>. Acesso em: 7 set. 2020. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/12427-pesquisa-usa-microrganismos-no-tratamento-de-residuos-oleosos>. Acesso em: 7 set. 2020.
- Após a separação dos materiais, oriente-os a realizar os seguintes procedimentos:
  - Higienizar o interior dos copos com álcool 70% e identificá-los aos pares, escrevendo o nome dos locais que eles serão mantidos.
  - Preparar o mingau em uma panela, aquecendo a mistura com os ingredientes até engrossar. Esta etapa deve ser acompanhada por um adulto. Colocar cerca de 30 mL de mingau em cada copo e tampar cinco deles com filme plástico. Identificar os copos vedados para diferenciá-los dos que serão mantidos abertos.
  - Após esfriar, distribuir os pares de copos (um vedado e um não vedado) nos ambientes escolhidos. É importante que seja mantido um copo vedado e um copo não vedado

em cada ambiente. Além disso, manter pares de copos à temperatura ambiente no pátio, no banheiro e na cozinha e acondicionar também um par de copos no interior de uma geladeira.

- Após uma semana, vedar os copos que estavam abertos e retirar ambos do local.
  - Peça aos estudantes que observem os resultados obtidos para, então, responderem às questões. Essa atividade é sugerida para ser realizada em grupos, possibilitando o desenvolvimento do trabalho em equipe.
- Resposta pessoal. Espera-se que, de modo geral, tenha ocorrido maior desenvolvimento de fungos nos copos que não foram vedados que nos vedados, nos mesmos ambientes. Espera-se também que nos copos vedados, mantidos à temperatura ambiente, tenha ocorrido baixa carga de contaminação e que nos copos vedados, mantidos em ambientes refrigerados, não tenha ocorrido contaminação, pois baixas temperaturas retardam o crescimento de fungos. Discuta os resultados com os estudantes, pois a contaminação do conteúdo dos copos indica a presença de microrganismos no ar.
  - Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem que os alimentos devem ser mantidos devidamente fechados e, quando necessário, na geladeira, de modo a evitar a contaminação por microrganismos existentes no ar. Mencione a importância de se respeitar a data de validade dos alimentos industrializados. Sobre a saúde, espera-se que a partir dos resultados, eles identifiquem a presença de microrganismos em todos os ambientes e que se conscientizem sobre a importância de lavar as mãos antes e após as refeições.

## Unidade 4 • Energia e matéria nas cadeias alimentares e nos ciclos biogeoquímicos

- Heterótrofo, pois elas não são capazes de sintetizar seu próprio alimento, sendo necessário obtê-los de fontes externas.
- Resposta pessoal. As minhocas facilitam o processo de decomposição da matéria orgânica e contribuem para a fertilidade do solo, disponibilizando nutrientes como nitrogênio, oxigênio e carbono.

### Tema 1: Relações alimentares

- Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. O objetivo desta questão é verificar o conhecimento dos estudantes sobre os biomas brasileiros, antes de introduzir os conceitos de cadeias alimentares.

2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes representem as relações de modo tradicional: planta aquática → larva → peixe menor → peixe da imagem → ariranha. Entretanto, considere outras formas de apresentação, questionando quais foram os critérios que eles utilizaram para a representação que fizeram.

3. Resposta pessoal. A resposta depende da região.

4. Possíveis respostas:

Gramínea → capivara → jacaré → serpente

Gramínea → capivara → serpente

Aguapé → peixe → jacaré → serpente

Aguapé → peixe → serpente

Aguapé → caramujo → peixe → jacaré → serpente

Aguapé → caramujo → peixe → serpente

Aguapé → caramujo → peixe → tuiuiú

Aguapé → caramujo → tuiuiú

Aguapé → larva de inseto → peixe → jacaré → serpente

Aguapé → larva de inseto → peixe → serpente

Aguapé → larva de inseto → peixe → tuiuiú

Animais herbívoros: capivara, caramujo e larva de inseto.

Animais carnívoros: jacaré, serpente, tuiuiú. Animal onívoro: peixe.

Serpente (consumidor secundário, terciário ou quaternário), jacaré (consumidor secundário ou terciário), tuiuiú (consumidor secundário ou terciário), peixe (consumidor primário ou secundário).

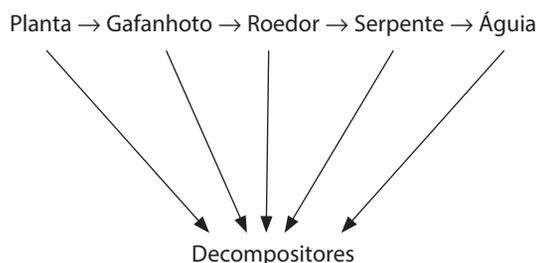
5. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes analisem algum caso de espécie exótica em evidência na região onde moram e que apontem possíveis soluções para o caso. Se achar interessante, convide pesquisadores ou outros profissionais para conversar com eles sobre o assunto.

### Atividades

1. a) Cinco. Produtor = planta; consumidor primário = gafanhoto; consumidor secundário = roedor; consumidor terciário = serpente; consumidor quaternário = águia.

b) Fotossíntese. Por meio desse processo, moléculas simples, menos energéticas, são transformadas em moléculas complexas, mais energéticas, utilizando a luz solar como fonte de energia.

c)



2. a) No processo de decomposição, a matéria orgânica é degradada em substâncias inorgânicas as quais se tornam disponíveis no ambiente, podendo ser utilizadas pelos produtores. Por possibilitar a ciclagem de elementos químicos na natureza, os decompositores desempenham papel fundamental nos ecossistemas.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes encontrem informações relativas à natureza química do produto, à disponibilidade de gás oxigênio (um recurso utilizado no metabolismo dos decompositores), às condições de fabricação e armazenamento (como o tipo de embalagem), entre outras. Professor(a), o site da Anvisa é uma boa fonte de pesquisa para esta atividade. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 7 set. 2020.

3. Respostas pessoais. Oriente os estudantes na pesquisa de modo que eles possam primeiramente apresentar os resultados em sala. Se achar interessante, acrescente outros itens à pesquisa, como a montagem de uma cadeia ou teia alimentar, em que o ser vivo pesquisado participe.

4. Entre os principais problemas estão prejuízos à agricultura, a potencial transmissão de doenças aos seres humanos e a competição por alimentos com os caramujos nativos. No caso da competição por alimento, pode ocorrer a tomada do ambiente pelos animais introduzidos, provocando a extinção local da população nativa. Conseqüentemente, outras espécies que dependem das relações alimentares que estabeleciam com os caramujos nativos podem ser afetadas, levando-as a extinção.

5. a) A reportagem constata um aumento intenso do desmatamento, desde a década de 1970, sobretudo em dois biomas brasileiros: a Amazônia e o Cerrado, colocando animais desses biomas em risco de extinção.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem em suas respostas que o desmatamento destrói locais habitados por muitos animais, que precisam se deslocar a outros ambientes e competir por alimentos. Essa competição pode resultar em extinções locais, seja da população nativa daquele ambiente, seja da população recém-chegada.

### Tema 2: A energia nas cadeias alimentares

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem que a quantidade de energia reduz conforme aumenta o nível trófico, pois parte da energia disponível em cada nível trófico é utilizada pelo ser vivo que o ocupa, bem como parte é perdida na forma de calor ou resíduos não aproveitados pelos seres vivos de cada um dos diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar.

2. 1% da energia total. Cálculo:  $\frac{100}{10000} = \frac{1}{100} = 1\%$

3. Consumidores primários:  $345,2 \text{ kcal/m}^2 \cdot 4,18 \text{ kJ} = 1442,94 \text{ kJ}$ . Consumidores secundários:  $34,52 \text{ kcal/m}^2$ . (144,30 kJ). Consumidores terciários:  $3,452 \text{ kcal/m}^2$ . (14,43 kJ).

### Atividades

1. a) Os mangues são a base da cadeia alimentar marinha. Devido às transformações de energia que os seres produtores realizam por meio da fotossíntese, a energia é disponibilizada aos consumidores (possibilitando sua existência). Os mangues também correspondem a áreas de reprodução de várias espécies marinhas, em especial crustáceos e peixes. Além disso, como as águas próximas a eles são ricas em matéria orgânica, elas abrigam grandes quantidades de peixes, crustáceos e moluscos, utilizados na alimentação humana, e são consideradas berçários de várias espécies marinhas.

b) Cinco níveis tróficos: produtores (árvores do manguê), consumidores primários (pequenos organismos marinhos); consumidores secundários (animais maiores); consumidores terciários (grandes peixes); consumidores quaternários (seres humanos).

c) Consumidor quaternário (ser humano). Como ao longo dos níveis tróficos da cadeia alimentar há redução da quantidade de energia que se torna disponível (seja por uso do organismo, pela eliminação de energia nas fezes, seja pela dissipação de energia na forma de calor), o último nível trófico é sempre aquele que apresenta menor quantidade disponível.

d) Consumidor primário =  $128,7 \text{ kcal/m}^2$  (10% da quantidade total); consumidor secundário =  $12,87 \text{ kcal/m}^2$  (10% da quantidade do nível anterior); consumidor terciário =  $1,287 \text{ kcal/m}^2$  (10% da quantidade do nível anterior); consumidor quaternário =  $0,1287 \text{ kcal/m}^2$ .

2. a) Representação C. Esta pirâmide representa a transferência de cerca de 10% da energia entre os níveis tróficos da cadeia alimentar considerada, pois apenas parte dela é disponibilizada ao nível trófico seguinte. Isso porque grande parte da energia obtida por um nível trófico é assimilada e utilizada para realização das funções básicas do organismo; uma parte é dissipada ao ambiente na forma de calor; e, no caso dos consumidores, parte é eliminada junto às fezes.

b) A representação A está incorreta, pois a quantidade de energia disponibilizada pelos consumidores primários não é igual à quantidade de energia disponibilizada pelos produtores, já que esses últimos utilizam parte dela para realizar suas funções básicas e eliminam ao ambiente parte dela na forma de calor. A representação B está incorreta, pois a quantidade de energia disponibilizada pelos níveis tróficos não pode ser maior que a

disponibilizada pelo nível anterior, já que a energia não pode ser criada (apenas transformada).

3. a) Em termos científicos, a conservação da energia refere-se ao fato de ela não poder ser criada nem destruída, mas transformada. Assim, a quantidade de energia total de um sistema se mantém inalterada. Para o personagem Garfield, a conservação da energia refere-se à minimização dos gastos energéticos de seu organismo. Por isso, ele diz que a conservação da energia ocorrerá quando ele dormir. Professor(a), ressalte aos estudantes que, mesmo dormindo, as células do corpo realizam transformações energéticas para manter o funcionamento adequado do organismo.

b) A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Logo, a quantidade de energia total presente em um sistema não pode ser alterada. A quantidade de energia solar que é introduzida às cadeias alimentares pelos produtores deve ser igual à soma da quantidade de energia que foi transformada e utilizada por eles, da quantidade que foi armazenada em seus tecidos e da quantidade que foi dissipada ao ambiente na forma de calor. E assim sucessivamente, em cada um de seus níveis tróficos.

### Tema 3: Ciclos biogeoquímicos

1. Na usina de biogás, ocorre a transformação de resíduos orgânicos e lodo de esgoto em biogás (transformação da matéria); e a transformação da energia do biogás em energia elétrica, ao fim do processo (transformação da energia).

2. Nessas usinas, os resíduos que seriam descartados no ambiente são aproveitados para geração de energia elétrica e para produção de adubos orgânicos.

3. Espera-se que os estudantes descrevam a ação dos raios cósmicos na formação do  $C^{14}$  e citem a técnica de datação do carbono-14 utilizada para determinar a idade de fósseis. Se achar interessante, explique que a quantidade de carbono-14 é aproximadamente constante em seres vivos e começa a diminuir a partir de sua morte, o que, por comparação, permite estimar a época em que esse ser viveu. Essa técnica de datação é mais precisa até, aproximadamente, 50 mil anos da morte do ser vivo, pois após essa data, a quantidade restante de carbono-14 é consideravelmente baixa e dificulta a análise.

### Atividades

1. a) As bactérias fixadoras de nitrogênio, como as do gênero *Rhizobium*, convertem o gás nitrogênio ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ), composto nitrogenado que pode ser absorvido pelas plantas. Assim, a associação das raízes

das plantas com bactérias fixadoras de nitrogênio disponibiliza diretamente nitrogênio às plantas.

b) O uso exacerbado e inadequado de fertilizantes na agricultura disponibiliza nutrientes em quantidades que as plantas não são capazes de absorver. O excesso de nutrientes no solo pode ser carregado pela água das chuvas até corpos de água, como rios e lagos, e provocar sua eutrofização.

2. a) A atitude do motorista é incoerente, pois, enquanto dissemina um alerta de cuidado com o aquecimento global, propondo que as pessoas utilizem fontes de energia e de combustíveis mais limpas, seu carro está emitindo grande quantidade de gases poluentes na atmosfera.

b) A queima de combustíveis fósseis, representada na charge, aumenta as emissões de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) na atmosfera. Desse modo, a queima de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono e no ciclo do nitrogênio ao aumentar significativamente a quantidade do elemento carbono e do elemento nitrogênio na atmosfera.

c) O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) são gases de efeito estufa. Assim, ao serem emitidos em grande quantidade na atmosfera devido à queima de combustíveis fósseis, eles contribuem para a intensificação do efeito estufa, e, por conseguinte, para o aumento da temperatura média do planeta (aquecimento global). Entre as consequências, podemos citar a interferência no regime de chuvas e o derretimento das geleiras, que podem provocar a morte de diversos seres vivos.

d) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes citem atitudes que reduzem as emissões provocadas pela queima de combustíveis fósseis, como o uso de transportes públicos, bicicletas ou caminhadas para se locomover, bem como a oferta de carona a familiares e pessoas conhecidas, para reduzir a quantidade de veículos circulando nas ruas; entre outras.

3. a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes redijam um texto indicando as consequências do uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados. Nesse texto, eles podem indicar que o uso exacerbado e inadequado de fertilizantes na agricultura pode disponibilizar compostos nitrogenados em quantidades que as plantas não são capazes de absorver e, com isso, o excesso desses compostos no ambiente provoca a contaminação de solos, bem como a poluição de águas, pois podem ser carregados pela água das chuvas até corpos de água, como rios e lagos. Isso pode acarretar a eutrofização dessas águas, fenômeno que resulta na morte de diversos seres vivos devido à diminuição da quantidade de gás oxigênio disponível.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes redijam um texto indicando possíveis soluções para as consequências do uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados. Nesse texto, eles podem expor que o uso de fertilizantes pode ser feito de modo consciente, após a análise das características do solo que será usado para plantio. Assim, são indicados os nutrientes em falta e os presentes, permitindo que sejam incorporados apenas quantidades necessárias dos nutrientes que se apresentam em quantidades insuficientes para as plantas.

4. a) 1. Fixação: conversão do gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) em amônia ( $\text{NH}_3$ ). 2. Nitrificação: conversão da amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), o qual, por sua vez, é convertido em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). 3. Desnitrificação: conversão de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). É possível que durante a desnitrificação o gás óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) seja emitido na atmosfera.

b) A fixação de nitrogênio, que pode ser biológica (meio biótico), atmosférica (meio abiótico natural) ou industrial (meio abiótico artificial). A fixação biológica de nitrogênio é realizada por microrganismos fixadores presentes no solo e em ambientes aquáticos, como algumas bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azobacter* e *Clostridium*, além de cianobactérias. A fixação atmosférica de nitrogênio é realizada por descargas elétricas de relâmpagos, que convertem o gás nitrogênio em óxidos de nitrogênio. Já a fixação industrial é realizada por processos voltados para a fabricação de fertilizantes, como o da síntese de amônia.

c) A ação dos decompositores sobre os organismos mortos promove a liberação do nitrogênio no ambiente, na forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ). A amônia liberada pode participar, então, de processos de nitrificação ou de desnitrificação.

5. a) Sim. A queima de combustíveis fósseis, utilizados em processos industriais ou no funcionamento de veículos, emite gases poluentes na atmosfera. Entre eles, constam os óxidos de nitrogênio. Logo, a queima de combustíveis fósseis interfere no ciclo do nitrogênio ao aumentar significativamente a quantidade desse elemento na atmosfera, sobretudo na forma de óxidos de nitrogênio, capazes de levar à formação de chuva ácida.

b) Entre as consequências da chuva ácida podemos citar a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e plantas sensíveis a variações do pH da água; a acidificação do solo, que prejudica as plantações; e danos à saúde humana, como irritações na pele e problemas nas vias respiratórias.

6. As afirmativas II e III estão corretas.

I. Ao longo dos ciclos biogeoquímicos, os elementos químicos constituem diversas moléculas que passam por

transformações. No entanto, eles não são destruídos ou criados. Por isso, a massa desses elementos permanece inalterada.

IV. Entre os processos biológicos que fazem parte do ciclo do nitrogênio, estão: a fixação biológica do nitrogênio, a nitrificação e a desnitrificação.

7. Os produtores realizam a fotossíntese, processo em que ocorre a transformação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) em moléculas de açúcar ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e de gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ). As moléculas de açúcar podem ser incorporadas à sua biomassa ou utilizadas na respiração celular. Os açúcares incorporados são transferidos aos consumidores na cadeia alimentar. Tanto os produtores quanto os consumidores realizam a respiração celular, processo em que a glicose e o gás oxigênio são convertidos em água e gás carbônico. O gás carbônico, então, é liberado na atmosfera. Os decompositores transformam moléculas orgânicas complexas em moléculas mais simples, como água, gás carbônico e gás metano ( $\text{CH}_4$ ), que são liberadas na atmosfera ou permanecem estocadas no solo.

### Atividades extras

1. a) Os combustíveis fósseis contêm alta quantidade de carbono. Eles são utilizados como fonte de energia, por processos industriais ou para o funcionamento de veículos. Para tanto, sofrem combustão, processo que libera gás carbônico na atmosfera. Assim, quanto mais os combustíveis fósseis são utilizados, maior a concentração de gás carbônico na atmosfera.
- b) Sim. Longe da interferência humana, a ciclagem de carbono perpassa basicamente pelos processos biológicos da fotossíntese, respiração celular e decomposição, além de fenômenos naturais, como erupções vulcânicas e queimadas naturais. Nesses processos, o carbono participa da constituição de diferentes moléculas, presentes nos seres vivos, no solo e na atmosfera. No entanto, a queima de combustíveis fósseis aumenta as emissões de gás carbônico, bem como a concentração desse elemento na atmosfera – que antes estava presente nos combustíveis. Assim, ela é uma das atividades humanas que interferem no ciclo do carbono.
- c) A queima de combustíveis fósseis libera gases poluentes na atmosfera, sobretudo gás carbônico. O gás carbônico é um gás de efeito estufa, assim, sua concentração aumentada na atmosfera intensifica o efeito estufa. Uma das consequências da intensificação do efeito estufa é o aumento da temperatura média do planeta (fenômeno conhecido por aquecimento global). Isso pode ser observado no gráfico, que mostra o aumento das emissões de carbono entre as décadas

de 1960 e 2010 juntamente ao aumento da temperatura média global, no mesmo período.

d) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem que, possivelmente, a temperatura média do planeta continuará a aumentar. Entre as consequências desse aumento estão o derretimento das geleiras, a alteração nos regimes de chuvas e a morte de diversas espécies de seres vivos (por vários motivos, tais como: a perda de habitats naturais com o derretimento das geleiras, os longos períodos de escassez das chuvas, a sensibilidade às alterações de temperatura, entre outros).

e) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem atitudes que reduzam o uso dos combustíveis fósseis, como a redução da circulação de veículos movidos à combustão interna (usando transportes públicos e bicicletas para locomoção; oferecendo carona a familiares e conhecidos) ou a alteração das fontes energéticas utilizadas pelos países, priorizando fontes menos poluentes (como energia solar, hídrica ou eólica).

2. a) Possíveis respostas:

Frutos → arara-canindé → harpia

Frutos → macaco-de-cheiro → harpia

Frutos → macaco-de-cheiro → jaguatirica

b) Frutos → besouro → macaco-de-cheiro → jararaca-do-norte → harpia.

c) Item a. Cada degrau da pirâmide representa um nível trófico. Como a pirâmide apresenta três degraus, ela representa uma cadeia alimentar de três níveis tróficos. Para indicar a posição ocupada pelos seres vivos, os estudantes devem se basear nos degraus: produtores ocupam a base, por disponibilizarem maior quantidade de energia; consumidores primários ocupam o degrau intermediário; consumidores secundários ocupam o degrau superior, por disponibilizarem menor quantidade de energia.

d) Os decompositores se alimentam de matéria orgânica não viva de todos os níveis tróficos, como organismos mortos, fezes, folhas e frutos que se despreendem de árvores, entre outros. Ao se alimentarem, realizam a decomposição, processo em que a matéria orgânica é degradada em substâncias inorgânicas, capazes de serem reutilizadas pelos produtores. Por esse motivo, os decompositores desempenham papel importante para a ciclagem de elementos químicos na natureza.

e) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes conheçam as espécies de seres vivos encontradas na região onde vivem e que, a partir delas, criem uma cadeia alimentar. Sugere-se que a cadeia tenha um produtor, um consumidor primário, um consumidor secundário e um consumidor terciário. Para a busca de informações da

espécie, recomendamos como fonte de busca os seguintes sites: Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - <https://www.sibbr.gov.br/>; Portal da Biodiversidade (ICMBio) - <https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/>; e Ministério do Meio Ambiente - <https://www.mma.gov.br/>. Acessos em: 7 set. 2020.

3. As informações relativas à concentração de nitrato na água foram obtidas dos links: <https://www.scielo.br/pdf/abb/v21n1/15.pdf> e [http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/portaria518\\_25\\_03\\_04.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf). Acessos em: 7 set. 2020.

a) Fontes naturais: rochas e decomposição de plantas e tecidos de animais. Atividades humanas: uso de fertilizantes na agricultura, dejetos humanos e animais.

b) De acordo com o texto, concentrações acima de 0,2 mg/L de  $\text{NO}_3^-$  desencadeiam o processo de eutrofização dos corpos d'água. Sua causa é decorrente do aumento da quantidade de nutrientes dissolvidos, que contribui para a proliferação de produtores, sobretudo de algas e cianobactérias. Como as algas acabam tomando a superfície do corpo d'água, a luz solar é impedida de atingir maiores profundidades, impossibilitando a realização da fotossíntese por plantas aquáticas. Com isso, esses produtores acabam morrendo e há um aumento na ação dos decompositores. Ambos os efeitos diminuem a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água, ocasionando a morte dos seres vivos que dependem do gás oxigênio para sobreviver.

c) Não. De acordo com o texto, concentrações acima de 5mg/L de nitrato indicam poluição por atividades humanas. Como a concentração de nitrato identificada pelo pesquisador foi de 1,4mg/L, não podemos afirmar que seja decorrente de atividades humanas.

d) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes proponham a realização da análise do solo que se deseja utilizar para o plantio, pois essa ação permite identificar os tipos e a quantidade de nutrientes disponíveis. A partir dessa análise, o agricultor pode utilizar fertilizantes adequados às necessidades do solo, de modo que os nutrientes não sejam incorporados em excesso,

para além da quantidade que as plantas são capazes de absorver.

4. Alternativa b.

5. Alternativa a.

6. Alternativa a.

7. Alternativa d.

## Integrando com... Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

1. A síntese de amônia, pois ela permitiu que a agricultura se desenvolvesse, produzindo mais, em espaço reduzido e mais rapidamente.

2. Resposta pessoal. Realize um debate com os estudantes em sala de aula. Divida-os em grupos menores e depois peça aos grupos que se posicionem sobre estas questões. Para atender ao aumento da população será preciso ampliar a produtividade, mas sem a possibilidade de grandes expansões de área como aconteceu no passado. Uma das soluções para a não expansão seria substituir culturas ou realizar sua integração, como o sistema ILPF – Integração Pasto Lavoura Floresta, que admite na mesma área diversas atividades. Sobre a conservação ambiental, algumas medidas podem mitigar o problema, tais como redução ou consumo mais inteligente, controle da poluição, proteção dos ecossistemas naturais. Amplie a discussão questionando se o aumento da população também afetaria outras áreas, como a economia, a sociedade, a produção de energia. Sobre este último, uma discussão é estabelecida ao abordar as matrizes energéticas e elétricas. Indique aos estudantes o artigo a seguir como fonte de pesquisa. SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, abr./jun. 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032018000200195](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032018000200195). Acesso em: 7 set. 2020.

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!

