

VANESSA MICHELAN  
ELISANGELA ANDRADE

MANUAL DO  
PROFESSOR

# SuperAÇÃO!

## CIÊNCIAS



Componente curricular:  
CIÊNCIAS

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO. VERSÃO SUBMETIDA A AVALIAÇÃO.  
PNLD 2024 - Objeto 1  
Código da coleção:

0019 P24 01 00 207 030

 MODERNA



MODERNA



## Vanessa Michelan

Licenciada e bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Mestra em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).

Autora de livros didáticos para o ensino básico.

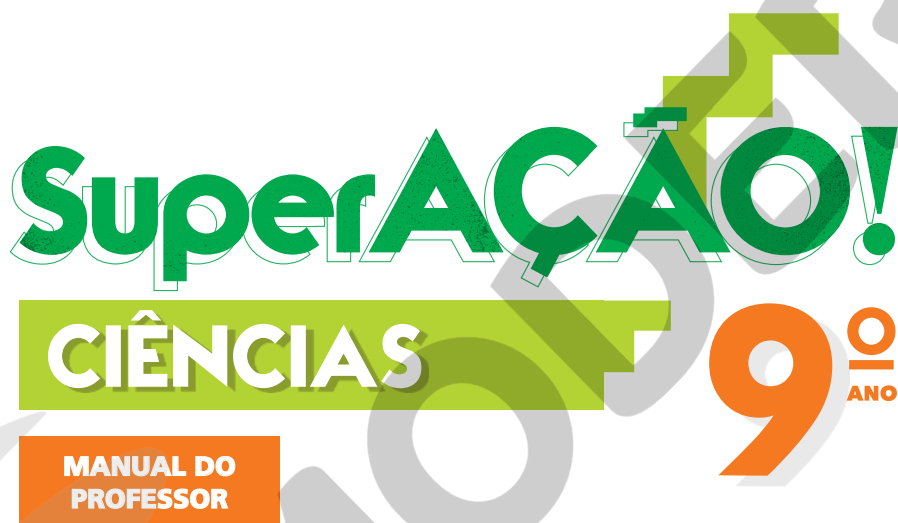
Realiza trabalhos de assessoria pedagógica no desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino básico.

## Elisangela Andrade

Licenciada e bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Mestra em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Doutora em Ciências Biológicas na área de concentração: Biologia Celular e Molecular pela Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR).

Professora dos níveis básico, técnico e superior no Instituto Federal do Paraná (IFPR-PR).

Autora de livros didáticos para o ensino básico.



Componente curricular: CIÊNCIAS

1ª edição

São Paulo, 2022

 MODERNA

**Projeto e produção editorial:** Scriba Soluções Editoriais

**Edição:** Kelly Cristina dos Santos, Ana Carolina Navarro dos Santos Ferraro,  
Everton Amigoni Chinellato, Maira Renata Dias Balestri

**Assistência editorial:** Angélica Alves de Paula, Felipe Revoredo Benatti,  
Marissa Kimura, Priscila Boneventi Pacheco

**Colaboração técnico-pedagógica:** Maria Regina da Costa Sperandio

**Coordenação de preparação de texto e revisão:** Moisés M. da Silva

**Supervisão de produção:** Priscilla de Freitas Cornelsen

**Assistência de produção:** Lorena França Fernandes Pelisson

**Projeto gráfico:** Laís Garbelini

**Coordenação de arte:** Tamires R. Azevedo

**Coordenação de diagramação:** Adenilda Alves de França Pucca (Nil)

**Diagramação:** Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Carlos Cesar Ferreira,  
Fernanda Miyabe Lantmann, Leda Cristina Teodorico, Globaltec

**Pesquisa iconográfica:** André Silva Rodrigues

**Autorização de recursos:** Diana Katia Alves de Araújo

**Tratamento de imagens:** Janaina Oliveira e Jéssica Sinnema

**Gerência de design e produção gráfica:** Patrícia Costa

**Coordenação de produção:** Denis Torquato

**Gerência de planejamento editorial:** Maria de Lourdes Rodrigues

**Coordenação de design e projetos visuais:** Marta Cerqueira Leite

**Capa:** Mariza de Souza Porto, Tatiane Porusselli, Daniela Cunha e Apis Design

Foto: Jovem construindo um veículo robótico. © SDI Productions/E+/Getty Images

**Coordenação de revisão:** Elaine C. del Nero

**Coordenação de pesquisa iconográfica:** Flávia Aline de Moraes

**Coordenação de bureau:** Rubens M. Rodrigues

**Pré-impressão:** Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga,  
Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos

**Coordenação de produção industrial:** Wendell Monteiro

**Impressão e acabamento:**

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

Michelan, Vanessa  
SuperAÇÃO! ciências : 9º ano: manual do  
professor / Vanessa Michelan, Elisângela Andrade. --  
1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2022.

Componente curricular: Ciências.  
ISBN 978-85-16-13592-8

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Andrade,  
Elisângela. II. Título.

22-112364

CDD-372.35

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

**EDITORA MODERNA LTDA.**

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho  
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904

Atendimento: Tel. (11) 3240-6966

www.moderna.com.br

2022

Impresso no Brasil

## Apresentação

Este **Manual do professor** é um material de apoio que fornece orientações para auxiliar seu dia a dia em sala de aula. Esta coleção tem como objetivo ensinar aos alunos, além dos conhecimentos específicos do componente curricular, habilidades, atitudes e valores, por meio de diferentes temas, atividades e práticas pedagógicas que desenvolvam a argumentação, o pensamento crítico, a autonomia, a empatia e a cooperação, de maneira prática e contextualizada.

No tópico **Conheça a estrutura da coleção**, você vai encontrar informações detalhadas e organizadas sobre a estrutura da coleção, tanto do **Livro do Aluno** quanto do **Manual do professor**. Na sequência, apresentamos subsídios teórico-metodológicos acerca do trabalho com o componente curricular de Ciências, sua relação com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), dicas e orientações relativas à prática docente, ao processo de avaliação, à relação com outras áreas de conhecimento e ao aprendizado em sala de aula.

Ao final da primeira parte deste manual, disponibilizamos a transcrição das habilidades de Ciências da BNCC, seguidas pelo quadro de conteúdos e pela proposta de sugestões de cronograma, ambos referentes a este volume, para este ano letivo. Além disso, apresentamos subsídios específicos para o trabalho com as seções **O que eu já sei?**, **O que eu estudei?** e **O que eu aprendi?**, também deste volume. Esses elementos estão apresentados de maneira organizada, com o intuito de auxiliá-lo em seu planejamento diário, colaborando para que ele seja mais prático e dinâmico.

Na segunda parte deste manual, você vai encontrar a reprodução do **Livro do Aluno**, acompanhada de explicações sobre como trabalhar os conteúdos e diversas orientações e comentários, como os objetivos e as justificativas do trabalho com os conteúdos, comentários explicativos relativos às atividades, sugestões de atividades complementares e de avaliação, propostas de integração com outros componentes curriculares, para que você possa enriquecer ainda mais o processo de ensino-aprendizagem.

Esperamos, assim, que este manual contribua para o seu trabalho e favoreça a formação de alunos aptos a exercer sua cidadania de maneira crítica e ética, respeitando o outro e a diversidade em suas diferentes formas.

Desejamos a você um ótimo ano letivo!



# Sumário

<b>Conheça a estrutura da coleção</b> .....	<b>V</b>	<b>Habilidades da BNCC • Ciências 9º ano</b> .....	<b>XLII</b>
Livro do aluno.....	V	<b>Quadro de conteúdos</b> .....	<b>XLIII</b>
Manual do professor.....	VII	<b>Sugestões de cronograma</b> .....	<b>XLVII</b>
<b>Fundamentação e orientações gerais</b> .....	<b>VIII</b>	<b>Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?</b> .....	<b>XLVII</b>
A BNCC e os Anos Finais do Ensino Fundamental.....	VIII	<b>Referências bibliográficas comentadas</b> .....	<b>LX</b>
Os objetos de conhecimento e as habilidades.....	IX	<b>Referências bibliográficas complementares comentadas</b> .....	<b>LXIII</b>
Os temas contemporâneos transversais e a formação cidadã.....	IX	<b>Início da reprodução do livro do aluno</b> .....	<b>1</b>
As competências gerais.....	XII	Sumário.....	8
As competências de área.....	XV	O que eu já sei?.....	12
O ensino de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental.....	XVII	<b>UNIDADE 1</b> Universo e vida.....	16
Proposta teórico-metodológica do componente curricular de Ciências.....	XVII	<b>CAPÍTULO 1</b> – Alguns aspectos da Ciência e do Universo.....	18
A prática docente.....	XXII	<b>CAPÍTULO 2</b> – A vida na Terra.....	46
Planejamento.....	XXIII	O que eu estudei?.....	65
Avaliação.....	XXIV	<b>UNIDADE 2</b> Genética e evolução.....	66
Autoavaliação.....	XXVII	<b>CAPÍTULO 3</b> – Hereditariedade.....	68
Relações entre os componentes curriculares.....	XXVII	<b>CAPÍTULO 4</b> – Evolução dos seres vivos.....	98
O aprendizado em sala de aula.....	XXVIII	<b>CAPÍTULO 5</b> – Diversidade biológica.....	128
Competência leitora.....	XXIX	O que eu estudei?.....	149
Metodologias e estratégias ativas.....	XXXI	<b>UNIDADE 3</b> Matéria.....	150
O uso de novas tecnologias na educação.....	XXXVII	<b>CAPÍTULO 6</b> – Estudando a matéria.....	152
Pensamento computacional.....	XXXVIII	<b>CAPÍTULO 7</b> – Tabela periódica.....	176
Práticas de pesquisa.....	XXXIX	<b>CAPÍTULO 8</b> – Transformações da matéria.....	190
O aluno dos Anos Finais do Ensino Fundamental.....	XL	O que eu estudei?.....	223
Competências socioemocionais.....	XL	<b>UNIDADE 4</b> Ondas e luz.....	224
Cultura de paz e combate ao <i>bullying</i> .....	XLI	<b>CAPÍTULO 9</b> – Ondas.....	226
Culturas juvenis.....	XLI	<b>CAPÍTULO 10</b> – Luz.....	250
		O que eu estudei?.....	273
		O que eu aprendi?.....	274

# Conheça a estrutura da coleção

## Livro do aluno

Esta coleção é composta de quatro volumes destinados aos Anos Finais do Ensino Fundamental. Os volumes estão organizados em unidades e capítulos, e os conteúdos em tópicos com títulos e subtítulos, considerando as competências e as habilidades da BNCC estabelecidas para cada ano.

Além desses elementos, esta coleção apresenta a seguinte estrutura.

### O que eu já sei?

Seção presente no início de cada volume com atividades que têm como objetivo propor uma avaliação diagnóstica, fornecendo ao professor informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos referentes aos conteúdos que serão abordados no volume. Algumas atividades propostas nesta seção também podem colaborar com a preparação do aluno para exames de larga escala, pois apresentam estrutura semelhante à utilizada em questões abordadas nesse tipo de exame, como as provas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), aplicadas aos alunos do 9º ano.

### Páginas de abertura das unidades

As aberturas de unidade são trabalhadas em duas páginas, nas quais constam imagens e textos relacionados aos assuntos abordados na unidade. Esses recursos visam contextualizar os conteúdos, aproximando-os do cotidiano dos alunos. Nessas páginas, há também o boxe **Iniciando a conversa**, com questões que buscam desenvolver competências relacionadas à análise de imagens; incentivar o compartilhamento de ideias; desenvolver a argumentação e o respeito à opinião dos colegas; além de possibilitar aos alunos que expressem conhecimentos prévios e façam inferências com base em suas próprias vivências e experiências. No boxe **Agora vamos estudar...**, são apresentados os principais assuntos que serão estudados na unidade.

### Desenvolvimento dos conteúdos

Os conteúdos são organizados por títulos e subtítulos, e durante seu desenvolvimento são apresentados textos e vários recursos visuais, verbais e verbo-visuais, que, além de auxiliar os alunos no estudo dos conteúdos, incentiva o hábito de leitura de diferentes gêneros. Ainda, ao longo das páginas de teoria, são propostas questões que incentivam a participação dos alunos, aproximando o conteúdo da realidade deles e favorecendo a atuação de cada um na construção do conhecimento.

### Boxe complementar

Este boxe explora assuntos que complementam e ampliam alguns conteúdos abordados nos capítulos.

### Atividades

Por meio de diversos tipos de recursos, como textos e imagens, as atividades propostas trabalham assuntos referentes aos conteúdos de cada tópico. As diferentes estratégias dessas atividades contribuem para desenvolver a autonomia e a criticidade dos alunos, além das competências e habilidades descritas na BNCC, auxiliando no desenvolvimento da capacidade deles de argumentar e inferir. Algumas atividades propostas nesta seção também podem colaborar para a preparação dos alunos para exames de larga escala, pois apresentam o formato semelhante ao de questões abordadas nesse tipo de exame, como as provas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), aplicadas aos alunos do 9º ano.

### Competência socioemocional

Este boxe destaca algumas competências socioemocionais, como empatia, respeito, resiliência, assertividade, persistência, curiosidade, criatividade, responsabilidade, autonomia e autoconhecimento, que são desenvolvidas ao trabalhar alguns assuntos. O desenvolvimento dessas competências ajuda o aluno a conviver em sociedade e atuar como sujeito ativo na construção de um mundo mais justo e solidário. Além disso, o trabalho com o desenvolvimento dessas competências socioemocionais colabora para promover a saúde mental dos alunos, uma vez que pode possibilitar reflexões e análises a respeito de situações apresentadas na obra e vivenciadas por eles no dia a dia.

### Sugestões complementares

A fim de enriquecer o trabalho em sala de aula, são apresentadas neste boxe sugestões de livros, filmes, sites, vídeos e visitas a lugares físicos, de modo a incentivar o gosto pela leitura e pela busca por informações em outras fontes além do livro didático.

### Vamos praticar

Seção que sugere atividades práticas de rápida execução, que podem ser feitas na sala de aula. Essas atividades possibilitam criar situações-problema para desenvolver alguns conteúdos de forma instigante e desafiadora. Além disso, elas incentivam a participação dos alunos e o trabalho em grupo, colaborando para o desenvolvimento da empatia e da cooperação.

## Hora de investigar

Seção que sugere atividades práticas que permitem aos alunos investigar fenômenos relacionados aos conteúdos trabalhados em cada capítulo. A estrutura dessas atividades incentiva os alunos a levantar e testar hipóteses, montar modelos, trocar ideias com os colegas sobre os resultados obtidos e a formular conclusões. Além disso, elas possibilitam aos alunos elaborar diferentes maneiras de investigar outros fenômenos relacionados aos conteúdos. Essas atividades também incentivam a participação dos alunos e o trabalho em grupo, colaborando para o desenvolvimento da empatia e da cooperação.

## O tema é ...

Seção que aborda diversos temas relacionados à contemporaneidade e a fatos que podem fazer parte do cotidiano dos alunos relacionados aos temas contemporâneos transversais elencados na BNCC. Esses temas são desenvolvidos mediante o trabalho com textos e recursos visuais que incentivam os alunos a expor as habilidades de análise e síntese das informações de forma crítica, contribuindo, assim, para a formação de cidadãos éticos, responsáveis e respeitosos com a diversidade. No decorrer de toda a coleção, são trabalhados os seguintes temas contemporâneos transversais nesta seção: Educação para o consumo; Educação ambiental; Ciência e tecnologia; Direitos da criança e do adolescente; Diversidade cultural; Educação em direitos humanos; Educação para o trânsito; Educação para a valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras; Vida familiar e social; Saúde.

## O que eu estudei?

Seção presente ao final de cada unidade com atividades em diferentes formatos, inclusive as com características dos exames de larga escala, que têm como objetivo propor uma avaliação formativa dos alunos, permitindo a eles que verifiquem suas aprendizagens e retomem conteúdos trabalhados, sempre que for necessário.

## O que eu aprendi?

Seção presente ao final de cada volume que apresenta atividades com o objetivo de propor uma avaliação de resultado (ou somativa) aos alunos, permitindo a eles que consolidem as aprendizagens acumuladas no ano letivo. Também são propostas nesta seção algumas atividades com características de exame de larga escala.

## Projeto em ação

O desenvolvimento desta seção favorece o envolvimento de toda a turma, de maneira cooperativa, em uma atividade prática dividida em etapas de planejamento, execu-

ção e divulgação para alcançar determinado objetivo. As atividades possibilitam aos alunos atuar de forma ativa na resolução de problemas locais ou na reflexão acerca de questões mais amplas, que influenciam a vida de muitas pessoas. Além disso, as atividades que compõem o projeto têm graus de complexidade que respeitam a faixa etária dos alunos, seguindo uma progressão cognitiva a cada ano. Apesar de localizada no final do volume, não necessariamente deve ser a última seção trabalhada. Ao longo das unidades, sugerimos momentos em que o projeto poderá ser desenvolvido, e você poderá escolher o que for mais conveniente de acordo com seu planejamento. Além disso, as questões propostas nesta seção estabelecem relações com outros componentes e exercitam habilidades contempladas em outros momentos do volume. Neste **Manual do professor**, há orientações para auxiliá-lo na condução de todo o processo.

## Referências bibliográficas comentadas

Esta seção apresenta, ao final de cada volume, as referências bibliográficas que foram usadas na elaboração do livro, com um breve comentário sobre cada uma delas.

## Glossário

Apresenta o significado e informações complementares acerca de algumas expressões e termos destacados no texto, que os alunos possam desconhecer ou não compreender totalmente. O glossário se encontra no final do volume.

## Vocabulário

Apresenta o significado de termos destacados no texto que os alunos possam desconhecer ou não compreender totalmente.

## Em grupo

Indica que as atividades devem ser feitas em grupo.

## Atividade oral

Indica que as atividades podem ser feitas oralmente.

## Cuidado!

Apresenta orientações para a segurança do aluno ao realizar algumas atividades.

## Dica!

Apresenta orientações para auxiliar o aluno ao realizar algumas atividades.

## Medida de ser vivo

Apresenta as dimensões de alguns seres vivos ou partes deles.



## Manual do professor

Este manual é dividido em duas partes. A primeira parte apresenta **orientações gerais** sobre os aspectos teórico-metodológicos que fundamentam a coleção, além da estrutura e da organização do **Livro do Aluno** e do **Manual do professor**. Ainda nesta primeira parte, apresentamos orientações para o desenvolvimento das seções **O que eu já sei?**, **O que eu estudei?** e **O que eu aprendi?**, destacando os conteúdos e habilidades a respeito dos quais se pretende avaliar o aprendizado dos alunos, orientações de estratégias de remediação para as possíveis dificuldades e como trabalhar as defasagens.

A segunda parte, chamada **orientações ao professor**, apresenta a reprodução reduzida do **Livro do Aluno** com respostas de questões e de atividades e algumas orientações pontuais. As respostas que não constam na reprodução do **Livro do Aluno** podem ser facilmente localizadas nas laterais e nos rodapés deste manual, assim como as orientações específicas para enriquecer e complementar o trabalho com as páginas. Em alguns momentos, para deixar mais evidente o sentido de leitura, na lateral e no rodapé de algumas páginas ímpares é utilizado o seguinte recurso visual: ↵ ↪.

A estrutura do manual está descrita a seguir.

### Seções **O que eu já sei?**, **O que eu estudei?** e **O que eu aprendi?**

São apresentadas as respostas das atividades que não constam na reprodução do **Livro do Aluno**. As orientações referentes a essas seções são apresentadas na primeira parte deste manual, no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?**, **O que eu estudei?** e **O que eu aprendi?**.

### Páginas de abertura das unidades

Apresenta o contexto da imagem das páginas de abertura, seguido de informações complementares sobre ela. Também são abordadas as orientações necessárias para que o professor trabalhe essas páginas com os alunos, e em algumas delas é proposto o trabalho com as metodologias ativas.

### Respostas

As respostas das atividades são apresentadas, preferencialmente, na reprodução do **Livro do Aluno**, mas, em alguns casos, elas aparecem nas **orientações ao professor**, sempre com a sinalização **Respostas**.

### Metodologias ativas

Apresenta as orientações específicas para atividades que envolvem metodologias ativas, podendo remeter às orientações gerais de cada metodologia ativa, encontradas nas **orientações gerais** deste **Manual do professor**.

### Objetivos do capítulo

Na primeira página do capítulo, constam os objetivos que evidenciam o que se espera alcançar no trabalho com o respectivo capítulo.

### Justificativas

Após os objetivos do capítulo, são contempladas as justificativas dos principais objetivos propostos, abrangendo a pertinência deles para a formação dos alunos e relacionando-os às habilidades da BNCC.

### Um texto a mais

Apresenta textos complementares para auxiliar o trabalho com o assunto da página ou para contribuir com a formação do professor. O trabalho com esse recurso também tem o intuito de proporcionar ao professor a possibilidade de conduzir o conteúdo de maneira alternativa e/ou ampliar os próprios conhecimentos sobre o tema abordado.

### Atividade a mais

Apresenta sugestões de atividades complementares para o professor trabalhar com os alunos. Podem ser propostas de atividades envolvendo o trabalho com filmes, músicas, livros, *sites*, visitas a espaços não formais, além de dinâmicas individuais ou em grupo que proporcionem aos alunos o exercício do convívio em sociedade, o reconhecimento e respeito às diferenças, a discussão, o combate a qualquer tipo de violência, sem contar que promove a saúde mental e trabalha de maneira interdisciplinar com os componentes curriculares.

### Sugestão de avaliação

Indica momentos e estratégias para auxiliar o professor no processo de avaliação da aprendizagem dos alunos. Tais propostas são condizentes com as características desta obra e têm intuito tanto de preparar a turma para exames quanto de verificar o andamento dos alunos em contexto formativo. As informações obtidas pelo professor por meio deste boxe contribuem para que ele reavalie seu planejamento e o modifique, se necessário.

### Algo a mais

Apresenta sugestões de livros, filmes, vídeos e *sites* que contribuem para a formação do professor.

### Comentários sobre as competências socioemocionais

Destaca as competências socioemocionais trabalhadas na página, evidenciando suas relações com os conteúdos trabalhados e como elas podem ser desenvolvidas no dia a dia do aluno.

### Comentários da seção Projeto em ação

Apresenta os objetivos metodológicos do trabalho com os projetos e as orientações relacionadas ao desenvolvimento e divulgação dessas atividades, destacando as relações interdisciplinares envolvidas, assim como as habilidades e competências da BNCC desenvolvidas. Além disso, esses comentários apresentam ao professor as respostas das questões e sugestões relacionadas ao envolvimento da comunidade escolar e extraescolar.

### Outras orientações específicas ao professor

Além das orientações e dos comentários apresentados nos boxes indicados anteriormente, nas **orientações ao professor** são organizados os tópicos em que constam comentários, curiosidades, sugestões e informações complementares para o trabalho com as páginas de teoria, atividades e seções.

Nesses comentários, sempre que possível, são evidenciados os códigos das habilidades e das competências gerais e específicas, além dos temas contemporâneos transversais da BNCC que foram trabalhados na página, destacando as relações entre esses itens e o desenvolvimento dos conteúdos. Além disso, nesses comentários são expostas orientações claras sobre como trabalhar a empatia e a cooperação, desenvolver o pensamento crítico, o pluralismo de ideias, a análise criativa e propositiva,

além da capacidade de argumentar e inferir o conteúdo, aspectos essenciais na formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade.

Em atividades que envolvem o trabalho com gêneros textuais, o professor encontra orientações sobre como levar os alunos a desenvolver a leitura inferencial e a prática de argumentação.

A fim de valorizar e incentivar a autonomia docente, os comentários das **orientações ao professor** contam com diferentes maneiras de abordar determinados conteúdos ao iniciar uma aula, com destaque a contextualizações e situações-problema. Essa estratégia, além de aumentar o interesse dos alunos, contribui para aproximar os conteúdos trabalhados ao cotidiano deles. Além disso, sempre que necessário, o professor é orientado a providenciar materiais, recursos ou a reservar locais ou equipamentos antes de iniciar determinadas atividades.

Em atividades práticas, que envolvem o manuseio de diferentes materiais e ferramentas ou a visita a locais fora da escola, o professor conta ainda com orientações específicas acerca dos cuidados que devem ser tomados a fim de manter a integridade de todos os envolvidos no processo educacional.

A respeito do trabalho com o pensamento computacional há comentários referentes a atividades e abordagens que o favorecem, além de orientações de como o professor pode desenvolver esse trabalho.

Em atividades e abordagens que possibilitam uma articulação com outros componentes curriculares, os comentários das orientações ao professor explicitam essas articulações e abordam sugestões de diferentes estratégias para obter o melhor proveito dessas articulações, em conjunto com os professores dos outros componentes envolvidos.

## Fundamentação e orientações gerais

### A BNCC e os Anos Finais do Ensino Fundamental

Com a publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), no ano de 1996, ampliaram-se as discussões sobre a criação de um documento que normatizasse os processos de ensino-aprendizagem no Brasil e norteara os currículos da Educação Básica.

Desde então, alguns documentos-referências foram criados com esse propósito, contribuindo para promover uma educação voltada à formação

cidadã e valorizar a diversidade étnica e cultural de nosso país. As leis número 10.639/2003 e número 11.645/2008, por exemplo, instituíram a obrigatoriedade do ensino de História e cultura afro-brasileira e indígena nos currículos escolares.

Do mesmo modo, no ano de 2013, foram publicadas as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, com o objetivo de garantir a diversidade nos projetos políticos pedagógicos das escolas, por meio de sistemas educacionais inclusivos que contemplassem a educação escolar no



campo, a educação ambiental, a educação especial, a educação escolar indígena e quilombola, a educação para as relações étnico-raciais e a educação em direitos humanos. De acordo com o documento:

Um dos desafios posto pela contemporaneidade às políticas educacionais é o de garantir, contextualizadamente, o direito humano universal, social inalienável à educação. O direito universal deve ser analisado isoladamente em estreita relação com outros direitos, especialmente, dos direitos civis e políticos e dos direitos de caráter subjetivo, sobre os quais a educação incide decisivamente.

[...]

CRAVEIRO, Clélia B. A.; MEDEIROS, Simone (org.). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais de Educação Básica: diversidade e inclusão*. Brasília: MEC, 2013. p. 7.

Com vistas a dar continuidade a essas políticas e estabelecê-las em um documento norteador para a Educação Básica de todo o país, em 2017, foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil e para o Ensino Fundamental, e em 2018 a BNCC para o Ensino Médio, completando o conjunto. As aprendizagens essenciais definidas na BNCC dizem respeito a habilidades e competências que se espera que os alunos desenvolvam ao longo dos anos escolares. Porém, elas não determinam o currículo que toda instituição de ensino deve seguir, uma vez que, em razão da grande diversidade sociocultural do Brasil, cada realidade demanda um currículo específico.

No caso dos Anos Finais do Ensino Fundamental, a BNCC propõe que os componentes curriculares retomem e ressignifiquem as aprendizagens dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, com o intuito de aprofundar e ampliar o repertório dos alunos, o que deve ocorrer por meio do fortalecimento da autonomia desses adolescentes para que possam interagir de maneira crítica com diferentes tipos de conhecimento e de informação.

Nesse sentido, esta coleção está organizada considerando as unidades temáticas, os objetos de conhecimento e as habilidades preconizadas pela BNCC para o respectivo ano de ensino, com uma seleção de conteúdos que possibilita a progressão das aprendizagens dos alunos, a cada ano de ensino.

## Os objetos de conhecimento e as habilidades

De acordo com as aprendizagens essenciais, a BNCC definiu um conjunto de habilidades para cada componente curricular. Essas habilidades estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento, compreendidos como conteúdos, conceitos e processos. Nesse sentido, a descrição das habilidades é pautada nos seguintes elementos: nos processos cognitivos envolvidos, nos objetos de conhecimento mobilizados e nos contextos específicos em que elas devem se desenvolver, considerando também a faixa etária dos alunos.

Desenvolvido de acordo com a BNCC, cada volume desta coleção foi organizado de maneira a contemplar as habilidades e suas respectivas relações com os objetos de conhecimento. Essas relações podem ser identificadas pela maneira como os conteúdos foram estruturados e por suas abordagens, bem como nas questões ao longo do desenvolvimento dos conteúdos, nas seções e nas atividades.

No **Manual do professor**, estão destacadas as relações entre as habilidades desenvolvidas e seus respectivos objetos de conhecimento e conteúdos, a fim de que o professor tenha a segurança de, ao utilizar o livro didático como apoio e ferramenta no processo de ensino, contemplar as habilidades descritas na BNCC.

## Os temas contemporâneos transversais e a formação cidadã

De acordo com a BNCC, a inserção dos temas contemporâneos transversais nos currículos e nas propostas pedagógicas de maneira transversal e integradora favorece a participação social cidadã dos alunos com base em princípios e valores democráticos. Nesse sentido, o documento ressalta que:

[...] a abordagem de temas contemporâneos [...] [afeta] a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.

[...]

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 19. 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: 19 maio 2022.



Apesar do destaque dado a esses temas no documento, essa demanda não é inédita. Ela consolida orientações pedagógicas que estão presentes em diversos documentos oficiais da área da Educação publicados nos últimos anos, os quais determinam que essas questões sejam abordadas com urgência e de forma contextualizada, incentivando o respeito mútuo e a reflexão crítica dos alunos acerca de cada tema.

Entre os documentos que norteiam o trabalho com os temas contemporâneos transversais da BNCC temos, por exemplo, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCN), além de diversas leis e decretos, como o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei número 8.069/1990), a Lei de Educação Ambiental (Lei número 9.795/1999, Parecer CNE/CP número 14/2012 e Resolução CNE/CP número 2/2012), o Código de Trânsito Brasileiro (Lei número 9.503/1997), o Estatuto do Idoso (Lei número 10.741/2003), as Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos (Decreto número 7.037/2009, Parecer CNE/CP número 8/2012 e Resolução CNE/CP número 1/2012), as leis que instituem a obrigatoriedade do ensino de história e cultura afro-brasileira e indígena (Leis número 10.639/2003 e 11.645/2008, Parecer CNE/CP número 3/2004 e Resolução CNE/CP número 1/2004), o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE (Lei número 11.947/2009) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos (Parecer CNE/CEB número 11/2010 e Resolução CNE/CEB número 7/2010).

A seguir, consta uma breve explicação sobre os temas contemporâneos transversais abordados nesta coleção.

<b>Temas contemporâneos transversais</b>	
<b>Educação ambiental</b>	Esse tema propicia o desenvolvimento da capacidade de identificar-se como parte integrante da natureza e da sociedade, comprometendo-se com a proteção e a conservação ambiental tanto em âmbito local quanto global. Desse modo, ele desenvolve a consciência crítica do aluno sobre os problemas ambientais e o que é possível fazer para resolvê-los.
<b>Educação para o consumo</b>	O padrão de consumo está intrinsecamente ligado a ideologias, posicionamentos sociais, escolhas políticas, compromisso ambiental etc. Esse caráter múltiplo permite que o consumo se relacione facilmente com os temas contemporâneos <b>Ciência e tecnologia</b> , <b>Educação ambiental</b> e <b>Saúde</b> . Assim, o trabalho com esse tema possibilita aos alunos compreender de forma crítica a sua condição de consumidores.
<b>Educação financeira</b>	A educação financeira está diretamente ligada à educação para o consumo, pois possibilita conscientizar o aluno para utilizar bem o dinheiro. O trabalho com esse tema desde a infância pode ajudar na formação de adultos mais cuidadosos em relação ao que consomem, pois contribui na administração dos próprios recursos financeiros, tendo em vista o consumo consciente.
<b>Educação fiscal</b>	A educação fiscal é importante para o aluno conhecer o sistema tributário do país, o valor da moeda, a importância dos impostos e como é feita a aplicação desses recursos, incentivando atitudes cidadãs para reivindicar a melhoria de produtos e serviços públicos ofertados com base nos impostos coletados pelo governo. Além disso, a educação fiscal contribui para a prevenção de situações de fraudes.
<b>Trabalho</b>	Esse tema evidencia as relações de dependência, a distribuição desigual da riqueza na maioria dos países e a importância de todas as profissões. Ao trabalhar esse tema, deve-se considerar sua importância para a vida das pessoas e seu impacto tanto na sociedade quanto na natureza.

<b>Ciência e tecnologia</b>	O estudo desse tema possibilita compreender como o ser humano se relaciona com o ambiente ao seu redor e com os outros seres vivos, por meio das técnicas que desenvolve, assim como ponderar as complexidades e consequências dessas relações. Por meio dele, é possível abordar aspectos sociais e humanos da ciência e da tecnologia e sua influência nos campos político, cultural, econômico e ambiental, trabalhando de maneira crítica e expondo seus impactos positivos e negativos na sociedade.
<b>Direitos da criança e do adolescente</b>	Uma das maneiras de colocar os direitos das crianças e dos adolescentes como parte da cultura escolar é compreender a escola como espaço aberto para interação e troca de ideias. Assim, o trabalho com esse tema visa conscientizar os alunos sobre seus direitos e deveres, aliando-se diretamente à construção do diálogo para a paz e da cidadania no espaço escolar.
<b>Diversidade cultural</b>	Esse tema compreende o reconhecimento da diversidade étnica e cultural, sensibilizando os alunos para a importância do respeito a essa diversidade. Nesse aspecto, abordagens que embasem a valorização da diversidade cultural são propícias para superar e combater qualquer situação de discriminação.
<b>Educação em direitos humanos</b>	A educação em direitos humanos está claramente entrelaçada com a diversidade cultural, pois nos dois casos são necessários o reconhecimento e o respeito à diversidade étnica e cultural para valorizar as mais diversas formas de viver, de expressar ideias, de manifestar crenças e tradições. Além disso, a educação em direitos humanos é propícia para aproximar a noção de igualdade aos direitos e à dignidade do indivíduo, incentivando a consciência crítica sobre a garantia de direitos como um dos caminhos para o desenvolvimento pleno dos indivíduos em sociedade.
<b>Educação para o trânsito</b>	O trabalho com esse tema em sala de aula contribui para que a escola transcenda o conteúdo dos componentes curriculares, a fim de abarcar assuntos que promovam a interação dos alunos com o meio social em que vivem. Assim, é possível propor dinâmicas que sejam desenvolvidas com base em situações reais e contextualizadas e que permitam a reflexão a respeito do tema.
<b>Educação para a valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras</b>	O trabalho com esse tema visa à valorização cultural pluriétnica, além de problematizar adequadamente as tensões nas relações étnico-raciais do passado e do presente. Tal abordagem tem o objetivo de levar os alunos a se conscientizarem de que o racismo é uma construção social e histórica, devendo ser combatido em todas as suas formas, contribuindo assim para a construção de uma sociedade mais justa, igualitária, democrática e inclusiva.
<b>Saúde</b>	A abordagem do tema tem como objetivo propiciar ao ambiente escolar condições necessárias para a promoção da saúde e sua valorização, fornecendo elementos que capacitem os alunos a agir em prol de sua saúde.
<b>Educação alimentar e nutricional</b>	Por meio desse tema, é possível promover abordagens que desenvolvam habilidades e práticas favoráveis à saúde, fortalecendo comportamentos e hábitos saudáveis, e que repercutam na qualidade de vida do aluno e da coletividade. Além disso, o tema é propício para desenvolver a tolerância e o respeito pela diversidade cultural brasileira ao envolver os costumes alimentares das diferentes regiões do Brasil.
<b>Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso</b>	Esse tema envolve a importante ideia de que todos somos sujeitos em processo de envelhecimento. Assim, o trabalho com ele visa reforçar a importância do respeito e da valorização do idoso, desconstruindo imagens estereotipadas e negativas da velhice, além de promover discussões que tratem dos direitos previstos no Estatuto do Idoso.
<b>Vida familiar e social</b>	Esse tema é bastante amplo e envolve abordagens que visam reforçar a importância da tolerância e do respeito aos diferentes arranjos familiares, bem como de compreender o papel da família e abordar as complexidades dos convívios sociais. Além disso, é um tema que possibilita discutir o papel das mulheres nas famílias ao longo do tempo (transformações e permanências e desconstrução de estereótipos e preconceitos).

Para aprofundar as noções dos alunos sobre a importância dos temas contemporâneos transversais e auxiliar o professor nesse trabalho, esta coleção promove a abordagem de alguns temas em uma seção específica, intitulada **O tema é ...**.

Nesta seção, cada questão ou tema é apresentado de modo contextualizado, sempre explorando as relações com os conteúdos estudados. Assim, um dos principais objetivos é possibilitar ao aluno a reflexão sobre sua postura em relação ao assunto abordado e à sua realidade, o que contribui para a formação cidadã. Além de tratar de questões que podem se relacionar à realidade próxima dos alunos, os temas englobam discussões que transitam entre diferentes componentes curriculares e que proporcionam reflexões relevantes voltadas a assuntos que extrapolam o conteúdo curricular.

Além da abordagem da seção **O tema é ...**, os temas contemporâneos transversais da BNCC também são explorados por meio de diferentes recursos e atividades e em momentos oportunos tanto no **Livro do Aluno** quanto no **Manual do professor**.

## As competências gerais

Um dos compromissos da BNCC é com a educação integral, entendida no documento como uma educação condizente com a realidade do aluno e alinhada às demandas da sociedade contemporânea, ao mesmo tempo em que se compromete com a formação e com o desenvolvimento de forma global, priorizando o “aprender a aprender” e lidando com as informações disponíveis de maneira analítico-crítica.

Assim, o aprendizado deve ser entendido como algo que possa ser aplicado na vida real e que faça sentido nas vivências e situações cotidianas. Para alcançar tal objetivo, a BNCC estabelece como um dos seus fundamentos pedagógicos que “os conteúdos curriculares estão a serviço do desenvolvimento de competências” (BRASIL, 2018, p. 11).

Alicerçada nos princípios éticos, políticos e estéticos recomendados nas Diretrizes Curriculares Nacionais, a BNCC adota dez competências gerais que, no decorrer da Educação Básica, vão se inter-relacionar, perpassando todos os componentes curriculares, os quais se sobrepõem e se interligam contribuindo para a construção dos conhecimentos e para o desenvolvimento das habilidades de cada componente curricular, além de favorecer o desenvolvimento de atitudes e valores fundamentais para a formação cidadã.

Confira a seguir a lista com as dez **Competências gerais** da BNCC.

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*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 9-10. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EL\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EL_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 19 maio 2022.

## Dicas para o professor

Nas **orientações ao professor**, estão indicados momentos que possibilitam desenvolver as competências gerais da BNCC. Porém, é possível desenvolvê-las utilizando diferentes estratégias e recursos, de acordo com o currículo adotado e com a realidade da turma.

Pensando nisso, a seguir constam algumas sugestões de abordagens que propiciam o trabalho com essas competências.

### Competência geral 1

Orientações que incentivam o aluno a:

- perceber a realidade que o cerca;
- analisar e questionar processos do cotidiano, inclusive os que fazem parte do meio digital;
- explicar fatos e fenômenos com base nos estudos realizados;
- expressar opinião e debater sobre temáticas;
- perceber a construção coletiva e contínua do conhecimento científico;
- relacionar o conhecimento científico aos aspectos sociais de cada época.

### Competência geral 2

Orientações que incentivam o aluno a:

- analisar situações, elaborar e testar hipóteses e propor soluções;
- elaborar conclusões coletivas;
- verificar e analisar resultados;
- levantar problemas da comunidade e propor soluções;
- analisar textos científicos;
- pesquisar em fontes científicas para solucionar situações-problema;
- buscar conhecimentos de diferentes áreas para explicar fenômenos e solucionar problemas;
- propor soluções que utilizem os meios tecnológicos.

### Competência geral 3

Orientações que incentivam o aluno a:

- participar de diferentes manifestações artísticas e culturais, reconhecendo e valorizando o trabalho dos artistas;
- elaborar trabalhos envolvendo diferentes manifestações artísticas;
- relacionar as expressões artísticas aos diferentes contextos sociais;
- conhecer as principais manifestações artístico-culturais da região onde residem;
- conhecer e respeitar as manifestações artístico-culturais de diferentes localidades, regiões e países;
- identificar elementos presentes em diferentes manifestações artístico-culturais;
- identificar o uso da tecnologia nas manifestações culturais.

#### Competência geral 4

Orientações que incentivam o aluno a:

- ler, interpretar e produzir informações em linguagem matemática, como gráficos, fórmulas, expressões, mapas e esquemas;
- apresentar e registrar dados obtidos por meio de pesquisas, experimentos e observações utilizando diferentes recursos, como seminários, panfletos, cartazes e imagens;
- apresentar às comunidades escolar e extraescolar informações relacionadas a diferentes assuntos, por meio de feiras, campanhas, exposições, cartazes, panfletos, cartilhas, entre outros;
- elaborar e divulgar na internet vídeos, apresentações e fotos com informações de interesse social e relacionadas aos conteúdos estudados;
- montar jornais e *podcasts* com publicação periódica na comunidade escolar, divulgando conteúdos científicos, socioculturais e informações relevantes para a comunidade escolar.

#### Competência geral 5

Orientações que incentivam o aluno a:

- analisar criticamente as informações provenientes de meios digitais;
- confrontar informações veiculadas em diferentes fontes na internet, percebendo os diferentes pontos de vista;
- reconhecer a influência das informações veiculadas em mídias digitais na sociedade (pontos de vista político, social e cultural);
- agir de forma ética e crítica ao replicar informações veiculadas em mídias digitais;
- identificar fontes confiáveis de pesquisa na internet;
- conhecer os cuidados necessários referentes ao uso de redes sociais e outros serviços na internet;
- participar, de maneira protagonista, de fóruns de discussão relacionados a uma situação-problema sugerida pelo professor, expondo suas experiências e suas ideias;
- fazer consultas públicas na internet.

#### Competência geral 6

Orientações que incentivam o aluno a:

- reconhecer e valorizar o papel de diferentes profissionais na sociedade;
- participar de debates e discussões sobre a importância da postura ética na atuação profissional;
- refletir sobre áreas de interesse profissional;
- visitar indústrias, instituições, companhias, entre outros locais, reconhecendo a rotina e organização desses ambientes de trabalho;
- conversar com profissionais de diferentes áreas, buscando compreender contextos e fazer escolhas engajadas no exercício da cidadania;
- discutir a respeito dos cuidados no trabalho, como a importância dos equipamentos de proteção individual – EPI;
- discutir sobre a importância da igualdade de gênero nas profissões e no trabalho.

#### Competência geral 7

Orientações que incentivam o aluno a:

- debater ou trocar ideias acerca dos direitos humanos, da saúde pessoal e da coletiva, dos cuidados com o planeta e da consciência socioambiental, com base em pesquisas feitas em fontes confiáveis;
- expressar seus pontos de vista sobre assuntos relacionados à saúde pessoal e coletiva, aos direitos humanos, ao ambiente e aos cuidados com o planeta;
- discutir o que são fatos, o que são opiniões e os diferentes interesses que operam nos diversos segmentos da sociedade.

#### Competência geral 8

Orientações que incentivam o aluno a:

- reconhecer que a saúde envolve o bem-estar físico, mental e social;
- refletir sobre seu papel na manutenção da própria saúde e da saúde coletiva;

- participar de atividades práticas voltadas à prevenção de doenças e à manutenção da saúde envolvendo a comunidade escolar e extraescolar;
- ser atuante e participativo nas questões relacionadas ao saneamento básico e à manutenção da saúde do bairro onde reside;
- refletir sobre o respeito ao próprio corpo e aos dos colegas, de modo a compreender-se como parte da diversidade humana, valorizando as diferenças e atuando de forma crítica em relação aos padrões estabelecidos pela mídia;
- participar de atividades práticas envolvendo atividades físicas e discutir sua importância.

### Competência geral 9

Orientações que incentivam o aluno a:

- participar de conversas em grupo nas quais ocorram trocas de ideias, respeito à opinião dos colegas, bem como valorização e acolhimento da diversidade;
- se envolver em atividades práticas nas quais seja necessário dividir tarefas, cooperar e cumprir regras;
- participar de debates sobre os mais variados assuntos, envolvendo um mediador e grupos com pontos de vista conflitantes;
- valorizar a cultura de diferentes grupos sociais.

### Competência geral 10

Orientações que incentivam o aluno a:

- criar soluções para problemas com base em valores e princípios éticos, democráticos e inclusivos;
- ter autonomia e responsabilidade na realização de trabalhos em sala de aula e fora dela.

## As competências de área

Além das competências gerais, a BNCC também define as competências específicas de áreas de conhecimento (Linguagens, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza). Essas competências abarcam o desenvolvimento de habilidades, conceitos e noções que promovem o raciocínio relacionado a cada componente, envolvendo diretamente suas habilidades e competências específicas.

De acordo com o documento, o propósito dessas competências é formar sujeitos éticos e responsáveis, além de garantir o desenvolvimento de conhecimentos que incentivam a formação de valores para a vida em sociedade ao longo de toda a Educação Básica. Assim, o trabalho com as competências de área deve ocorrer de maneira gradativa, conforme a faixa etária e o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A BNCC orienta que, no decorrer do Ensino Fundamental, os alunos desenvolvam as seguintes competências específicas da área de Ciências da Natureza.

### Competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

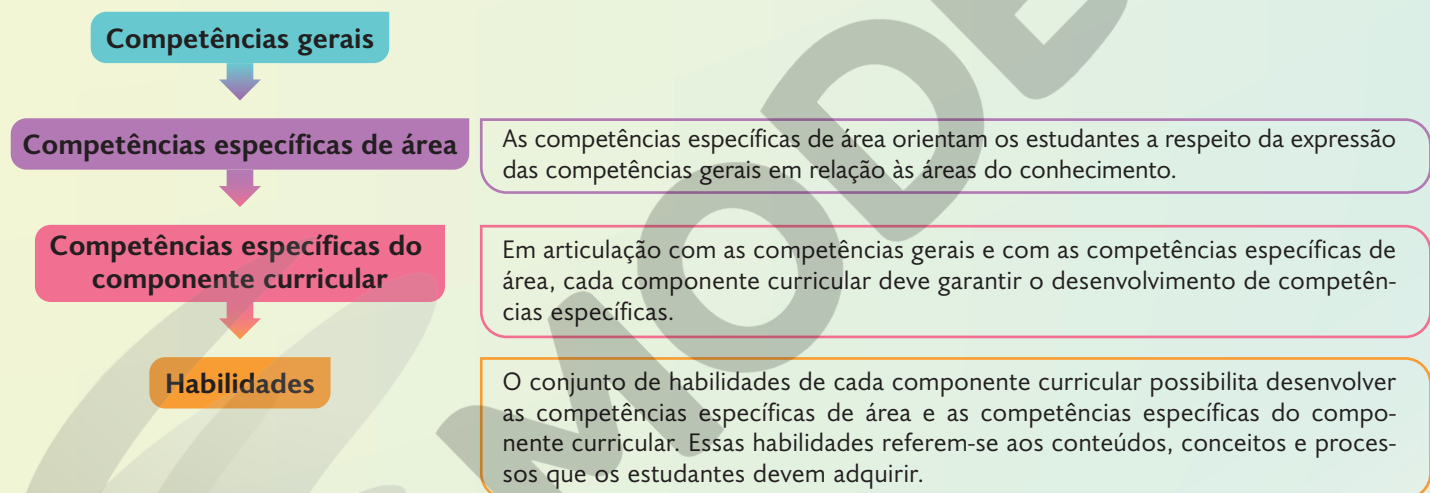


## Competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental

4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 324. 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: 23 maio 2022.

No processo de desenvolvimento das competências gerais, é preciso que os alunos aprimorem os princípios das competências específicas de cada área do conhecimento, o que é assegurado por meio do trabalho com as habilidades de cada componente curricular.



LAÍS GARBELIN/ARQUIVO DA EDITORA

Esta coleção foi elaborada buscando contemplar habilidades e competências específicas relacionadas à área do conhecimento, a fim de fornecer aos alunos subsídios para desenvolver as competências gerais propostas na BNCC. Tais relações estão presentes nas abordagens dos conteúdos, em textos, seções e atividades. Confira um exemplo de como essa orientação é feita nos volumes da coleção.

No capítulo 4 deste volume, por exemplo, ao abordar algumas ideias evolucionistas e o papel da seleção natural para a diversidade biológica e para o processo evolutivo, desenvolve-se as habilidades **EF09CI10** e **EF09CI11**. Ao trabalhar essas habilidades, evidencia-se que o conhecimento científico é provisório, cultural, construído historicamente e nos auxilia a explicar a realidade, contribuindo para o desenvolvimento da **Competência geral 1** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 1**.

Ao final das **orientações gerais** deste **Manual do professor**, há o **Quadro de conteúdos** que apresenta as relações entre as habilidades e/ou competências e os conteúdos da área, explicitando como esses elementos são desenvolvidos.

## **O ensino de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental**

O avanço da tecnologia e as consequências das interferências humanas nos ambientes, como os desequilíbrios ambientais e a manutenção da saúde pessoal e coletiva, são alguns dos temas de muitas discussões em nossa sociedade atual.

Todos esses assuntos estão relacionados, direta ou indiretamente, aos conhecimentos científicos. Diante disso, percebe-se que o ensino de Ciências, em conjunto com conhecimentos éticos, políticos e culturais, é essencial para a formação de um cidadão crítico, que cumpre seus deveres, busca fazer valer os seus direitos e luta por uma sociedade justa, inclusiva, ética e sustentável.

Para a formação do cidadão crítico e atuante na sociedade, o ensino de Ciências deve promover o letramento científico, que envolve a capacidade de compreender os fenômenos naturais e as relações entre os organismos, a natureza e a sociedade, de forma a aplicar esses conceitos na vida cotidiana. Além disso, o ensino de Ciências também deve incentivar o desenvolvimento da autonomia dos alunos, fornecendo subsídios para que eles sejam capazes de argumentar, tomar decisões e agir de forma consciente e responsável.

[...]

O letramento científico e tecnológico tornou-se, então, a principal meta do ensino de ciências, em contraste com os movimentos ocorridos nas décadas de 50 e 60, que eram centrados na preparação dos jovens para agirem na sociedade como cientistas ou optarem pela carreira científica. Nesse novo contexto, o letramento científico objetiva levar os alunos a compreenderem como C&T [Ciência e Tecnologia] influenciam-se mutuamente; a tornarem-se capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na

solução de seus problemas no [dia a dia]; e a tomarem decisões com responsabilidade social [...]

[...]

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, 2001. p. 96. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QLHvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2022.

O ensino de Ciências deve considerar os conhecimentos provenientes da vivência dos alunos, os quais devem ser explorados e confrontados com os conhecimentos construídos. Isso contribui para dar significado ao conhecimento científico.

[...]

É importante lembrar que o processo cognitivo evolui sempre numa reorganização do conhecimento, que os alunos não chegam diretamente ao conhecimento correto. Este é adquirido por aproximações sucessivas, que permitem a reconstrução dos conhecimentos que o aluno já tem.

Assim, é importante fazer com que as crianças discutam os fenômenos que as cercam, levando-as a estruturar esses conhecimentos e a construir, com seu referencial lógico, significados dessa parte da realidade. [...]

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998. p. 13. (Coleção Pensamento e Ação no Magistério).

O ensino de Ciências também deve garantir aos alunos o contato com os conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, de forma que eles percebam que a ciência é uma construção humana que está em constante desenvolvimento, aproximando-os das principais práticas e procedimentos científicos.

O processo investigativo é o elemento central do processo de ensino-aprendizagem em Ciências, levando os alunos a retomar conhecimentos a respeito do mundo onde vivem e a refletir sobre eles.

### **Proposta teórico-metodológica do componente curricular de Ciências**

Esta coleção busca conhecer a realidade dos alunos, propondo questões e situações por meio das quais eles possam expor suas vivências e seus pontos de vista, contextualizando a aprendizagem dos

conteúdos. Dessa maneira, a coleção os incentiva a expressar seus conhecimentos prévios, partindo deles para a construção dos conhecimentos científicos.

[...] Em Freire (1987, 1993, 1996), compreendemos que o ponto de partida do processo educacional está vinculado à vivência dos sujeitos, seus contextos, seus problemas, suas angústias e, acima de tudo, às contradições presentes no “mundo vivido”. Considerando a educação como um ato político, no sentido de estar engajada em ações transformadoras, a qual consiste na construção/elaboração do conhecimento de forma crítica pelos excluídos, este educador enfatiza como fundamental levar em conta o “saber de experiência feito” como ponto de partida.

[...]

GEHLEN, Simoni Tormöhlen *et al.* Freire e Vigotski no contexto da educação em ciências: aproximações e distanciamentos. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, 2008. p. 286. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epcc/a/r8wwwMNP4VWdMQZms5W7qkrM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 jun. 2022.

O diálogo e a discussão sobre diversos temas permitem aos alunos expor suas vivências e seus conhecimentos, construindo saberes também nas relações com o outro, de acordo com os contextos sociais e culturais nos quais estão inseridos.

[...]

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro no nível social e depois no nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológica) e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações sociais entre indivíduos humanos.

[...]

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. p. 41. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod\\_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf). Acesso em: 21 jun. 2022.

Os alunos, como sujeitos da aprendizagem, entram em contato com o conhecimento por meio dos símbolos, mediante a linguagem, e das mediações que fazem com as pessoas com as quais convivem. Assim, a construção do conhecimento tem

base na interação do indivíduo com o meio social e nas diversas relações que ele estabelece.

Os conteúdos desta coleção apresentam diversas atividades que permitem aos alunos a troca de ideias e a análise de situações práticas do dia a dia. Também são propostas atividades que incentivam a investigação científica por meio da pesquisa de fenômenos do cotidiano, nas quais eles podem conversar entre si, testar hipóteses, seguir procedimentos, analisar resultados e elaborar conclusões. Esse conjunto de competências contribui para a aprendizagem em Ciências.

Esta coleção também busca colaborar para a formação de cidadãos capazes de argumentar e de se posicionarem criticamente diante de situações que envolvem os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, no ambiente e no próprio corpo. Busca-se, dessa maneira, incentivar os alunos a questionar a realidade que os cerca e a ter uma postura responsável diante dos acontecimentos no mundo, incentivando-os a atuar ativamente na construção de uma sociedade justa, inclusiva, ética e sustentável.

Em Ciências, o processo de ensino-aprendizagem é diversificado, exigindo do professor certa flexibilidade com relação a diferentes perspectivas teórico-metodológicas. Assim, propomos a seguir algumas estratégias que auxiliam o professor a articular a proposta pedagógica desta coleção com sua prática.

#### **Problematização com base nos conhecimentos prévios**

Ao chegar à sala de aula, os alunos já têm diversos conhecimentos que construíram com base em sua vivência e que consideram concretos. Para incentivá-los a construir o conhecimento científico, é preciso mobilizar seus conhecimentos prévios, levando-os a refletir sobre eles de forma a articulá-los ao saber científico.

[...]

Aproximar os conceitos científicos dos contextos vivenciados pelos alunos facilita o processo de aprendizagem: o aluno pode estabelecer uma relação entre os diferentes conhecimentos desenvolvidos e sua realidade. O aluno também pode ser desafiado diante de uma situação que mobiliza sua



atenção, envolvendo-se em um processo de pesquisa ou descoberta.

ROSA, Ivete Pellegrino; LAPORTA, Márcia Zorello; GOUVÊA, Maria Elena de. *Humanizando o ensino de ciências: com jogos e oficinas psicopedagógicas sobre seres microscópicos*. São Paulo: Vetor, 2006. p. 17.

Uma maneira de verificar o que os alunos já sabem e comparar com os conhecimentos científicos é propor situações-problema para incentivar a busca de informações. Assim, eles podem reelaborar seus modelos preconcebidos, relacionando-os ao saber científico. Essas propostas devem ser significativas para eles e, preferencialmente, estar relacionadas ao seu cotidiano.

[...]

O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia, desperta o interesse e gera discussões. Resolver um problema intrigante é motivo de alegria, pois promove a autoconfiança necessária para que o aluno conte o que fez e tente dar explicações.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998. p. 20-21. (Coleção Pensamento e Ação no Magistério).

### **Busca de informações com base em diferentes estratégias**

A busca de informações contribui para a formação de ideias e incentiva a autonomia dos alunos com relação à construção do conhecimento. Além disso, momentos como esse são oportunos para criar discussões nas quais eles possam levantar suposições com base em novas ideias. A pesquisa escolar poderá ajudá-los ao ampliar seu repertório de informações e conhecimentos, além de auxiliá-los a desenvolver práticas de pesquisa. Para isso, é importante que essa busca seja feita em fontes variadas e confiáveis.

O uso de tecnologias digitais em pesquisas deve ser um processo crítico e ético. É importante que os alunos se habituem a ter uma postura questionadora com relação à veracidade das informações que encontram, procurando identificar fontes confiáveis e comparar fatos a fim de verificar diferentes pontos de vista e possíveis manipulações. Também é interessante que eles tenham o mesmo cuidado ao compartilhar informações.

Entre as estratégias para a busca de informações, destacam-se a observação, a leitura de textos e a experimentação.

### **Observação**

A observação é uma prática cotidiana diária. Em Ciências, ela faz parte do processo de ampliação dos conhecimentos, pois nos permite interagir visualmente com o mundo ao redor.

No entanto, para que seja efetiva, essa atividade deve ser bem-orientada. O papel do professor é fundamental nesse processo, pois deve motivar e orientar os alunos a perceber os detalhes do que se pretende observar. Além dessa percepção, eles devem registrar o que examinam, seja por meio de escrita ou desenho, seja por meio da verbalização.

Durante a observação, os alunos são incentivados a exercitar a curiosidade intelectual, investigando, refletindo e analisando, o que possibilita a proposição de soluções e a resolução de problemas.

A observação pode ser direta ou indireta. A primeira pode ser exercitada com atividades que envolvam contato direto com ambientes, animais, plantas, máquinas, fenômenos e outros objetos de estudo, envolvendo práticas como visitas e manipulação de materiais. Já a observação indireta pode ser feita por meio de instrumentos (como microscópio, lupa e telescópio), fotos, filmes, textos ou imagens obtidas mediante recursos variados (ultrassonografias, radiografias e micrografias).

Nesta coleção, a observação é incentivada continuamente nos textos, nas imagens e nas questões ao longo de cada capítulo. Também são propostas atividades que envolvem a interpretação de imagens, gráficos e situações do cotidiano.

### **Leitura de textos**

A busca de informações está diretamente relacionada à leitura de textos. Para que essa estratégia se consolide como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, é essencial incentivar os alunos a procurar informações em textos de fontes diversas, como jornais, revistas, artigos, livros e na internet. Essas fontes apresentam estruturas e finalidades diversificadas e podem contribuir para o desenvolvimento da competência leitora, da escrita e, consequentemente, do hábito de ler.

No âmbito da pesquisa em ensino de ciências, questões sobre leitura, uso e funcionamento de textos têm sido foco de muitos trabalhos nos quais a leitura adquire diferentes sentidos, associados a diferentes concepções de linguagem, de ensino e de ciência. Entre essas questões, alguns autores propõem a leitura na perspectiva da formação de sujeitos-leitores, visando à criação de hábitos de leitura, e, para tal, privilegiando uma leitura polissêmica, propiciando uma relação mais estreita, e, portanto, mais diversificada, entre os diferentes sujeitos, com suas diferentes histórias de leitura e de vida, e os textos (ALMEIDA & RICON, 1993; ZANETIC, 1997; SILVA & ALMEIDA, 1998; SOUZA, 2000; SILVA, 2004).

[...]

ZIMMERMANN, Narjara; SILVA, Henrique César da. Os diferentes modos de leitura no ensino de ciências. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 16., 2007, Campinas. *Anais...* Campinas: Unicamp, 10-13 jul. 2007. Disponível em: [https://alb.org.br/arquivo-morto/edicoes\\_anteriores/anais16/sem07pdf/sm07ss08\\_08.pdf](https://alb.org.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais16/sem07pdf/sm07ss08_08.pdf). Acesso em: 23 maio 2022.

Diante do acesso atual à diversidade de informações disponíveis nos meios digitais, é importante que os alunos desenvolvam o senso crítico acerca do que é disseminado nesses canais, aprendendo a filtrar o que é pertinente. Assim, é fundamental identificar as informações mais relevantes de sua busca. Espera-se que, com o tempo, eles aprimorem a capacidade de perceber os diferentes pontos de vista dos autores, consultando a veracidade do que leem e assumindo, dessa maneira, uma postura crítica e ética.

### Experimentação

A experimentação contribui para que os alunos estabeleçam relações efetivas entre os fenômenos naturais e os conceitos científicos. Ela pode gerar situações-problema que motivem a turma, desafiando sua curiosidade, despertando seu interesse e propiciando discussões.

[...]

O processo de investigação que deve ser realizado pelos estudantes, a partir do problema proposto pelo professor e que precisa de um procedimento experimental para a sua resolução, apresenta-se como uma possibilidade real de ser implementada nas aulas de ciências. A maioria dos estudantes

gosta de experimentar desafios, enfrentar dificuldades, resolver problemas. Há que aproveitar esta potencialidade para uma aprendizagem eficiente e, ao mesmo tempo, do seu agrado (LOPES, 1994).

[...]

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio*, Curitiba, v. 1, n. 1, jul./dez. 2016. p. 121. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>. Acesso em: 23 maio 2022.

Nesse contexto, a experimentação é uma importante ferramenta deflagradora, que problematiza e desestabiliza os modelos prévios dos alunos. O professor atua como um orientador crítico, que os questiona sobre as possíveis variáveis que influem nos resultados dos experimentos e, com base nelas, promove discussões coletivas.

A experimentação também promove a interação entre os alunos, exercitando a empatia, o diálogo e a cooperação, permitindo que eles reconheçam e valorizem os diferentes saberes e pontos de vista.

Durante os experimentos, podem surgir situações não esperadas, como a dificuldade no desenvolvimento de alguma atividade ou a falha de algum equipamento. Esses cenários podem incentivar a resiliência e a flexibilidade dos alunos, pois os levam a propor novas soluções para os problemas. Eles permitem mostrar que o conhecimento científico não é algo completo e acabado, e sim uma construção humana coletiva, que envolve o trabalho de várias pessoas que tiveram dificuldades e insucessos e buscaram novas formas de encontrar respostas para as adversidades.

Nesta coleção, a experimentação é proposta na seção **Hora de investigar**, na qual os alunos são incentivados a analisar e a interpretar situações. A estrutura dessa seção foi planejada com a finalidade de incentivá-los a uma das possibilidades de investigação científica, iniciada por uma ou mais questões problematizadoras. Dessa maneira, durante a atividade prática, eles são instigados a refletir e a argumentar sobre os procedimentos e os fenômenos percebidos.

A observação e o registro dos resultados obtidos são orientados por meio de questões e da troca de ideias entre os alunos. Ao final, eles são levados a confrontar as ideias iniciais com os resultados obtidos após a realização dessa investigação. Nessa seção, o roteiro visa auxiliar na execução das atividades propostas. Contudo, ele não é imutável e cabe ao professor

optar pela melhor forma de conduzi-lo. Por isso, é muito importante propor a eles que elaborem uma metodologia própria para investigar situações-problema, sem necessariamente seguir o passo a passo do experimento.

A seção **Hora de investigar**, embora localizada ao final dos conteúdos, também pode ser utilizada para iniciar o estudo ou durante o desenvolvimento dos temas.

### Orientações sobre as atividades experimentais

Confira a seguir algumas orientações importantes que podem ser empregadas durante as atividades experimentais e outras atividades práticas.

Nos experimentos em sala de aula, incentive a participação de todos os alunos durante as etapas e os procedimentos de montagem (exceto quando for exigida a manipulação de objetos perfurantes ou cortantes), durante a troca de ideias e na observação dos resultados.

Promova uma discussão sobre o desperdício de materiais a fim de conscientizá-los de que outras pessoas precisarão utilizá-los posteriormente. Ao finalizar as atividades, solicite-lhes que ajudem na organização do laboratório ou da sala de aula.

Selecione antecipadamente os materiais necessários. Se possível, organize na sala de aula ou em outro local da escola um espaço para armazenar os materiais que restarem das atividades práticas, a fim de reaproveitá-los, conscientizando os alunos a respeito de evitar o desperdício.

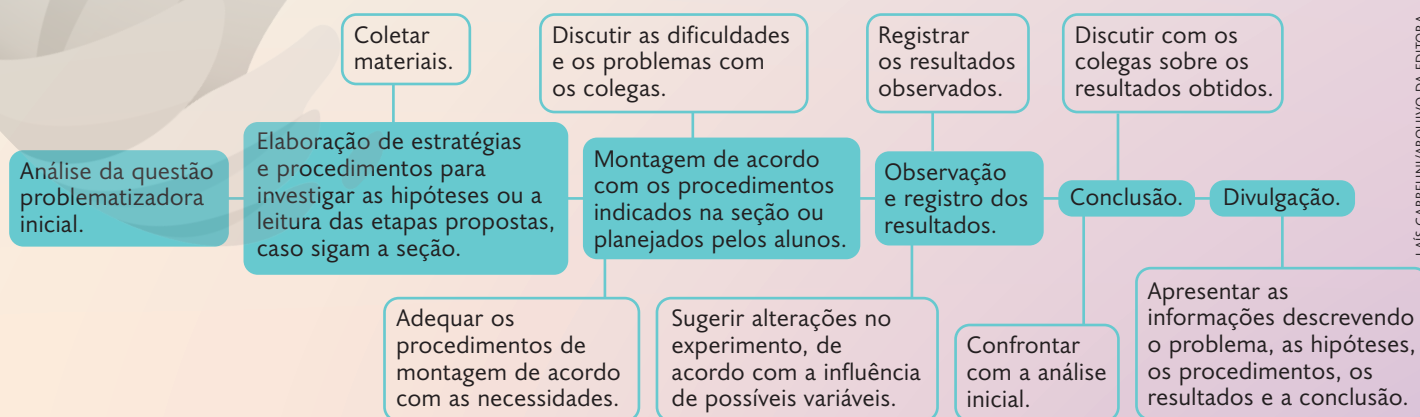
Alguns experimentos podem ser feitos individualmente ou em grupos. Escolha a estratégia que melhor se adapta ao seu planejamento, considerando sua proposta pedagógica, os materiais disponíveis e a facilidade para obtê-los.

Quando possível, desenvolva com os alunos as atividades experimentais no laboratório, caso a escola tenha um. Nesses casos, oriente-os a se comportarem adequadamente nesse ambiente. Peça-lhes que não toquem nas vidrarias e nos reagentes, pois podem oferecer riscos. Durante as atividades, mostre a eles como manusear os instrumentos laboratoriais e como guardá-los ao final da atividade.

Alguns materiais e reagentes precisam ser descartados em locais adequados. Oriente os alunos quanto ao descarte desses resíduos.

Nas atividades experimentais, podem surgir problemas que interferem nos resultados obtidos. Esses casos podem ser vistos como oportunidades para incentivar os alunos a buscar soluções alternativas para essas situações e explicações para os problemas ou resultados divergentes encontrados. Isso contribui para desenvolver a autonomia e a flexibilidade deles e para que aprendam a reagir diante das dificuldades, levando-os a ser personagens ativas na construção do próprio conhecimento.

O esquema a seguir sugere como os experimentos podem ser trabalhados nesta coleção, de acordo com a estrutura da seção **Hora de investigar** ou de forma livre.





A elaboração de relatórios após a atividade prática pode auxiliar os alunos a organizar os resultados encontrados. Ao apresentar esses relatórios oralmente aos colegas, cria-se a oportunidade de desenvolver a comunicação científica. Essa etapa pode ser realizada de forma escrita ou por meio de registro multimodal (gráficos, tabelas, esquemas), permitindo aos alunos reelaborar as observações, os dados, os resultados e as conclusões de sua investigação.

A apresentação dos resultados também favorece momentos de discussões de caráter científico entre os alunos, os professores e a comunidade em geral, o que permite a conexão entre os componentes curriculares. O registro escrito, por exemplo, favorece a conexão com o componente curricular de **Língua Portuguesa**. O registro por meio de tabelas e gráficos integra conhecimentos dos componentes curriculares de **Ciências** e de **Matemática**.

Algumas etapas da montagem e da observação dos resultados podem ser registradas por meio de vídeos e fotos, para fazer parte do relatório e da divulgação dos resultados obtidos.

Para que a produção científica cumpra seu papel social, é essencial que os conhecimentos sejam compartilhados e divulgados para toda a sociedade. Nesse cenário, a escola tem um importante papel na formação de cidadãos que reconheçam a função da divulgação científica.

É importante planejar a exposição e/ou as feiras dos experimentos e das práticas realizados pelos alunos. Esse tipo de abordagem contribui para a formação cidadã, pois pode motivá-los na execução de atividades, além de incentivar a empatia, o diálogo e a cooperação entre eles, favorecendo a socialização dos conhecimentos científicos produzidos na escola para toda a comunidade escolar, além de ser uma oportunidade de promover a participação da família na escola.

Sugerimos a organização de uma Feira de Ciências ao final do 2º semestre, pois nessa etapa os alunos já terão um repertório suficiente de atividades experimentais para apresentar. Incentive-os a verificar todos os preparativos para a montagem da feira, sob sua supervisão. Eles também deverão escolher as atividades experimentais que serão exibidas.

## Atividades em grupo

As atividades em grupo favorecem a interação entre os alunos, contribuem para o desenvolvimento da empatia e do senso de cooperação, reforçam a importância da coletividade e incentivam o diálogo, o respeito às ideias e às opiniões alheias, o acolhimento, a valorização da diversidade social e cultural e a participação ativa do sujeito, de maneira que ele se reconheça como parte de uma sociedade plural e coletiva.

O planejamento minucioso é fundamental para o desenvolvimento do trabalho em grupo, pois ajuda a prever os materiais necessários, os objetivos a serem atingidos e a melhor forma de expor os resultados. Confira a seguir outras orientações importantes para o trabalho em grupo.

- Procure orientar os alunos a diversificar os grupos a cada atividade. Isso contribui para que todos se conheçam e troquem ideias, promovendo a cooperação entre eles nas tarefas exigidas e desenvolvendo o respeito mútuo.
- As atividades em grupo devem apresentar situações que sejam relevantes para os alunos, a fim de que possam praticar a troca de ideias.
- Todas as orientações necessárias para a atividade devem ser fornecidas. Os alunos devem ser corretamente orientados quanto ao registro dos resultados.
- Ao final da atividade, é interessante que os alunos averiguem e relatem a participação de cada membro da equipe, além de mostrarem as dificuldades que tiveram.

## A prática docente

A sociedade passa por mudanças ao longo do tempo, assim como a educação. No centro dessas mudanças encontram-se a escola e seus sujeitos, especialmente o professor e os alunos. Ao professor cabe pensar no ensino para que seus alunos vivenciem a aprendizagem.

Até pouco tempo, os professores eram formados com base em uma racionalidade técnica cujas ações deveriam ser eficazes para executar os objetivos previamente propostos. Assim, o ensino era concebido como uma intervenção pedagógica realizada

pela figura do professor, o detentor do saber historicamente construído. As informações eram, então, transmitidas aos alunos por meio de aulas expositivas e relativamente autoritárias. Dessa forma, considerava-se o aluno um sujeito passivo que deveria receber e memorizar as informações.

No contexto atual, é necessário que o professor, além de dominar os conhecimentos específicos da sua área, esteja em constante formação. Ele deve ser um profissional reflexivo, um agente de mudanças na escola e, conseqüentemente, na sociedade. Esse docente, portanto, tem intenção em suas ações, visa ao ensino-aprendizagem e busca o desenvolvimento de autonomia, de valores e de criticidade nos alunos, preparando-os para as mudanças, incertezas e desafios da sociedade. De acordo com Marguerite Altet:

[...] a dialética entre a teoria e a prática é substituída por um ir e vir entre PRÁTICA-TEORIA-PRÁTICA; o professor torna-se um profissional reflexivo, capaz de analisar suas próprias práticas, de resolver problemas, de inventar estratégias; a formação apoia-se nas contribuições dos praticantes e dos pesquisadores; ela visa a desenvolver no professor uma abordagem das situações vividas do tipo AÇÃO-CONHECIMENTO-PROBLEMA, utilizando conjuntamente prática e teoria para construir no professor capacidades da análise de suas práticas e de metacognição.

[...]

ALTET, Marguerite. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. In: PAQUAY, Léopold et al. (org.). *Formando professores profissionais: quais estratégias? Quais competências?* 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 26.

O professor deve então atuar como mediador entre o conhecimento e o aluno, refletindo sobre a própria prática pedagógica, modificando seu planejamento e sua metodologia quando necessário, a fim de buscar estratégias para que todos os alunos tenham condições de desenvolver as habilidades e as competências evidenciadas na BNCC não somente em sala de aula, como também fora dela.

Para desempenhar a função de mediador, o professor deve propor situações desafiadoras que despertem a curiosidade e o interesse dos alunos. Ao priorizar a construção coletiva do conhecimento,

deve criar em sala de aula um ambiente de constante diálogo, possibilitando aos alunos o desenvolvimento de condições para analisar o mundo que os cerca, fazendo escolhas e propondo soluções de problemas com base nos conhecimentos científicos, visando ao exercício pleno da cidadania.

A formação do professor deve ser contínua. Além de manter-se atualizado nas diferentes vertentes pedagógicas e didáticas, deve estar atento às mudanças sociais que podem impactar a realidade dos alunos e discutir com eles as conseqüências dessas transformações, possibilitando que se reconheçam como sujeitos integrantes da sociedade e capazes de intervir nela. Para que essa realidade seja alcançada, os professores e a equipe pedagógica devem trabalhar de forma integrada, conectando as diferentes áreas do conhecimento a objetivos comuns para evitar a fragmentação.

A reflexão conjunta das diferentes áreas do saber, associada ao conhecimento sobre a realidade social dos alunos e ao estudo de práticas pedagógicas, pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

Esta coleção incentiva a autonomia do professor, pois foi planejada como um apoio para a construção de conhecimentos pautados nas habilidades e competências da BNCC. Você poderá adaptar seu planejamento de acordo com a necessidade da turma em que estiver lecionando, incluindo, excluindo ou modificando a ordem dos conteúdos e das atividades.

## Planejamento

Como parte da prática docente, o planejamento tem o intuito de auxiliar o professor a se organizar quanto ao conteúdo curricular a ser trabalhado e às situações cotidianas de uma turma numerosa. Trata-se de uma estratégia de organização para elencar os objetivos que se pretende alcançar; as habilidades e as competências que se pretende desenvolver; os conteúdos que necessita preparar; a maneira como o ensino pode ser conduzido; além da verificação dos materiais que utilizará visando ao êxito nas aulas.

Embora tenha a intenção de programar o andamento diário ou semanal dos conteúdos e práticas, o planejamento deve ser pensado e produzido de maneira flexível, permitindo alterações no decorrer

do percurso, considerando a ocorrência de eventualidades que exijam a proposição de uma nova condução do ensino, visando à aprendizagem dos alunos.

O planejamento pode ser considerado um roteiro norteador, construído de acordo com experiências de falhas e acertos do docente no dia a dia. Torna-se um instrumento de grande utilidade, principalmente quando o professor já conhece seus alunos e os ritmos do processo de aprendizado deles.

## Avaliação

A avaliação tem sido tema de intensas reflexões, o que indica um olhar cada vez mais crítico dos educadores aos modelos praticados até então e o anseio por propostas mais adequadas às realidades dos atuais processos de ensino-aprendizagem.

Todo educador deve compreender a importância do processo de avaliação como uma parte integrante de um percurso que o auxilia no desenvolvimento de seu trabalho e no alcance do objetivo maior de ensinar, que consiste em capacitar o aluno a atingir um saber competente, visando à superação, ao desenvolvimento e à evolução. Assim, o processo avaliativo em sala de aula deve ser empregado a favor desse objetivo.

[...]

Avaliar para promover significa, assim, compreender a finalidade dessa prática a serviço da aprendizagem, da melhoria da ação pedagógica, visando à promoção moral e intelectual dos alunos. O professor assume o papel de investigador, de esclarecedor, de organizador de experiências significativas de aprendizagem. [...]

HOFFMANN, Jussara. *Avaliar para promover: as setas do caminho*. 15. ed. Porto Alegre: Mediação, 2014. p. 20.

Infelizmente, muitas vezes, essa etapa tão importante do processo de ensino-aprendizagem tem sido relegada a momentos estanques, perdendo sua finalidade educativa e transformando-se em uma prática voltada apenas à obtenção de uma informação classificatória.

No entanto, profissionais da educação têm compreendido melhor a cada dia que entender a avaliação apenas como a realização de exames pontuais com a atribuição de notas, calculando-se a média dos resultados da turma, não reflete a quantidade nem a qualidade do aprendizado. É preciso utilizar esse processo para contribuir com a prática pedagógica.

Segundo pesquisadores da área, como Hadji (1994), o objetivo da avaliação escolar deve ser contribuir para a aprendizagem tanto do aluno quanto do professor. Assim, a avaliação oferece ao professor informações relativas ao processo de aprendizagem do aluno e à sua conduta na sala de aula. Ao aluno, a avaliação possibilita a análise da própria aprendizagem, instruindo-o acerca de seu percurso, seus êxitos e suas dificuldades.

Na tarefa avaliativa realizada na escola, são feitas perguntas cujas respostas devem orientar as decisões no decorrer do processo de ensino. As respostas obtidas por meio dos mais diferentes instrumentos e práticas avaliativas auxiliam nesse momento, uma vez que o objetivo da avaliação é informar a respeito de determinado panorama, com base no qual se deve tomar uma decisão.

A seguir, consta o modelo de uma ficha para auxiliar no acompanhamento do desenvolvimento individual dos alunos, com o objetivo de avaliar seus conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.



## Modelo de ficha de acompanhamento individual

<b>Nome do aluno:</b>		<b>Componente curricular:</b>		
<b>Turma:</b>		<b>Período letivo de registro:</b>		
<b>Acompanhamento de aprendizagem por objetivos e/ou habilidades</b>	<b>Não consegue executar</b>	<b>Executa com dificuldade</b>	<b>Executa com facilidade</b>	<b>Observações</b>
<b>Exemplo por objetivo:</b> Conhecer e analisar modelos científicos que explicam a posição dos astros no Universo.				
<b>Exemplo por habilidade:</b> (EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.				
<b>Acompanhamento socioemocional</b>	<b>Desenvolvimento do aluno</b>			
	<b>Sim</b>	<b>Às vezes</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Escuta com atenção a explicação dos conteúdos?				
Questiona quando não compreende o conteúdo?				
Faz uso correto da oralidade e/ou escrita para se expressar?				
Desenvolve os exercícios com autonomia?				
Participa de maneira responsável das atividades propostas dentro e fora da sala de aula?				
Coopera com os colegas quando lhe solicitam auxílio?				
Demonstra empatia pelas pessoas de seu convívio?				
Demonstra zelo pelos seus materiais e pelos espaços da escola?				
<b>Informações sobre o progresso nesse período letivo</b>				

Para que todo esse processo se efetive, valorizando suas dimensões básicas, não se pode perder de vista que a ação educativa no espaço escolar inclui aspectos, como aprender a ser, desenvolver-se com o outro, compartilhar vivências, saberes, sentimentos, experiências, valores. Dessa forma, é importante que o professor crie espaços e situações em que possa verificar se os alunos interagem, trabalham em grupos, dialogam e investigam. Essas trocas permitem a eles que se manifestem de diferentes maneiras, ouçam diferentes pontos de vista, encontrem diferentes formas de buscar soluções, reflitam sobre outras formas de ser, sentir e agir. A observação e a análise dessas situações devem ser consideradas em um processo de avaliação de desempenho, levando em conta o desenvolvimento individual em situações coletivas.

A avaliação da aprendizagem não é tarefa estanque, tampouco aleatória. De acordo com Luckesi, “A avaliação, diferentemente da verificação, envolve um ato que ultrapassa a obtenção da configuração do objeto, exigindo decisão do que fazer ante ou com ele” (2006, p. 93). Da mesma maneira, Hoffmann afirma que:

[...]

Em relação à aprendizagem, uma avaliação a serviço da ação não tem por objetivo a verificação e o registro de dados do desempenho escolar, mas a observação permanente das manifestações de aprendizagem para proceder a uma ação educativa que otimize os percursos individuais. [...]

HOFFMANN, Jussara. *Avaliar para promover: as setas do caminho*. 15. ed. Porto Alegre: Mediação, 2014. p. 19.

A elaboração ou definição do instrumento avaliativo – observação, prova, debate, resumo, entre outras possibilidades – deve estar impregnada de intenções que contemplem propostas pedagógicas comprometidas com a aprendizagem e que considerem uma turma heterogênea.

Desse modo, ao avaliar a aprendizagem, é necessária uma retomada, um olhar novamente intencional sobre o que se avalia, refletindo em uma decisão, em uma nova ação. Nesse sentido, os objetivos da avaliação devem estar claros e os princípios básicos de cada uma das modalidades desse processo precisam ser conhecidos, adaptando-os de acordo com as características específicas de cada proposta e da turma.

No componente de Ciências, é importante incentivar a aproximação efetiva dos conhecimentos científicos às situações do cotidiano dos alunos de forma que eles desenvolvam a capacidade de analisar, compreender e interpretar fenômenos do mundo natural, social e tecnológico com base nesses conhecimentos, além de propor alternativas e soluções aos problemas do mundo contemporâneo.

Assim, as atividades práticas investigativas, as que envolvem a análise de situações-problema, os debates, as pesquisas, aquelas voltadas à participação da comunidade e as relacionadas à divulgação científica, são exemplos de estratégias presentes nesta coleção e que fornecem informações sobre o aprendizado dos alunos.

São três as modalidades de avaliação e sua distinção está relacionada ao momento em que o docente a utilizará. Segundo Bloom (1971), a avaliação pode ser diagnóstica, formativa e somativa.

A avaliação **diagnóstica** permite ao professor utilizar diversos instrumentos de acordo com sua criatividade, sensibilidade e recursos disponíveis. Seu principal objetivo é indicar o ponto de partida mais adequado para o processo de ensino-aprendizagem, possibilitando verificar a situação de aprendizagem do aluno em relação ao que se espera dele no decorrer do processo. Desse modo, além da verificação do ritmo da turma, atividades ou dinâmicas propostas nortearão o professor no planejamento das aulas, de acordo com os diagnósticos. Nesta coleção, a seção **O que eu já sei?** pode ser utilizada como avaliação diagnóstica.

A avaliação **formativa** tem o propósito de informar ao professor e ao aluno o resultado da aprendizagem durante o desenvolvimento das atividades. Ela deve fornecer dados sobre o progresso do aluno e contribuir para o professor adequar suas práticas às características e necessidades da turma, aperfeiçoando o processo de ensino-aprendizagem. Caracteriza-se como informativa (informa os envolvidos no processo), corretiva (corrige a ação e motiva modificações) e propositiva (conscientiza sobre as dificuldades e aponta caminhos). Nesta coleção, a seção **O que eu estudei?** pode ser utilizada como avaliação formativa.

Por sua vez, a avaliação **somativa** constitui-se como um ponto de parada para a análise das informações levantadas no processo de avaliação de determinado período. Por meio dela, é possível classificar os alunos e verificar os níveis de aproveitamento. Tem caráter mais geral no que se refere à verificação do grau em que os objetivos mais amplos foram atingidos. Geralmente, seus resultados são utilizados para indicar se os alunos estão habilitados a seguir para a etapa posterior. Nesta coleção, a seção **O que eu aprendi?** pode ser utilizada como avaliação somativa.

Esta coleção tem o intuito de auxiliar o professor a preparar seus alunos para desafios futuros. Isso posto, apresenta atividades que possibilitam o preparo deles para exames de provas oficiais, como as aplicadas pelo Sistema de Avaliação da Edu-

cação Básica (Saeb), que visa mensurar a qualidade da aprendizagem. Seja por meio da linguagem, seja pela estrutura das atividades, os alunos entrarão em contato com exercícios avaliativos que se assemelham aos propostos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), servindo também como parâmetro diagnóstico ou formativo de uma avaliação.

## Autoavaliação

É imprescindível considerar a importância da autoavaliação, um instrumento essencial para auxiliar na avaliação formativa, que pode orientar a autorregulação do processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia dos alunos.

A autoavaliação possibilita aos agentes do processo educativo que reflitam sobre seu comportamento e engajamento, além de indicar quais pontos precisam ser trabalhados e desenvolvidos para que sejam aprimorados.

Para atingir os objetivos, após a aplicação de uma proposta de autoavaliação, é necessário discutir e indicar caminhos que contribuam para gerar resultados positivos coletiva ou individualmente.

Além disso, é preciso conscientizar os alunos de que o resultado dos esforços aplicados para mudar ou melhorar, muitas vezes, não é conquistado a curto prazo, sendo necessário refletir e rever atitudes constantemente, por meio da autoavaliação.

## ■ Relações entre os componentes curriculares

Com a Revolução Industrial, no século XIX, a escola passou a formar pessoas para o mercado de trabalho, que, naquele momento, se desenvolvia em linhas de produção. Com base nesse contexto social e nas ideologias vigentes, o ensino passou a ser compartimentado, especializado e desarticulado.

Essas relações, entretanto, modificaram-se ao longo do tempo, exigindo uma formação universal. Para atender a essa demanda, a educação precisou articular-se novamente, apresentando propostas de ensino relacionando cada vez mais os componentes curriculares.

[...] o saber, ao mesmo tempo em que se propõe como desvendamento dos nexos lógicos do real, tornando-se então instrumento do fazer, propõe-se também como desvendamento dos nexos políticos do social, tornando-se instrumento do poder. Por isso mesmo, o saber não pode se exercer interdisciplinarmente. Ser interdisciplinar, para o saber, é uma exigência intrínseca, não uma circunstância aleatória. Com efeito, pode-se constatar que a prática interdisciplinar do saber é a face subjetiva da coletividade política dos sujeitos. Em todas as esferas de sua prática, os homens atuam como sujeitos coletivos. Por isso mesmo, o saber, como expressão da prática simbolizadora dos homens, só será autenticamente humano e autenticamente saber quando se der interdisciplinarmente. Ainda que mediado pela ação singular e dispersa dos indivíduos, o conhecimento só tem seu pleno sentido quando inserido nesse tecido mais amplo do cultural.

[...]

SEVERINO, Antônio Joaquim. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). *Didática e interdisciplinaridade*. 17. ed. Campinas: Papirus, 2012. p. 40. (Coleção Práxis).

A relação entre componentes curriculares tem recebido atenção especial nas últimas décadas, pois ultrapassa a simples comunicação, sendo capaz de conectá-los e integrá-los. Para que essa relação ocorra, os saberes dos alunos precisam ser respeitados, buscando-se finalidades, habilidades e técnicas que favoreçam sua aprendizagem.

Em razão de seu caráter prático, a relação interdisciplinar precisa trabalhar com o conhecimento vivo e dialogado. Para tal, o processo de integração entre os componentes curriculares deve ser visto pelos membros da escola sob um aspecto contínuo e capaz de transformar a realidade.

Mais do que trabalhar alguns pontos comuns, cada componente curricular deve procurar aproximar metodologias, instrumentos e análises. A integração pode derrubar as barreiras criadas no passado entre os diferentes componentes curriculares sem que eles percam sua identidade científica. Espera-se que, dessa maneira, sejam formados alunos com visão universal e unificadora dos conhecimentos, características que os auxiliarão a desenvolver habilidades e



capacidades para o exercício pleno de uma cidadania crítica e atuante.

Para que a aula seja realmente interdisciplinar é preciso considerar os seguintes pontos.

- Realizar um bom planejamento, atentando às possíveis relações entre o conteúdo do respectivo componente curricular e outros.
- Pesquisar e compreender o conteúdo trabalhado por outros componentes curriculares.
- Conversar e envolver os professores de outros componentes curriculares e quando possível planejar em conjunto.
- Considerar a heterogeneidade dos alunos da turma.
- Propor atividades contextualizadas que auxiliem o aluno nessa visão interdisciplinar.
- Usar materiais que evidenciem a interdisciplinaridade.

Esta coleção propõe atividades que poderão ser trabalhadas com base em seus temas, conteúdos, recursos e seções, favorecendo uma abordagem integradora entre os diversos componentes curriculares. Essa articulação é apresentada nas **orientações ao professor**, com o intuito de contribuir com sugestões que colaborem para a integração dos conhecimentos. A seção **Projeto em ação** também é utilizada para desenvolver o trabalho interdisciplinar nesta coleção.

## O aprendizado em sala de aula

A sala de aula é um espaço privilegiado de grande significância para o desenvolvimento dos alunos. É nesse espaço que eles interagem uns com os outros e com o professor. É também na sala de aula que os alunos entram em contato com conhecimentos diversos e sistematizam alguns deles sob a mediação do professor.

Ao desenvolver o trabalho nesse espaço, os desafios enfrentados pelo professor são cada vez maiores. Entre eles destacam-se a quantidade de alunos e as dificuldades no aprendizado, situações que fazem parte da realidade das escolas brasileiras. É evidente que as diferenças cognitivas sempre existirão, pois cada aluno tem formação humana e escolar única

e se apropria do conhecimento construído no decorrer da vida acadêmica à própria maneira. Além disso, sendo o Brasil um país rico em diversidade, em vários aspectos, é natural que haja contrastes educacionais, sociais e de saúde, o que impacta na característica de cada aluno em sala de aula.

É importante ter em mente que os diferentes níveis de aprendizagem em uma turma não indicam a falta de capacidade de alguns alunos para aprender, mas sim que o progresso de cada um ocorre de acordo com o próprio ritmo. Lidar com esse cenário não é uma tarefa simples, e certamente não existe uma solução única e predeterminada. Pelo contrário, há diversas estratégias que podem ser adotadas e agregadas à prática pedagógica, a fim de gerar resultados significativos e contribuir para os alunos aprenderem mais e melhor, considerando suas características individuais. Com base nisso, como proceder quando essas diferenças são percebidas em uma mesma turma? A seguir, constam algumas sugestões de estratégias a serem consideradas para enfrentar essas situações.

- Apresente as atividades escolares de maneira desafiadora e cativante, buscando reverter a ideia, muitas vezes incutida nos alunos, de que o ato de estudar está relacionado ao cumprimento de obrigações. É importante que eles tenham a oportunidade de refletir sobre a relevância dos estudos e de valorizar o conhecimento, o contato com informações que auxiliam na compreensão do mundo, da realidade, da vida.
- Sempre que possível, inclua e utilize recursos tecnológicos aliados aos objetivos da educação. Atualmente, a tecnologia faz parte do cotidiano de parte dos jovens e pode ser utilizada para incentivar o interesse deles pelos estudos, instigando-lhes o pensamento e complementando assuntos tratados em sala de aula de maneira atraente.
- Relacione os assuntos escolares com algum evento da atualidade e da realidade dos alunos, contribuindo para o interesse e a compreensão de temas, muitas vezes, considerados complexos. Sempre que viável, utilize diferentes materiais pedagógicos, como vídeos, músicas, artigos de jornais e revistas, propagandas, além de estratégias diversificadas, como estudos de campo, pesquisas e trabalhos em grupo.

- Acompanhe o desempenho de maneira individual, por meio de atividades diversificadas, contemplando diferentes habilidades e competências. Assim, é possível identificar as principais dificuldades e definir as melhores estratégias para conduzir o processo de apoio, levando o aluno a alcançar os objetivos propostos para o ano em que estuda. A análise do resultado geral da turma também pode indicar a necessidade de revisão de estratégias para aprimorar o desenvolvimento das aulas e atender às diferentes necessidades que se impõem em sala de aula. Retomar o conteúdo com alguma periodicidade também é uma estratégia válida.
- Dinamize a organização do espaço da sala de aula para contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Algumas sugestões são: dispor as carteiras em círculo, em grupos pequenos; organizar somente as cadeiras em um grande círculo; reunir somente as carteiras, caso os alunos precisem circular pelo ambiente e necessitem de uma grande estação de trabalho. Essa dinâmica incentiva os alunos e atende à diversidade de preferências, tornando o ambiente mais agradável, despertando o interesse e favorecendo a aprendizagem. Utilize também outros espaços do ambiente escolar, como pátio, jardim, biblioteca, sala multimídia e laboratório.
- Incentive os alunos a participar de projetos de monitoria, nos quais aqueles que apresentarem bom desempenho em determinado componente curricular auxiliem os que estiverem com dificuldades, sob a orientação dos professores. Além de contribuir para reduzir a dificuldade no aprendizado, todos os alunos envolvidos têm a oportunidade de desenvolver habilidades, como colaboração, empatia, antecipação e planejamento, participação, decisão e resolução de problemas, comunicação e trabalho em equipe.
- Além destas orientações para o dia a dia, alguns casos podem demandar esforços extras e possibilitar aos alunos que atinjam os objetivos propostos para a etapa em que se encontram. Casos específicos podem exigir:
  - > elaboração de atividades educativas diferenciadas que levem os alunos a compreender

os conteúdos ou que atendam a necessidades cognitivas específicas;

- > atendimento individualizado durante as aulas para verificação das atividades realizadas pelos alunos, com análise e observação mais detalhada;
- > atendimento separado da turma em casos de dificuldades mais severas no aprendizado, por meio da proposição de atividades diferenciadas e da utilização de recursos complementares. Nesse caso, o professor responsável pelo componente curricular deve estar em contato com aquele que realizará esse trabalho de apoio, visando compreender as dificuldades do aluno, suas principais necessidades e a maneira como ele será acompanhado e avaliado, de modo a garantir a continuidade de seu progresso.

É importante ter em mente que o trabalho com alunos que demonstram dificuldades no aprendizado não é responsabilidade exclusiva do professor, devendo ser compartilhado com toda a equipe pedagógica e contar também com o suporte e apoio da família. O ritmo de cada aluno e, portanto, seus avanços individuais devem pautar as definições e adequações das estratégias adotadas e a avaliação de todo o processo.

### **Competência leitora**

A leitura é uma atividade primordial. Mesmo antes de serem alfabetizadas, as crianças costumam procurar sentidos em placas ou inventam histórias por meio de imagens. Depois de alfabetizadas, parece que essa prática perde espaço e, assim, o livro passa a ser um artigo raro.

Sabe-se que a prática da leitura enriquece o vocabulário, favorece a prática da escrita, desenvolve o senso crítico e a capacidade de raciocínio e incentiva a sensibilidade e a participação no meio social. Contudo, nossa cultura não é, de fato, tradicionalmente leitora, o que resulta de diversos fatores: a alfabetização em nosso país é tardia; os livros não fazem parte dos ambientes domésticos; não se valoriza a leitura, tanto que muitas vezes o ato de ler é visto como um fardo.

Mesmo nesse contexto desfavorável, o Ensino Fundamental é visto como a etapa em que se encontra a maior parcela dos leitores no Brasil – embora



no ambiente escolar a leitura ainda seja vista como missão dos professores das séries iniciais e de Língua Portuguesa.

[...] Ainda existe na comunidade escolar a cultura de que a formação do aluno leitor é de responsabilidade dos professores das séries iniciais e de Língua Portuguesa e Literatura, quando, na realidade, os níveis e os processos de leitura não caminham em uma só direção, nem para uma só área do saber. Se nossos professores compartilhassem entre si o conhecimento das teorias e das práticas de leitura, o processo ensino-aprendizagem da comunidade escolar conheceria, sem dúvida, momentos de profícuas discussões e de comprometimento coletivo. [...]

BRETAS, Maria Luiza Batista. *Leitura é fundamental: desafios na formação de jovens leitores*. Belo Horizonte: RHJ, 2012. p. 25.

A educação voltada para a formação de leitores é responsabilidade de todos os componentes curriculares. Um mesmo texto pode ser trabalhado sob diversos olhares, por isso o trabalho com as estratégias de leitura aplicadas a textos de diferentes áreas do conhecimento é fundamental para que os alunos desenvolvam a competência leitora em diversos níveis de cognição. Nessa concepção de leitura, é atribuída grande importância à maneira como o leitor se relaciona com o texto.

[...]

Formar leitores autônomos também significa formar leitores capazes de aprender a partir de textos. Para isso, quem lê deve ser capaz de interrogar-se sobre sua própria compreensão, estabelecer relações entre o que lê e o que faz parte do acervo pessoal, questionar seu conhecimento e modificá-lo, estabelecer generalizações que permitam transferir o que foi aprendido para outros contextos diferentes [...].

SOLÉ, Isabel. *Estratégias de leitura*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 72.

Para incentivar o prazer pela leitura nos alunos é importante levá-los a criar diferentes expectativas (de níveis diversos) em relação a essa atividade. Nesse sentido, a informação deve se propagar gradativamente para níveis mais complexos. Essas expectati-

vas são responsáveis por orientar o leitor, tornando possível a compreensão textual. Além disso, a leitura deve ser um processo constante de levantamento e verificação de hipóteses acerca do texto, de modo que contribua para sua compreensão.

Com a aplicação de estratégias de leitura, os alunos desenvolvem habilidades, como resgatar conhecimentos prévios, levantar hipóteses, localizar informações, compreender a ideia central de um texto, fazer inferências, confirmar ou retificar as hipóteses levantadas e argumentar.

Ao fazer inferências, o aluno atribui coerência intencional aos significados, projetando-se para além daquilo que leu e interpretou, possibilitando a reconstrução e/ou construção de conhecimentos para si e para o outro, por meio da interação, da comunicação e do diálogo com o texto. Ao propor a leitura inferencial, é preciso orientar o aluno a ler raciocinando e interpretando, de modo que compreenda as situações descritas em um texto e chegue às suas conclusões.

Ao trabalhar essa e outras habilidades, é importante levar os alunos a compreender, em primeiro lugar, os objetivos da leitura, ou seja, deve estar claro para todos o que se espera alcançar por meio dela. Esses objetivos podem ser inúmeros, por exemplo, a busca de informações, o estudo, a confirmação ou a refutação de um conhecimento prévio e a produção de um texto.

Dessa forma, com base na teoria de Solé (1998) sobre a competência leitora, é proposto aos alunos apropriar-se das diferentes estratégias relacionadas à compreensão textual. É importante enfatizar que, como leitor proficiente, o professor deve mostrar-lhes os processos que levam o sentido de um texto a ser construído. Já os alunos devem se apropriar progressivamente dessas estratégias, aplicando-as em suas práticas de leitura.

### **Trabalhando as estratégias de leitura com os alunos**

Nesta coleção, são apresentados textos dos mais diversos gêneros, introduzindo ou contextualizando determinados conteúdos. Esses momentos são propícios para promover a competência leitora dos alunos, possibilitando desenvolver com eles a capacidade de fazer análises críticas, criativas e propo-



tivas, além de suscitar a reflexão e as habilidades de inferência e argumentação. Para isso, o professor pode utilizar as estratégias de leitura agrupadas em três etapas: **Antes da leitura**, **Durante a leitura** e **Depois da leitura**. Verifique, a seguir, o que é esperado dos alunos em cada um desses momentos.

<b>Etapas das estratégias de leitura</b>	
<b>Antes da leitura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resgatar conhecimentos prévios acerca do gênero ou do assunto apresentado.</li><li>• Levantar hipóteses em relação ao autor, ao suporte e aos objetivos do texto.</li><li>• Antecipar o tema ou a ideia principal com base nos elementos paratextuais (títulos, subtítulos, epígrafes, prefácios, sumário etc.).</li><li>• Criar expectativas quanto à estrutura do gênero.</li></ul>
<b>Durante a leitura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Localizar o tema ou a ideia principal do texto.</li><li>• Pesquisar no dicionário as palavras cujo sentido desconheçam.</li><li>• Construir o sentido global do texto.</li></ul>
<b>Depois da leitura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Confirmar ou retificar as antecipações ou expectativas de sentido criadas antes da leitura ou durante a leitura.</li><li>• Trocar impressões com os colegas a respeito do texto lido, fornecendo indicações para a sustentação de sua leitura e acolhendo outras posições.</li></ul>

A leitura também auxilia o aluno na argumentação, habilidade que permite ao indivíduo se expressar, defender suas ideias e se posicionar, de maneira oral e escrita. Por meio dela é possível identificar e conhecer diferentes opiniões e argumentos sobre determinado assunto, permitindo analisá-lo de diferentes maneiras e utilizar informações confiáveis na argumentação, de acordo com o posicionamento escolhido.

É importante destacar que a maior ferramenta educativa é o exemplo, por isso o professor tem papel ativo no desenvolvimento da competência leitora, sendo responsável não só por orientar os alunos durante cada etapa, procurando auxiliá-los e permitindo que alcancem a compreensão textual de forma gradativa, mas também por mostrar como a leitura é uma atividade importante e prazerosa.

Nesta coleção, sempre que possível, em atividades que envolvem o trabalho com gêneros textuais, o professor encontra orientações sobre como levar os alunos a desenvolver diferentes habilidades, entre elas a leitura inferencial e a argumentação.

## **Metodologias e estratégias ativas**

O contexto educacional vem passando por grande e considerável evolução. O protagonismo, a participação, a opinião e a experiência dos alunos têm sido tomados como ponto de partida no processo de ensino-aprendizagem, na intenção de auxiliá-los a alcançar o conhecimento de maneira concreta e significativa. A sala de aula costuma contemplar um grande número de alunos que carregam consigo diferentes experiências de vida e diversas maneiras de agir e pensar o mundo. Trabalhar com as metodologias e estratégias ativas contribui para que o aluno seja protagonista no processo de aprendizado, possibilitando a construção do conhecimento de maneira prática, reflexiva e autônoma. Desenvolver estratégias como estas permitem um melhor desempenho tanto dos alunos quanto do professor, este como mediador no contexto educacional.

[...] A ênfase na palavra ativa precisa sempre estar associada à aprendizagem reflexiva, para tornar visíveis os processos, os conhecimentos e as competências

do que estamos aprendendo com cada atividade. Ensinar e aprender tornam-se fascinantes quando se convertem em processos de pesquisa constantes, de questionamento, de criação, de experimentação, de reflexão e de compartilhamento crescentes, em áreas de conhecimento mais amplas e em níveis cada vez mais profundos. A sala de aula pode ser um espaço privilegiado de cocriação, *maker*, de busca de soluções empreendedoras, em todos os níveis, onde estudantes e professores aprendam a partir de situações concretas, desafios, jogos, experiências, vivências, problemas, projetos, com os recursos que têm em mãos: materiais simples ou sofisticados, tecnologias básicas ou avançadas. O importante é estimular a criatividade de cada um, a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores, realizadores; que conseguem assumir riscos, aprender com os colegas, descobrir seus potenciais. Assim, o aprender se torna uma aventura permanente, uma atitude constante, um progresso crescente.

[...]

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 3.

Esta coleção propõe, em diversos momentos, o trabalho com diferentes estratégias e metodologias ativas, visando proporcionar condições de trabalho significativo com as competências gerais, específicas e habilidades da BNCC. A seguir, são apresentadas as descrições das estratégias de metodologias ativas que serão trabalhadas no decorrer dos volumes, proporcionando o desenvolvimento de atividades contextualizadas com os alunos.

### **Gallery walk**

Esta metodologia ativa tem sua dinâmica semelhante às exposições vistas em museus, pois consiste, como produto final, na exibição de trabalhos. O que a difere é o protagonismo dos alunos ao trabalhar a argumentação no decorrer das apresentações dos cartazes construídos em equipe. A estratégia em questão, conhecida como **caminhada na galeria**, ocorre seguindo estes passos.

- Em sala de aula, o professor apresenta os temas, assuntos ou situações-problema que pre-

tende colocar em foco na discussão. Se oportuno, tópicos podem ser elencados na lousa com o intuito de proporcionar uma melhor condução do trabalho.

- A turma deve ser organizada em duplas ou grupos, considerando as suas especificidades. Isso deve ser avaliado com base na quantidade de assuntos apresentados. O importante é considerar as tarefas que devem ser desempenhadas para que todos os integrantes participem no decorrer da atividade.
- O professor deve disponibilizar tempo para que os grupos tenham condições de fazer pesquisa de busca, aprofundamento, exemplificação e fundamentação dos estudos de maneira contextualizada.
- Cada grupo deve produzir cartazes que servirão de recurso para exposição e apresentação da pesquisa que fizeram. No dia previamente agendado e conforme a ordem preestabelecida com os alunos, eles se prepararão para as exposições dos trabalhos.
- Os cartazes devem ser fixados em local de fácil acesso à turma (em sala de aula ou no pátio da escola). Assim, terão condições de apreciar os trabalhos dos colegas, fazer leitura e, em momento oportuno, fazer questionamentos aos responsáveis pelo cartaz.
- Para cada apresentação deve ser disponibilizado um tempo viável para a interação de todos. Terminadas as trocas de informação e argumentações entre os alunos, faça outras inferências voltadas a sanar lacunas que, porventura, possam ter ficado.

Para concluir o trabalho com esta metodologia ativa, o professor deve convidar os alunos para uma roda de conversa com a intenção de pedir opiniões sobre a atividade realizada. Nesse momento, deve-se atentar aos pontos levantados pela turma avaliando o que precisa ser considerado e alterado em outros momentos semelhantes.

### **Brainstorming**

Esta estratégia, também conhecida como **tempestade de ideias**, consiste em fazer um levantamento de tudo o que os alunos sabem sobre determinado assunto, tema ou situação-problema. Alguns

pontos que ajudam a fazer um levantamento inicial são curiosidades, causas ou consequências relacionadas ao conteúdo em discussão. A seguir, confira as etapas que conduzem esta atividade.

**1º.** É preciso providenciar, com antecedência, papel sulfite cortado em quadrados ou notas adesivas; cartolina ou papel *kraft* e fitas adesivas ou cola escolar.

**2º.** O professor deve pedir à turma que se organize em grupos e disponibilizar os materiais a cada um deles. Em seguida, o conteúdo é apresentado, sem aprofundamento dos conceitos.

**3º.** Cada grupo deve escrever no centro ou no topo da cartolina ou do papel *kraft* o conteúdo ou assunto a ser estudado.

**4º.** Cada integrante do grupo deve registrar, nos papéis que foram entregues, o que sabem sobre o assunto, e colá-los na cartolina ou no papel *kraft*.

**5º.** Cada grupo deve apresentar para a turma o cartaz com as anotações sobre o conteúdo. Nesse momento, devem ficar atentos para verificar as semelhanças e diferenças entre os pontos mencionados.

**6º.** Após a realização desta estratégia ativa, o professor deve iniciar o trabalho com o conteúdo curricular, sempre fazendo associações com os conhecimentos compartilhados pelos alunos na dinâmica.

Esta estratégia permite verificar os conhecimentos prévios dos alunos de acordo com seu contexto e vivência de mundo, além de contribuir para desenvolver a argumentação.

### Debate

Trata-se de uma metodologia que proporciona a reflexão, a argumentação, a exposição de opiniões, o autoconhecimento, além da socialização entre alunos com respeito às diferentes maneiras de pensar. Desse modo, para que sua realização seja possível é necessário cumprir alguns passos, como os apresentados a seguir.

- Em sala de aula, o professor apresenta determinado assunto, tema ou situação-problema e,

diante disso, propõe a dinâmica do debate, explicando e esclarecendo como ele ocorre.

- A turma é organizada em grupos, de acordo com posicionamentos favoráveis ou contrários. Os alunos devem ser orientados a fazer levantamentos de materiais para ampliar o conhecimento, afirmar ou refutar aspectos relacionados ao assunto.
- O resultado da pesquisa deve ser levado para a sala de aula para que os respectivos grupos discutam e registrem os argumentos e fundamentações que serão utilizados no debate.
- No dia predeterminado, um aluno ou o próprio professor coloca-se como mediador do debate, para direcionar as perguntas e cronometrar o tempo das respostas. A turma deve ser organizada em três grupos, dos quais dois participarão ativamente do debate, organizados em formato meia-lua ou em dois grandes grupos. Cada um deverá escolher um debatedor para representar sua equipe. O terceiro grupo, por sua vez, ficará responsável por compor a plateia, com o objetivo de analisar o debate e chegar a um posicionamento sobre as apresentações.

Enquanto o debate acontece, o professor deve perceber como os alunos estão se saindo, verificando as argumentações e fundamentações utilizadas. Ao final, abre-se espaço para que eles discutam a respeito da realização, abordando como foi realizá-la, pontos positivos e negativos do trabalho em grupo, entre outras questões.

### One-minute paper

Esta estratégia, também conhecida como **papel de minuto**, propõe dinamismo e desafio para aqueles que a praticam. Ela pode ser proposta em diferentes momentos da aula, bem como para a verificação do conhecimento prévio, compreensão da teoria em andamento ou conclusão de atividades, por exemplo. Trata-se de uma estratégia de rápida aplicabilidade e fácil contextualização.

Consiste em produzir determinado registro com o tempo cronometrado em 1 minuto. O professor lança uma pergunta aos alunos, que devem escrever em tiras de papel a resposta que julgarem adequada ao questionamento. O tempo é fator crucial no decorrer da atividade, podendo ser delimitado por meio do relógio ou do próprio celular. Após 1 minu-

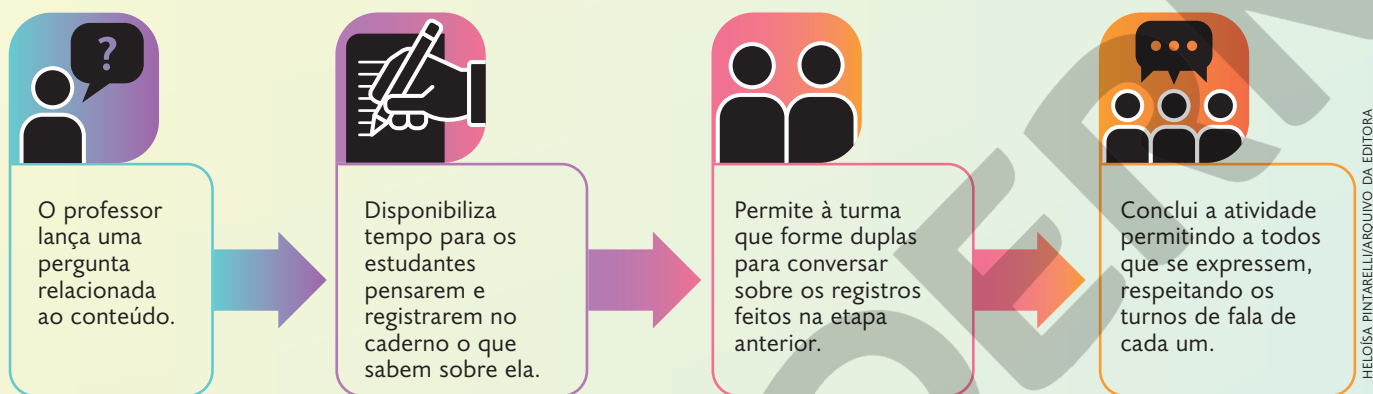


to, os alunos devem colocar suas tiras de papel sobre a mesa do professor (não havendo a necessidade de identificá-las) para serem lidas e discutidas por toda a turma.

Além de desenvolver a habilidade de síntese, em seguida, os alunos são incentivados a argumentar com base em seus registros lidos para defender ou refutar a resposta ali registrada. Já o professor deve aproveitar a oportunidade para avaliar como estão se saindo e fazer apontamentos de acordo com a necessidade.

### Think-pair-share

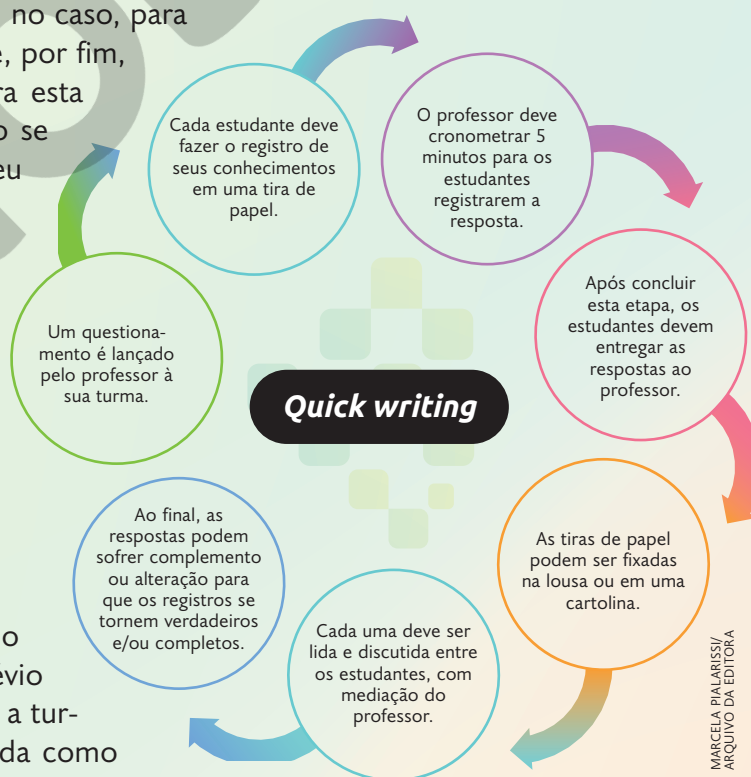
Esta metodologia, também conhecida como **pensar-conversar-compartilhar**, é realizada em três momentos, sendo o primeiro de maneira individual, o segundo em dupla e o terceiro em grupo maior, isto é, agregando todos os que estiverem presentes no dia da dinâmica. O professor tem condições de propô-la antes de iniciar o trabalho com um conteúdo novo, no decorrer da discussão sobre ele ou mesmo enquanto são feitas atividades do livro, por exemplo. Para compreender esta metodologia, verifique a seguir como ela ocorre.



É interessante combinar com a turma a medida do tempo disponível para as etapas que sucedem a questão lançada, no caso, para o registro no caderno, para o momento em duplas e, por fim, para as exposições dos alunos a toda a turma. Para esta última etapa, é interessante acordar com eles como se manifestarão, possibilitando a todos que tenham seu momento de fala, de maneira organizada para que possam ser ouvidos e compreendidos. A argumentação é exercitada no decorrer desta metodologia, pois estarão constantemente em pronunciamento de suas falas com a intenção de convencer os colegas acerca das opiniões com as quais concordam ou discordam, apresentando seus pontos de vista.

### Quick writing

Trata-se de uma metodologia ativa que proporciona um momento de desafio e de diversão com os alunos. É desenvolvida com uma medida de tempo cronometrada, para registro de conhecimento prévio ou da compreensão de conteúdos trabalhados com a turma. Desse modo, esta estratégia, também conhecida como **escrita rápida**, pode ocorrer conforme as orientações ao lado.



Esta metodologia desenvolve nos alunos as habilidades de análise, síntese e registro objetivo sobre a compreensão de determinado conteúdo. Durante seu desenvolvimento, o professor tem o papel de mediador das discussões, lançando posicionamentos com o intuito de trabalhar com seus alunos a argumentação, por exemplo.

### Turn and talk

Trata-se de uma metodologia também conhecida como **vire e fale**. O foco desta atividade é a comunicação e a argumentação entre as pessoas que dela participam. Nela, os alunos são incentivados a dar pareceres sobre o que sabem do conteúdo, tema ou situação-problema. No decorrer das aulas, a dinâmica costuma ocorrer conforme as etapas a seguir.

- O professor lança uma pergunta, para levantar o conhecimento prévio dos alunos, no decorrer de uma discussão ou em meio à realização de atividades.
- Disponibiliza tempo para que os alunos se virem uns para os outros, formando duplas, e conversem entre si sobre o assunto. Nesse momento, é necessário esclarecer que o diálogo consiste em trocar informações de maneira respeitosa, pois nem sempre as opiniões se complementam, podendo haver divergências de pensamentos e argumentos.
- Terminado o tempo, abre-se um momento para exposição desses pareceres à turma. O professor deve fazer registros na lousa, elencando os apontamentos mais interessantes que foram mencionados, os quais auxiliarão na retomada das informações dadas pela turma, contextualizando o conteúdo e a vivência de mundo.

Esta metodologia ativa permite aumentar o nível de complexidade dos questionamentos propostos pelo professor de maneira gradativa.

### Experimentação

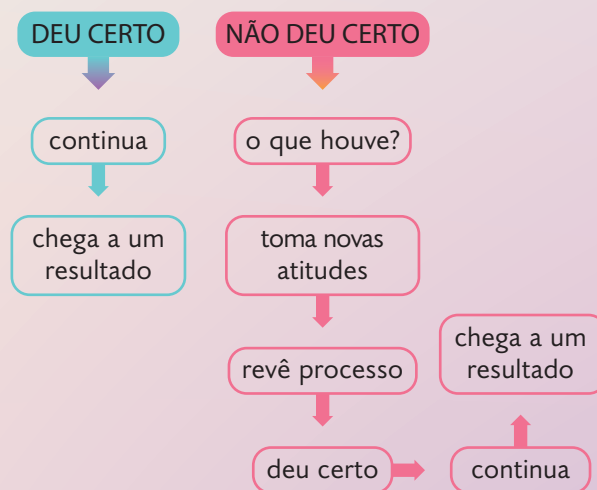
Quando proposta em contexto escolar, os alunos constroem o conhecimento com base no método científico, confirmando ou refutando hipóteses relacionadas aos conteúdos em estudo, por meio de atividades práticas. Esta metodologia proporciona o trabalho em grupo, com alunos de diferentes níveis de aprendizagem que, por vezes, trabalham juntos

associando o conteúdo estudado ao contexto em que vivem, aperfeiçoando, ainda, as habilidades de argumentação.

Confira a seguir algumas orientações para o trabalho com essa metodologia ativa.

- O professor apresenta a situação-problema e organiza os grupos.
- De acordo com o assunto, tema ou situação-problema, cada grupo se organiza em uma roda de conversa para refletir sobre a prática a ser realizada, avaliando as diferentes maneiras de chegar a uma solução.
- Os grupos devem ser orientados a produzir um roteiro para que tenham um panorama do que será feito, dos materiais necessários e para visualizar possíveis dificuldades que possam surgir. Nesta etapa, também verificam se há necessidade de mais pesquisas para desenvolver ou fundamentar melhor a atividade.
- Feito o planejamento, pode-se partir para a prática. Constrói-se, verifica-se, analisa-se e registra-se o decorrer de todo o experimento. Independentemente de ter alcançado êxito ou se deparado com falhas, todo o experimento é válido. Isso posto, é necessário esclarecer aos alunos que todo comentário, em um experimento, é valioso, pois serve como apontamento para tomadas de atitude. É importante que eles saibam quais são os principais pontos de atenção durante o experimento.

### Experimento em andamento



- Em data marcada, os resultados dos experimentos devem ser apresentados. Nesse momento, o professor deve permitir aos alunos que deem seus pareceres, tirem dúvidas com os colegas ou acrescentem orientações.
- Ao final, abre-se uma roda de conversa para que a turma fale sobre a realização do trabalho, pontue a evolução do conhecimento e dê sugestões para outros experimentos.

### Mapa mental

Esta metodologia ativa auxilia os alunos a organizar o conteúdo estudado de maneira visual, criativa, clara e objetiva. Auxilia, ainda, a desenvolver as habilidades de síntese, ordenação, organização e associação de informações.

Por meio de palavras-chave ou expressões curtas, constrói-se um panorama, auxiliando os alunos a agregar dados para compreender o conceito. Desse modo, parte-se de uma expressão relacionada ao conteúdo em estudo e dela partem as ramificações. Em um primeiro momento, o professor pode construir o mapa mental com a turma e, em outros, permitir aos próprios alunos que o façam. É interessante que ambas as situações ocorram, pois na primeira o professor ensina a elencar o que é interessante pontuar; na segunda, verifica como sua turma está se saindo em relação à seleção das informações.

A produção de um mapa mental pode ser realizada individualmente, em dupla, em grupo ou com toda a turma. O professor deve estar atento ao momento da aula e propor a melhor maneira para produzi-lo com os alunos. Concluída a produção, todas as ramificações, com termos ou expressões utilizadas, devem ser avaliadas pelo professor e pela turma, com o intuito de verificar se o registro supre o que pretenderam produzir.

Os próprios alunos podem fazer uso desta estratégia como método de estudo e para apresentações de trabalhos, por exemplo.

### Sala de aula invertida

Esta metodologia ativa propõe uma inversão de papéis e contextos, na qual o aluno é protagonista do seu aprendizado, favorecendo o desenvolvimento de sua autonomia e responsabilidade. A dinâmica ocorre de acordo com os passos a seguir.

- O professor verifica o conteúdo/assunto/tema com o qual trabalhará e providencia materiais (impressos ou em plataformas digitais) para a turma ou solicita aos próprios alunos que busquem informações sobre ele.
- Os alunos estudam o material em casa, com antecedência, para que, na data combinada, exponham as compreensões e interpretações que tiveram. De maneira organizada e acordada com eles, cada um deve dar seu parecer aos colegas da turma.
- No decorrer desta etapa, o professor complementa, confirma ou refuta informações de maneira sutil. Além de aproveitar para relacionar os materiais extras pesquisados pelos alunos com o conteúdo que dará início e ainda extrapolar relacionando-os com as vivências de mundo.
- Ao término das explicações da turma, o professor trabalha o conteúdo previsto relacionando-o ao conhecimento compartilhado pelos alunos. É uma maneira de levá-los a compreender o conteúdo em estudo, por meio da relação com o contexto de vivência deles, afirmando o protagonismo no processo de construção do próprio conhecimento.

### Seminário

Esta metodologia desenvolve algumas habilidades nos alunos, como autonomia, assiduidade, empatia, respeito e, por vezes, cooperação. O protagonismo dos alunos permeará todas as etapas da atividade, e o professor será o mediador e auxiliador em cada uma delas.

É uma atividade para ser realizada em grupo, necessitando do comprometimento de todos os integrantes no decorrer das etapas, como a distribuição de tarefas no grupo, a pesquisa, o levantamento de referências confiáveis, a verificação de materiais necessários para montar uma apresentação, as produções textuais (dos materiais a serem apresentados e de um roteiro a ser seguido), além da organização para condução das apresentações. Desse modo, para ser desenvolvida pelos alunos, ela deve ocorrer da seguinte maneira.

- Um conteúdo é trabalhado com a turma e, após conversa, explicação e/ou discussão, o professor propõe a produção de diferentes seminários sobre temas, assuntos ou diferentes situações-problema que fazem parte do con-



texto deles. Os assuntos podem ser elencados na lousa com o intuito de serem distribuídos entre os grupos que serão formados.

- Tanto a formação dos grupos quanto a escolha dos temas podem ser decididas em comum acordo com os alunos ou por meio de sorteio. Outra etapa importante que pode ser combinada nesse momento é a ordem das apresentações, para que eles saibam em que momento será sua vez de se pronunciar.
- Cada grupo deve se organizar para pesquisar o assunto (com base em fontes confiáveis), selecionar as informações relevantes e debater sobre os pontos que serão apresentados no seminário.
- Em seguida, deverão organizar a apresentação, distribuindo as falas de cada integrante, organizando e confeccionando os materiais que serão utilizados, como cartazes, gráficos, tabelas e vídeos.
- Na data marcada, os grupos se apresentam e, ao final da fala de cada um deles, pode haver um momento de conversa com os demais grupos da turma, abrindo espaço para outros pareceres, confirmações, contestações, questionamentos e conclusões sobre o tema.
- Ao final, é importante disponibilizar um momento para que todos os alunos façam uma autoavaliação e falem de sua participação nas etapas desta atividade, do que tiveram facilidade e também de suas dificuldades. Isso ajudará a promover melhorias em outros trabalhos semelhantes a este.

Esta metodologia ativa permite aos alunos com diferentes opiniões que trabalhem juntos, aprimorando a argumentação e possibilitando a todos que conciliem o conteúdo a fatos do cotidiano, enxergando o problema de maneira contextualizada.

## O uso de novas tecnologias na educação

A utilização de recursos tecnológicos é algo presente no cotidiano de parte dos brasileiros. Sendo assim, a escola exerce uma função predominante na formação de indivíduos aptos a utilizar tais tecnologias, levando-os a desempenhar sua cidadania ao compreender o mundo em que vivem. Além disso, alguns recursos tecnológicos podem trazer grandes contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) tem demonstrado resultados satis-

fatórios na relação com os conteúdos curriculares, tornando-os mais atrativos para os alunos, os quais, conseqüentemente, assumem uma postura mais participativa na sala de aula.

Quando falamos em tecnologia na educação, pensamos primeiramente no computador e na internet, mas é importante lembrar que a lousa, a televisão, o rádio e tantos outros recursos utilizados em sala de aula também são tecnologias. Sendo assim, quais são as novas tecnologias? Confira a seguir o que a professora e pesquisadora Nuria Pons Vilardell Camas afirmou sobre esse assunto em entrevista concedida ao *Portal Brasil*.

[...]

Segundo a professora, por novas tecnologias entende-se a convergência de tecnologias e mídias para um único dispositivo, que pode ser o *notebook*, o celular, o *tablet*, a lousa digital, o robô e quaisquer outras que surjam. Para o uso educacional, interessa particularmente a produção colaborativa de conhecimento, em que alunos e professores juntos também sejam coautores. [...]

CAMAS, Nuria Pons Vilardell. Novas tecnologias facilitam a aprendizagem escolar. Entrevista ao *Portal Brasil*, 10 jul. 2014. Disponível em: <https://memoria.abc.com.br/infantil/para-educadores/2014/07/novas-tecnologias-facilitam-a-aprendizagem-escolar>. Acesso em: 17 maio 2022.

Portanto, o computador é uma das principais ferramentas tecnológicas utilizadas na educação. Suas possibilidades de uso são variadas, principalmente se o computador estiver conectado à internet, permitindo ao usuário pesquisar e acessar informações de *sites* do mundo inteiro. No entanto, mesmo sem conexão à internet, o professor pode utilizar o computador em diversas situações, como programas de editoração de texto que oferecem a possibilidade de produzir e editar materiais textuais; programas de apresentação de *slides*, com os quais é possível criar formas diferentes e atrativas para apresentar os conteúdos para os alunos e também para a apresentação de trabalhos desenvolvidos por eles.

Outra ferramenta que pode ser utilizada como recurso tecnológico é o *tablet*. Combinando a capacidade de processamento de um computador com a mobilidade e a interatividade dos *smartphones*, os *tablets* podem ser de grande auxílio em diversas atividades educacionais, dentro ou fora da escola.

Deve-se ter em mente, dessa forma, que instrumentos, como o computador, têm por finalidade favorecer e tornar mais interativo o processo de ensino-aprendizagem, permitindo aos alunos que realizem atividades que possam levá-los a experiências significativas no ambiente escolar. Lembrando que a utilização desses recursos deve estar associada a uma proposta didática e metodológica.

Um exemplo interessante de como usar as novas tecnologias em sala de aula é promover o acesso a museus virtuais e acervos digitais. Essas atividades favorecem o contato com uma grande diversidade de vestígios históricos, em lugares e sociedades diferentes. Usar essas ferramentas também contribui para que os próprios alunos organizem, construam e divulguem acervos e museus de sua própria comunidade, por exemplo, reconhecendo esses recursos como elementos a favor da memória.

Uma vez que essas tecnologias devem ser vistas como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem, é primordial considerar que o foco do ensino continua sendo o indivíduo. Muitas vezes é necessário adaptar e adequar os novos processos de ensino ao uso desses recursos para que sirvam da melhor forma possível ao professor e ao aluno, os principais agentes dessa etapa.

Para que o uso das tecnologias atinja os objetivos propostos, é importante ressaltar algumas informações. Confira o quadro a seguir.

O uso das tecnologias na educação	
<b>Escola</b>	O uso da tecnologia deve ir além do trabalho em sala de aula e servir de ferramenta nas atividades e nos estudos desenvolvidos na escola pela equipe pedagógica e pelo corpo docente.
<b>Professor</b>	Cabe ao professor conhecer o funcionamento desses recursos para orientar o trabalho dos alunos e auxiliá-los a organizar a aquisição de conhecimentos diante de um repertório tão vasto de informações.
<b>Sala de aula</b>	A tecnologia não deve ser vista apenas como uma ferramenta de busca de respostas, mas também como um recurso capaz de favorecer a aquisição e organização de conhecimentos e a produção de novas informações.

Mesmo com todas as ferramentas digitais disponíveis, o professor e a escola devem utilizar esses recursos de maneira equilibrada, sem descartar outras práticas educacionais, como a leitura de livros e as pesquisas de campo, também importantes no processo de ensino-aprendizagem.

## Pensamento computacional

Diante de propostas criativas e inovadoras para a educação, a relação do ensino com a tecnologia vem sendo suprida e adaptada para uma aprendizagem em que alunos, chamados de nativos digitais, aprimorem ainda mais seu domínio sob as novas tecnologias e aprendam a resolver problemas por meio delas e da linguagem do pensamento computacional.

As tecnologias educacionais carregam consigo uma maneira dinâmica e atrativa de trabalhar os conteúdos de modo digital e tecnológico em sala de aula. A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) propôs estratégias importantes para a formação dos alunos com o ensino tecnológico e as organizou em três eixos, considerando-os conhecimentos básicos de computação. Entre esses eixos, encontra-se o do pensamento computacional. A SBC o define como: “capacidade de sistematizar, representar, analisar e resolver problemas”.

### Etapas da Educação

#### Cultura digital

- Letramento digital
- Cidadania digital
- Tecnologia e Sociedade

#### Tecnologia digital

- Representação de dados
- *Hardware* e *Software*
- Comunicação e Redes

#### Pensamento computacional

- Abstração
- Algoritmos
- Decomposição
- Reconhecimento de padrões

LAÍS GARBELINI/  
ARQUIVO DA EDITORA

Fonte de pesquisa: CENTRO de Inovação para a Educação Brasileira.  
Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: 17 maio 2022.



O aluno desenvolve diferentes habilidades ao realizar atividades que exploram o pensamento computacional. Com base na BNCC (BRASIL, 2018), é por meio do pensamento computacional que os alunos desenvolvem capacidades de compreensão, análise, definição, modelagem, resolução, automatização de problemas e encontram soluções, tudo isso de modo metódico e sistemático, desenvolvendo algoritmos. Esse pensamento está organizado em quatro pilares. Conheça as características de cada um deles a seguir.

- **Abstração:** classificar e filtrar as informações que são relevantes e que auxiliarão na resolução, descartando o que não é relevante.
- **Decomposição:** dividir, ordenar e analisar o problema em partes ou em subproblemas, fragmentando-o para auxiliar em sua resolução.
- **Reconhecimento de padrões:** verificar e identificar o que gera o problema e os elementos que o estruturam, identificando características comuns entre os problemas e soluções.
- **Algoritmo:** definição e execução de estratégias para a resolução do problema, podendo ser entendido também como o desenvolvimento de um passo a passo para que o objetivo seja alcançado.

Ao trabalhar o pensamento computacional com alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental, é importante ter alternativas adequadas e eficientes para desenvolvê-lo. Ao buscar solucionar um problema, é possível utilizar ou não todos esses pilares. Essas formas de ação do pensamento computacional e de seus pilares são modos de explorar o raciocínio lógico e viabilizar aprendizagens, por meio da computação plugada ou desplugada.

**Plugada:** faz uso de ferramentas tecnológicas e digitais, como vídeo, computador, *tablet*, *smartphone*, *softwares* e *hardwares*.

**Desplugada:** não necessita de recursos tecnológicos, podendo ser aplicada em qualquer contexto educacional, como em jogos manuais, alinhados às metodologias ativas, em dinâmicas ou situação-problema do dia a dia e até mesmo em atividades de pesquisa.

Esta coleção sugere em determinados momentos, do **Manual do professor**, atividades plugadas

e desplugadas de maneira contextualizada. Durante a realização das atividades, considere as diferentes características dos alunos, para que eles possam desenvolver o pensamento computacional de acordo com as capacidades e habilidades individuais.

## Práticas de pesquisa

O desejo de obter ou produzir novas informações é construído por meio de uma inquietação, uma situação-problema, uma dúvida ou um tema a ser investigado. O desenvolvimento da pesquisa permite aos alunos adquirir conhecimentos por meio da busca de informações para a produção de novos saberes, valorizando sua autonomia, argumentação, defesa de ideias, compreensão de diversas linguagens e a produção de diferentes discursos verbais e não verbais.

Nesta coleção, serão propostas diversas pesquisas relacionadas à história da Ciência, com o objetivo de promover a compreensão do desenvolvimento histórico de diferentes conceitos, e acerca de fatos da realidade, visando identificar e desmentir *fake news*. Uma possível prática de pesquisa que pode ser desempenhada pelos alunos é a revisão bibliográfica. Essa prática tem como objetivo realizar um levantamento do que já foi escrito e debatido sobre determinado tema ou assunto. A busca por esses materiais pode ser feita em livros, artigos, jornais, *sites* e revistas.

Lima e Mito (2007, p. 38) defendem que “a pesquisa bibliográfica implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório”. Podemos considerar, então, que a pesquisa de revisão bibliográfica revisa e interpreta em seu método a visão de outros autores a respeito de determinado assunto, por meio de estratégias de pesquisa histórica e sócio-histórica, gerando, assim, uma nova visão acerca do tema. A prática de revisão bibliográfica deve ser desenvolvida da seguinte maneira.

- Definir qual tema ou assunto será investigado.
- Buscar informações sobre o tema por meio de palavras-chave, autores, assuntos etc.
- Realizar a pesquisa em fontes importantes, significativas e variadas.
- Selecionar os textos relevantes, de acordo com o objetivo da pesquisa.



- Fazer a leitura atenta do material selecionado.
- Produzir uma síntese com base no material selecionado.

É importante orientar os alunos a sempre pesquisar em fontes atuais e confiáveis, bem como a confrontar as informações obtidas.

## O aluno dos Anos Finais do Ensino Fundamental

O ambiente escolar é composto por uma diversidade de alunos, que potencialmente têm se tornado cada vez mais protagonistas de sua aprendizagem, de sua prática social e da formação do seu futuro. Esse processo tem grande influência dos espaços aos quais esses alunos pertencem, onde eles vivem experiências, tiram dúvidas e, em seguida, obtêm o êxito daquilo que se espera por meio do conhecimento adquirido.

Os alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental buscam por conhecimentos que os ajudarão no desafio da vida e também daqueles que poderão surgir no futuro. Para isso, eles precisam ter suporte social e emocional. Cabe, então, à educação auxiliar na formação desses cidadãos em seu processo de aprendizagem em todos os seus aspectos, como cita a BNCC:

[...]

Independentemente da duração da jornada escolar, o conceito de educação integral com o qual a BNCC está comprometida se refere à construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea. Isso supõe considerar as diferentes infâncias e juventudes, as diversas culturas juvenis e seu potencial de criar novas formas de existir.

[...]

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 14. 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: 19 maio 2022.

Portanto, preparar a juventude para a vida a partir do agora é imprescindível para o desenvolvimento pessoal e em sociedade, promovendo a autonomia que se revela nas tomadas de decisões responsáveis quanto aos estudos, aos direitos e deveres e à repre-

sentação social como adolescentes. O processo de ensino-aprendizagem deve considerar interioridade, sonhos, anseios, sentimentos, entre outros aspectos humanos relevantes.

## Competências socioemocionais

As competências socioemocionais podem ser compreendidas como as habilidades que o indivíduo desenvolve para ser capaz de lidar com suas emoções, pensamentos, sentimentos, mediar seus conflitos internos e externos e resolver problemas. Com isso, ele se torna capaz de se autoconhecer, quando entende que precisa agir de forma responsável em sociedade, adquirindo habilidades de controle sobre diferentes situações.

Quando o aluno chega à sala de aula, as suas habilidades cognitivas, emocionais e físicas são avaliadas pelo professor de maneira indireta ou direta. No caso das competências socioemocionais, a curiosidade, o autoconhecimento e a autonomia, por exemplo, são fatores que podem ser observados no primeiro momento. É importante que o docente fique sempre atento e conheça seus alunos para que possa auxiliar no desenvolvimento das atitudes e valores, colaborando assim para a formação integral de cada um deles.

Articulada com a construção do conhecimento e do desenvolvimento do aluno, a formação de atitudes e valores requer estímulos que transformem a ação humana, em relação aos seus conhecimentos e práticas sociais, levando em consideração as dimensões físicas, sociais, emocionais, históricas e culturais dos indivíduos. Com base nessas características que devem ser consideradas para trabalhar as competências socioemocionais com os alunos, a coleção busca explorar, em seções e boxes, a relação dessas competências com o cotidiano deles, visando ao seu desenvolvimento integral. A seguir, constam as principais competências desenvolvidas nesta coleção.

respeito

empatia

curiosidade

criatividade

persistência

assertividade

autonomia

responsabilidade

autoconhecimento

resiliência

## Cultura de paz e combate ao *bullying*

Saber ouvir e respeitar os outros é uma maneira de viver em sociedade de forma pacífica. Nesse sentido, a cultura de paz, de acordo com Von (2003), envolve as práticas de respeito aos valores, atitudes, tradições, comportamentos e modos de vida que o indivíduo deve desenvolver em relação ao outro, aos princípios de cada ser humano, ao direito à liberdade de expressão de cada um, ao direito de ir e vir e aos direitos do ser humano.

O compromisso pessoal que o cidadão firma quando se compromete a promover a cultura de paz é de responsabilidade com a humanidade em seus aspectos físicos, sociais e emocionais, com intuito de fomentar a responsabilidade social em respeitar cada pessoa, evidenciando o bom tratamento sem discriminação, preconceito ou violência, prezando por atos generosos, defendendo a liberdade de expressão e a diversidade cultural, além de promover a responsabilidade de conservação da natureza e contribuir com a comunidade em que se está envolvido.

Para que essas práticas respeitadas sejam difundidas por meio da educação, o professor deve trabalhá-las de maneira contextualizada e de forma direta ao combate de todo e qualquer tipo de violência e preconceito aos aspectos físicos, sociais, econômicos, psicológicos e sexuais, inclusive com o *bullying*, que é uma das violências mais presenciadas nas instituições escolares, causando constrangimento a quem o sofre e desfavorecendo o ambiente da sala de aula e da escola.

O diálogo é o principal meio de combate à violência na escola, por meio da reflexão sobre o indivíduo e o coletivo, na discussão de ideias, de temas sensíveis e de valores e atitudes. É também um meio de alerta para promover a cultura de paz e os valores éticos educacionais ligados a ela, como respeito, solidariedade, amor e responsabilidade. Tais temáticas são fundamentais atualmente, na busca por fomentar o aprendizado com um olhar mais igualitário, de inclusão, de troca de experiências e de valores, envolvendo os profissionais de educação e os alunos, uma vez que a educação sem violência é proposta nesta coleção por meio de atividades que promovem valores, atitudes e ideais de paz.

## Culturas juvenis

O olhar para a juventude é múltiplo e de contínua construção, pois a cada dia ela vem sendo compreendida de maneira expressiva por meio da transformação constante de sua realidade, que se ajusta baseada nos gostos musicais, artísticos, tecnológicos, esportivos, profissionais, entre outros que envolvem essa heterogeneidade. A identidade dessa geração é moldada e vive em constante processo de mudança em relação aos gostos e experiências sociais, por meio de suas relações, fator que também a caracteriza. Essa modulação de identidade e preferências é algo que torna o jovem autônomo em seu modo de agir, de pensar seu presente e seu futuro, bem como de produzir a si mesmo.

Uma de suas principais produções envolve seu modo de ser e agir, de se vestir, comprar e consumir o que lhe agrada, com base em influências de um mundo globalizado cujo trânsito de informações é veloz. A tecnologia e outros recursos influenciadores são fontes que alimentam essas informações e incentivam as produções de estilos e expressões culturais da juventude, podendo ser influenciados pelas redes sociais, por influenciadores digitais, filmes, fotos, *games*, entretenimentos, entre outros recursos tecnológicos que se renovam a cada dia.

Esse momento de descoberta de coisas novas envolve os atos de participar, criar, interagir, dialogar e, principalmente, mudar. A juventude se constrói, reconstrói e planeja para si o que reconhece como tomada de consciência, atitude voltada a alcançar o que se almeja. Esse processo de projeção do futuro vem da necessidade de pensar a sua vida profissional e pessoal. Diante desse desafio, eles argumentam, criam projetos, pesquisam, interagem, descobrem inovações e vivem experiências que os fazem pensar em seu crescimento.

Esta coleção propõe trabalhar com as culturas juvenis por meio de diversos temas e atividades explorados nos volumes. Ademais, é contemplado o trabalho com o protagonismo para a construção de projetos particulares, tirando dúvidas e incertezas quanto ao seu futuro pessoal e profissional, possibilitando a eles que o idealizem com base naquilo de que gostam, no que pensam e no que expressam.

# Habilidades da BNCC • Ciências 9º ano

Unidades temáticas	Habilidades
<p><b>Matéria e energia</b></p>	<p><b>(EF09CI01)</b> Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.</p> <p><b>(EF09CI02)</b> Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.</p> <p><b>(EF09CI03)</b> Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.</p> <p><b>(EF09CI04)</b> Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.</p> <p><b>(EF09CI05)</b> Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.</p> <p><b>(EF09CI06)</b> Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.</p> <p><b>(EF09CI07)</b> Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a <i>laser</i>, infravermelho, ultravioleta etc.).</p>
<p><b>Vida e evolução</b></p>	<p><b>(EF09CI08)</b> Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> <p><b>(EF09CI09)</b> Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.</p> <p><b>(EF09CI10)</b> Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.</p> <p><b>(EF09CI11)</b> Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.</p> <p><b>(EF09CI12)</b> Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.</p> <p><b>(EF09CI13)</b> Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.</p>
<p><b>Terra e Universo</b></p>	<p><b>(EF09CI14)</b> Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).</p> <p><b>(EF09CI15)</b> Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).</p> <p><b>(EF09CI16)</b> Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.</p> <p><b>(EF09CI17)</b> Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.</p>



## Quadro de conteúdos

Este volume foi organizado com base na abordagem teórico-metodológica da coleção, que busca transmitir os conhecimentos deste componente curricular e oferecer subsídios para que os alunos possam, de maneira cada vez mais autônoma, analisar, selecionar, organizar e questionar as informações que farão parte tanto de seu processo de aprendizagem quanto de sua formação cidadã. De acordo com essa proposta, consta a seguir um quadro com a organização dos principais conteúdos e conceitos trabalhados no volume, além dos objetos de conhecimento, das habilidades, das competências gerais e específicas e dos temas contemporâneos transversais. Estes elementos foram organizados com base no trabalho desenvolvido em cada unidade, permitindo uma progressão da aprendizagem de acordo com as necessidades reais da sala de aula. As justificativas referentes aos objetivos de ensino encontram-se nas páginas de início de capítulo, na parte da reprodução do **Livro do Aluno**.

Unidade 1 • Universo e vida				
Principais conteúdos e conceitos	Objetos de conhecimento	Habilidades	Competências	Temas contemporâneos transversais
<b>Capítulo 1 • Alguns aspectos da Ciência e do Universo</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Método científico</li> <li>Leis e teorias científicas</li> <li>Origem do Universo (Teoria do Big Bang)</li> <li>Formação do Sistema Solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo.</li> <li>Astronomia e cultura.</li> <li>Evolução estelar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EF09CI14</li> <li>EF09CI15</li> <li>EF09CI16</li> <li>EF09CI17</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competências gerais: 1, 2, 3, 4, 5 e 7.</li> <li>Competências específicas: 1, 5 e 6.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversidade cultural.</li> <li>Educação ambiental.</li> <li>Ciência e tecnologia.</li> <li>Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.</li> </ul>
<b>Capítulo 2 • A vida na Terra</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Condições necessárias à vida na Terra</li> <li>Busca por vida em outros planetas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vida humana fora da Terra.</li> <li>Ordem de grandeza astronômica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EF09CI16</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competências gerais: 1, 2, 7 e 9.</li> <li>Competências específicas: 1, 3, 5 e 6.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciência e tecnologia.</li> <li>Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.</li> </ul>

## Unidade 2 • Genética e evolução

Principais conteúdos e conceitos	Objetos de conhecimento	Habilidades	Competências	Temas contemporâneos transversais	
	<b>Capítulo 3 • Hereditariedade</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>DNA e hereditariedade</li> <li>Experimentos de Mendel</li> <li>Heredograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hereditariedade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EF09CI08</li> <li>EF09CI09</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competências gerais: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10.</li> <li>Competências específicas: 1, 2, 3, 5 e 8.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversidade cultural.</li> <li>Ciência e tecnologia.</li> <li>Educação em direitos humanos.</li> </ul>	
	<b>Capítulo 4 • Evolução dos seres vivos</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teorias evolutivas (Lamarck, Darwin e Wallace)</li> <li>Síntese moderna evolutiva</li> <li>Especiação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ideias evolucionistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EF09CI10</li> <li>EF09CI11</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competências gerais: 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 9.</li> <li>Competências específicas: 1, 2, 3, 6 e 7.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversidade cultural.</li> <li>Ciência e tecnologia.</li> <li>Saúde.</li> <li>Trabalho.</li> <li>Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.</li> </ul>	
	<b>Capítulo 5 • Diversidade biológica</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades de conservação (Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservação do ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preservação da biodiversidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EF09CI12</li> <li>EF09CI13</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competências gerais: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10.</li> <li>Competências específicas: 3, 4, 5, 6 e 8.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Educação ambiental.</li> <li>Trabalho.</li> <li>Diversidade cultural.</li> <li>Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.</li> </ul>

## Unidade 3 • Matéria

Principais conteúdos e conceitos	Objetos de conhecimento	Habilidades	Competências	Temas contemporâneos transversais
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedades da matéria (massa, volume e densidade)</li> <li>• Constituição da matéria</li> </ul>	<p><b>Capítulo 6 • Estudando a matéria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos quantitativos das transformações químicas.</li> <li>• Estrutura da matéria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EF09CI03</li> <li>• EF09CI16</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competências gerais: 1, 2 e 3.</li> <li>• Competências específicas: 1, 2 e 8.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabela periódica (grupos e períodos)</li> </ul>	<p><b>Capítulo 7 • Tabela periódica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura da matéria.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competências gerais: 1, 2 e 5.</li> <li>• Competências específicas: 1, 2, 6 e 8.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os estados físicos da matéria e suas mudanças</li> <li>• Transformações químicas da matéria</li> <li>• Representações das transformações químicas</li> </ul>	<p><b>Capítulo 8 • Transformações da matéria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos quantitativos das transformações químicas.</li> <li>• Estrutura da matéria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EF09CI01</li> <li>• EF09CI02</li> <li>• EF09CI03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competências gerais: 2, 3, 7, 8 e 9.</li> <li>• Competências específicas: 1, 2, 3, 6 e 7.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educação ambiental.</li> <li>• Saúde.</li> <li>• Diversidade cultural.</li> </ul>



## Unidade 4 • Ondas e luz

Principais conteúdos e conceitos	Objetos de conhecimento	Habilidades	Competências	Temas contemporâneos transversais
<b>Capítulo 9 • Ondas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características gerais das ondas</li> <li>• Aplicações das ondas eletromagnéticas</li> <li>• Propriedades das ondas</li> <li>• Ultrassom</li> <li>• Ondas eletromagnéticas (ondas de rádio e TV, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X, raios gama)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiações e suas aplicações na saúde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EF09CI05</li> <li>• EF09CI06</li> <li>• EF09CI07</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competências gerais: 2, 3, 8 e 9.</li> <li>• Competências específicas: 1, 3, 5, 7 e 8.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade cultural.</li> <li>• Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.</li> <li>• Educação em direitos humanos.</li> <li>• Saúde.</li> <li>• Trabalho.</li> </ul>
<b>Capítulo 10 • Luz</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedades da luz visível</li> <li>• Interação da luz com os objetos</li> <li>• Decomposição da luz visível</li> <li>• Laser e suas aplicações</li> <li>• Instrumentos ópticos (espelhos e lentes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiações e suas aplicações na saúde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EF09CI04</li> <li>• EF09CI07</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competências gerais: 2, 3, 8 e 9.</li> <li>• Competências específicas: 1, 2, 7 e 8.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saúde.</li> <li>• Educação financeira.</li> </ul>

## Sugestões de cronograma

O cronograma a seguir sugere possibilidades de distribuição do conteúdo curricular deste volume durante o ano letivo. Todos os volumes são estruturados considerando a autonomia em sua prática pedagógica. Assim, torna-se possível analisar e verificar diferentes e melhores maneiras de conduzir os estudos junto aos alunos, pois a sequência dos conteúdos pode ser organizada da maneira que julgar conveniente.

Sugestões de cronograma	
<b>Bimestral</b>	
<b>1º bimestre</b>	Unidade 1
<b>2º bimestre</b>	Unidade 2
<b>3º bimestre</b>	Unidade 3
<b>4º bimestre</b>	Unidade 4
<b>Trimestral</b>	
<b>1º trimestre</b>	Unidade 1 Unidade 2 • capítulos 3 e 4
<b>2º trimestre</b>	Unidade 2 • capítulo 5 Unidade 3 • capítulos 6 e 7
<b>3º trimestre</b>	Unidade 3 • capítulo 8 Unidade 4

## Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?

### O que eu já sei? • páginas 12 a 15

#### 1. Objetivos

- Essa atividade permite avaliar se os alunos conhecem as diferenças entre estrelas, planetas e satélites naturais.
- Também é possível avaliar o conhecimento prévio dos alunos com relação aos astros do Sistema Solar, o que contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI14**.

#### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para preencher o quadro, oriente-os a analisar a ilustração, que pode auxiliá-los a recordar de algumas características dos astros do Sistema Solar. Faça também alguns questionamentos para induzi-los a recordar os nomes de alguns astros e suas composições. Ressalte que, na imagem apresentada, os planetas estão hipoteticamente alinhados para facilitar a observação de todos

eles no Sistema Solar e que apenas parte dele está representado nela, pois o sistema também é composto de corpos como planetas-anões, asteroides e cometas.

## Metodologias ativas

Ao trabalhar esta atividade, se julgar conveniente, utilize a metodologia ativa **seminário**. Para isso, confira orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que formem grupos e que pesquisem informações a respeito dos planetas, dos satélites naturais e da estrela do Sistema Solar. Oriente-os a buscar diferentes fontes de informação, coletando e analisando dados em fontes confiáveis. Reserve um momento da aula para que os grupos possam compartilhar as informações obtidas. Essa abordagem contribui para o trabalho com a habilidade **EF09CI17**, pois o grupo responsável por coletar informações sobre o Sol pode apresentar informações a respeito de seu ciclo evolutivo.

## 2 e 3. Objetivo

- Essas atividades abordam o tema **Água** e permitem avaliar os conhecimentos prévios dos alunos com relação à importância da água para a vida e as características dos diferentes estados físicos dela, permitindo, inclusive, o trabalho com a habilidade **EF09CI01**, caso as mudanças de estado físico sejam abordadas com base no modelo de constituição submicroscópica. Ao tratar de argumentos a respeito da viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, a atividade **2** contribui para o trabalho com a habilidade **EF09CI16**.

## Como proceder

- Na atividade **2**, auxilie os alunos na leitura e na interpretação do texto. Se considerar oportuno, acesse com eles a matéria na íntegra. Além da água no estado líquido, avalie se eles consideram outras condições necessárias à vida, como temperatura adequada e atmosfera com concentração apropriada de determinados gases. Verifique se eles também mencionam as distâncias e os tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.

- No momento de realizar a atividade **3**, se possível, leve para a sala de aula água nos estados físicos sólido e líquido para que os alunos analisem as características de cada um desses estados físicos, salientando que existe água no estado gasoso no ar ambiente.

## 4. Objetivo

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar os conhecimentos dos alunos relacionados às transformações físicas e químicas da matéria.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade de reconhecer o tipo de transformação que os ingredientes sofreram, apresente a eles exemplos de situações envolvendo transformações físicas e químicas do cotidiano a fim de que eles as diferenciem. Depois, peça-lhes que listem os ingredientes utilizados no preparo do pão e pergunte-lhes que tipo de transformação caracteriza a mudança no aspecto deles.

## 5. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar o conhecimento dos alunos acerca da fecundação na reprodução humana. Ela possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI08** ao associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade de completar adequadamente a frase com as palavras do quadro, auxilie-os a procurar o significado de cada palavra e, depois, a escolher as que completam adequadamente a frase.

## 6. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar o conhecimento dos alunos com relação às cores primárias e secundárias com base na observação de um diagrama. Ela também contribui para o trabalho com a habilidade **EF09CI04**, pois considera



situações em que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina.

### Como proceder

- Caso seja necessário auxiliar os alunos a responder aos itens, verifique se eles compreenderam que o diagrama apresenta regiões em que ocorre sobreposição das cores, ressaltando que a luz branca é obtida no centro, onde acontece a mistura das três cores primárias. Se possível, antes de os alunos responderem aos itens, averigue a possibilidade de realizar o experimento disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/optica13-2.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2022.

## 7. Objetivo

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos acerca da importância e das características dos fósseis. Ao tratar das diferentes espécies que a descoberta dos fósseis nos possibilita conhecer, esta atividade permite uma reflexão sobre a habilidade **EF09CI10**, pois busca explicações para a diversidade biológica.

### Como proceder

- Ao abordar essa atividade, pergunte aos alunos se já assistiram a alguma reportagem sobre fósseis e peça a eles que comentem o que sabem a respeito do assunto. Se necessário, proponha aos alunos que pesquisem sobre os tipos de rochas em que os fósseis são encontrados, as informações que um fóssil nos permite determinar com relação à sua idade e às características do ambiente e o que as similaridades e diferenças das espécies nos permite deduzir.

## 8. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar o conhecimento dos alunos sobre a leitura do céu feita por diferentes povos e as influências dessas observações na vida desses povos. Esta atividade possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI15**, pois os alunos podem trabalhar conhecimentos sobre a relação entre as necessidades de distintas culturas e as diferentes leituras do

céu e explicações acerca da origem da Terra, do Sol e do Sistema Solar.

### Como proceder

- Caso considere necessário, sugira aos alunos materiais de pesquisa com histórias e calendários lunares de diferentes civilizações para que eles conheçam mais informações antes de elaborar o texto ou proponha-lhes uma pesquisa sobre calendários lunares que pode ser feita em duplas e apresentada ao restante da turma.

## Metodologias ativas

Aproveite textos dos alunos sobre histórias e calendários lunares de diferentes civilizações para desenvolver a metodologia ativa **gallery walk**. Para isso, confira orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Peça a eles que organizem na parede da sala de aula os textos produzidos e que os apresentem aos demais colegas, proporcionando uma oportunidade para que eles compartilhem seus conhecimentos.

## 9. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar os conhecimentos dos alunos sobre como ocorre a transmissão de som e imagem em aparelhos como televisores e *smartphones*, o que possibilita desenvolver a habilidade **EF09CI05**, que trata de investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana. Esta atividade também permite o trabalho com a habilidade **EF09CI06**, que aborda a classificação das radiações eletromagnéticas e permite uma discussão sobre as implicações de seu uso em diversos dispositivos.

### Como proceder

- Se os alunos tiverem dificuldade para responder a essa atividade, faça um esquema na lousa representando um aparelho televisor, uma antena de recepção e outra de transmissão. Em seguida, retrate as ondas se propagando e peça aos alunos que reflitam a respeito da representação.

### 1. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos compreenderam alguns dos procedimentos adotados no método científico.

### Como proceder

- Caso algum aluno tenha dificuldade para responder à atividade, procure abordar alguma outra situação do cotidiano em que uma pessoa pode se deparar com um problema e utilizar o método científico em sua solução. Acompanhe se eles mencionam as etapas de caracterização, elaboração de hipóteses, teste de hipóteses e análise.

### 2. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar se os alunos compreenderam as diferenças entre as teorias sobre a posição e o movimento dos astros do Sistema Solar atual e aquelas que foram aceitas no passado, desenvolvendo a habilidade **EF09CI14**.

### Como proceder

- Se possível, antes de os alunos responderem a essa atividade, peça-lhes que mencionem os nomes das teorias antigas e verifique se eles mencionam a teoria geocêntrica e heliocêntrica. Em seguida, solicite-lhes que informem as características de cada uma delas e comparem com as da teoria atual.

### 3. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é levar os alunos a confrontar seus conhecimentos prévios a respeito da teoria do Big Bang com o que foi abordado no estudo dessa unidade, de modo a desenvolver a habilidade **EF09CI15**.

### Como proceder

- Caso os alunos precisem de auxílio para responder a essa atividade, peça-lhes que produzam um

texto com as informações que sabem sobre o Big Bang antes de recordarem a resposta dada no início dessa unidade. Posteriormente, oriente-os a comparar suas respostas, solicitando-lhes que destaquem as informações que foram corrigidas e complementadas.

### 4. Objetivos

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar se os alunos compreenderam a diferença entre o conhecimento científico e o transmitido.
- Incentivar o respeito para com a cultura de diferentes povos.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder a essa atividade, pergunte-lhes como o conhecimento científico é divulgado e como as lendas são transmitidas de uma geração a outra. Se necessário, solicite-lhes que pesquisem sobre o assunto. Por meio dessa abordagem, espera-se que os alunos constatem que as lendas se baseiam e são transmitidas apenas por intermédio de histórias, enquanto que o conhecimento científico se baseia em hipóteses e testes que podem ser reproduzidos. Contudo, enfatize que as lendas podem fazer parte da cultura de um povo.

### 5. Objetivo

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar os conhecimentos dos alunos sobre a estrutura do Sistema Solar e sua localização no Universo, permitindo o desenvolvimento da habilidade **EF09CI14**.

### Como proceder

- Caso os alunos apresentem dificuldade para responder a essa atividade, enfatize que a foto **A** mostra apenas uma pequena região do espaço e que a Via Láctea é apenas uma galáxia das cerca de 15 mil presentes na foto. Diga-lhes também que o Sol é apenas uma estrela das mais de 200 bilhões existentes na

nossa galáxia. Com relação à localização da Terra, se necessário, retome com eles a primeira página do tópico **Universo e Sistema Solar**, no capítulo 1.

---

## 6. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos conhecem duas das principais teorias sobre a origem da vida na Terra.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para apontar a diferença entre a hipótese heterotrófica e a hipótese autotrófica, peça-lhes que expliquem, primeiramente, o significado dos termos **heterótrofos** e **autótrofos**. Acompanhe se eles identificam que o termo **heterótrofo** é utilizado para se designar organismos incapazes de produzir o próprio alimento, enquanto que **autótrofos** é utilizado para os organismos que são capazes de produzir o próprio alimento.
- 

## 7. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar se os alunos reconhecem a importância da técnica de pasteurização.

### Como proceder

- Se os alunos não se lembrarem do nome da técnica desenvolvida por Pasteur, diga-lhes que ela é utilizada em diversos produtos alimentícios e que seu nome está presente na embalagem desses produtos, tais como sucos e leites. Depois que eles identificarem que se trata da pasteurização, incentive-os a explicar como esse processo é realizado e como o aquecimento dos alimentos pode contribuir para a preservação da saúde de quem os consome. Se necessário, solicite aos alunos que façam uma pesquisa ou retome com eles o esquema apresentado na página 56 do **Livro do Aluno**.

## 8. Objetivo

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos com relação às ideias e experimentos sobre a origem da vida dos cientistas John Tuberville Needham e Lazzaro Spallanzani.

### Como proceder

- Caso os alunos apresentem dificuldade para responder a essa atividade, comente que Needham foi um defensor da hipótese da geração espontânea, enquanto Spallanzani discordava dela. Em seguida, mencione que eles realizaram um experimento envolvendo um recipiente de vidro, aquecimento e caldo de carne e acompanhe se os alunos se recordam do experimento realizado por esses cientistas. Se necessário, desenhe na lousa esquemas que representam os experimentos de Needham e Spallanzani, semelhantes aos apresentados na página 55 do **Livro do Aluno**.
- 

## 9. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos conseguem relacionar os conteúdos estudados na unidade 1.

### Como proceder

- Caso haja alguma dificuldade na elaboração dos esquemas pelos alunos, mencione alguns tópicos abordados nessa unidade para auxiliá-los a se lembrarem dos conteúdos estudados, como as teorias da origem do Universo, a formação do Sistema Solar e as hipóteses sobre a origem da vida na Terra.
- 

## O que eu estudei? • página 149

### 1 e 2. Objetivo

- Essas atividades permitem avaliar se os alunos compreenderam o conceito de hereditariedade e o mecanismo pelo qual ela ocorre.



## Como proceder

- Oriente os alunos a listar características hereditárias e não hereditárias. Abra espaço para discutir características complexas, que podem ter elementos hereditários, mas não somente, como certas doenças e comportamentos. Por fim, solicite aos alunos que expliquem por que algumas características são hereditárias e como ocorre essa transmissão.

### Metodologias ativas

A atividade **2** permite a utilização da metodologia ativa **one-minute paper**. Nessa estratégia, os alunos têm apenas 60 segundos para escrever em uma folha de papel como funciona a hereditariedade para uma pessoa leiga. A rapidez permite que eles se concentrem nos pontos-chave. Confira mais orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual.

## 3, 4, 5 e 6. Objetivo

- Essas atividades possibilitam avaliar se os alunos compreenderam a evolução biológica como resultado da seleção natural e a ancestralidade comum entre todos os seres vivos, distinguindo as afirmações darwinistas das lamarckistas.

## Como proceder

- Ao realizar as atividades **4** e **5**, retome o conceito de hereditariedade e incentive os alunos a perceber que ele está relacionado ao de evolução, que é a herança com modificação, ou seja, mudança ao longo das gerações. Mostre à turma algumas explicações lamarckistas e peça aos alunos que expliquem por que elas não se encaixam nessa definição (é importante eles perceberem que se deve pensar em geração, não em indivíduo). Por fim, lembre-os de que modificações ocorrem ao longo das gerações, porém grande parte do genoma continua, o que explica as similaridades entre espécies, como o ser humano e o chimpanzé.
- Ao trabalhar a atividade **6**, se julgar pertinente, assista com os alunos a essa animação sobre

evolução, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rc2vA5UkMFY>. Acesso em: 7 jul. 2022.

- As atividades **3** e **6** também contribuem para que os alunos desenvolvam habilidades argumentativas e, para isso, eles devem ter compreendido a ideia de evolução e ancestralidade comum. Se achar pertinente, acesse o *site* a seguir, que trata dos principais equívocos que podem surgir no aprendizado sobre a evolução, disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/misconcepts/index.shtml>. Acesso em: 7 jul. 2022.

## 7 e 8. Objetivo

- Essas atividades possibilitam identificar se os alunos compreenderam a importância das unidades de conservação para a manutenção da biodiversidade.

## Como proceder

- Para essas atividades, retome o conceito de biodiversidade e de unidade de conservação. Aproveite para promover uma conversa sobre os problemas ambientais e suas consequências para a biodiversidade e para o ser humano. Se necessário, incentive os alunos a pesquisar informações para complementar a conversa.

### Metodologias ativas

Aproveite a produção dos alunos das atividades **7** e **8** para desenvolver a metodologia ativa **gallery walk**. Para isso, peça a eles que organizem o cartum e o texto produzidos na parede da sala de aula e que façam uma apresentação para a turma, criando uma oportunidade para que eles compartilhem seus conhecimentos. Leia mais orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual.

## 9. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é instigar os alunos a refletir sobre os conteúdos trabalhados na unidade **2** e a identificar relações entre eles, apresentando-as por meio de um esquema.

## Como proceder

- Caso os alunos precisem de auxílio para realizar essa atividade, oriente-os a considerar a representação da hereditariedade como base para a evolução biológica, que, por sua vez, deu origem à biodiversidade. Com os materiais produzidos, verifique a possibilidade de os alunos divulgar os trabalhos em redes sociais ou em uma plataforma digital específica da escola.

## O que eu estudei? • página 223

### 1. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos são capazes de diferenciar massa de peso e identificar a relação entre peso e gravidade.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade em responder a essa atividade, oriente-os a retomar os conceitos de **massa** e de **peso**. Verifique se eles reconhecem que a massa está relacionada à quantidade de matéria de um corpo, cuja unidade de medida padrão é o quilograma, enquanto o peso é uma força que envolve a massa do corpo e a gravidade, ou seja, uma força de interação que ocorre entre corpos que têm massa.

### 2, 3 e 4. Objetivo

- Essas atividades possibilitam identificar se os alunos conhecem o histórico de desenvolvimento dos principais modelos atômicos e se conseguem identificar e interpretar informações da tabela periódica relacionadas às propriedades dos átomos.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **2**, peça-lhes que retomem, em grupo, os modelos atômicos elaborados por Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, escrevendo em folhas de papel avulsas as principais características de cada

um desses modelos. Em seguida, oriente-os a conversar sobre como uma linha do tempo é organizada e como podem inserir as informações que escreveram nessa linha do tempo. Na realização da atividade **3**, oriente-os a utilizar o quadro da página **169** e a escolher átomos com número atômico de 1 até 18 e 28 até 36, para que não se deparem com questões relacionadas à distribuição eletrônica que não foram tratadas até aqui. Na atividade **4**, sobre a interpretação das informações presentes na tabela periódica, tome um elemento químico arbitrário e avalie se os alunos se recordam das informações presentes nas legendas da tabela. Com relação aos nomes dos grupos e às características da classificação dos elementos, se necessário, oriente-os a retomar o conteúdo do tópico **Estudando a tabela periódica atual**.

### Metodologias ativas

Se julgar pertinente, aproveite os esquemas da atividade **2**, sobre os modelos atômicos e suas principais características, para trabalhar a metodologia ativa **gallery walk**. Para isso, confira orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Para desenvolvê-la, peça aos alunos que organizem os materiais em cartazes e fixem-nos nas paredes da sala de aula, para depois apresentá-los aos demais colegas.

### 5. Objetivo

- Essa atividade possibilita verificar se os alunos compreendem como ocorrem as ligações químicas iônicas, covalentes e metálicas.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade em responder a essa atividade, avalie se eles compreendem que são apenas os elétrons de valência que estão envolvidos nas ligações químicas. Para ajudá-los a lembrar como isso ocorre e citar exemplos, peça a eles que mencionem as características de substâncias formadas em cada tipo

de ligação. Caso necessário, desenhe na lousa os modelos que representam cada tipo de ligação, em seguida, pergunte aos alunos quais são as principais características dessas ligações com base nos desenhos que você fez.

## 6 e 8. Objetivo

- Essas atividades permitem avaliar se os alunos compreenderam as características tanto das transformações físicas quanto das químicas, incluindo a conservação da massa nesta última.

## Como proceder

- Nessas atividades, se necessário, mencione alguns exemplos de transformações físicas e químicas, pedindo aos alunos que identifiquem cada uma delas e expliquem por que são classificadas dessa forma. Feito isso, oriente-os a considerar uma transformação química ocorrendo em um recipiente fechado, então pergunte o que acontece com a quantidade de reagentes e produtos – ou a massa total das substâncias dentro do recipiente – à medida que a transformação ocorre.

## Metodologias ativas

Se julgar conveniente, a atividade **8** permite aplicar a metodologia ativa **one-minute paper**. Para isso, oriente os alunos a colocar os papéis com as explicações da frase de Lavoisier sobre sua mesa e, em seguida, leia as explicações deles em voz alta, uma a uma, solicitando à turma que se manifeste com pareceres contra ou favoráveis. Se possível, leia mais orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual.

## 7. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar se os alunos compreenderam como as partículas submicroscópicas estão organizadas em materiais nos estados físicos, sólido, líquido e gasoso.

## Como proceder

- Para auxiliar os alunos que tiverem dificuldade em responder a essa atividade, peça a eles,

inicialmente, que considerem algum material do cotidiano que possa ser encontrado nos estados físicos sólido, líquido e gasoso, como a água. Em seguida, oriente-os a resgatar os conhecimentos sobre as transformações físicas, para que relembrem que elas causam apenas alterações na organização de suas partículas. Assim, solicite aos alunos que ilustrem a organização das partículas nos três estados físicos e elaborem a legenda explicativa.

## 9 e 10. Objetivo

- Essas atividades permitem avaliar se os alunos são capazes de reconhecer e diferenciar sais, ácidos, bases e óxidos, além de verificar se compreendem como a acidez e a basicidade de uma substância são determinadas.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade em responder a essas atividades, lembre-os de que os ácidos e as bases têm o comportamento de se ionizarem e se dissociarem, respectivamente, em meio aquoso, formando íons característicos em cada caso. Pergunte como a extensão desses processos pode ser determinada, com o objetivo de avaliar a acidez e a basicidade dessas substâncias. Quanto aos sais, lembre-os de que eles são formados pela reação entre substâncias de duas funções estudadas. Com relação aos óxidos, pergunte-lhes quantos elementos químicos essas substâncias têm e se algum precisa ser específico. Se os alunos não se lembrarem das aplicações, cite situações do dia a dia em que essas substâncias estão presentes e peça a eles que as identifiquem.

## O que eu estudei? • página 273

### 1. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos reconhecem algumas características importantes das ondas.



## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para indicar as informações solicitadas, desenhe na lousa a representação de uma onda, acrescentando letras nas cristas, nos pontos em que a onda passa pelo eixo de propagação e nos vales. Em seguida, peça-lhes que identifiquem em que letras estão o eixo de propagação da onda, as cristas e os vales. Por fim, solicite-lhes que indiquem como o ciclo pode ser identificado.

## 2 e 3. Objetivos

- Avaliar se os alunos compreendem que as ondas sonoras podem ser produzidas por vibrações, requisito para desenvolver a habilidade **EF09CI05**.
- Verificar se os alunos conhecem algumas propriedades das ondas sonoras.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder a essas atividades, verifique se compreendem que o som é percebido por nós devido às regiões de baixa e de alta pressão que se propagam no ar, formando as ondas sonoras. Pergunte-lhes o que gera essas regiões no ar e acompanhe se eles as associam às vibrações, sejam elas das cordas vocais ou de um instrumento musical. Aproveite para representar uma onda sonora gerada por uma dessas fontes e pergunte-lhes o que caracteriza um som grave e um agudo e a sua intensidade. Avalie se eles reconhecem que essas propriedades estão relacionadas à frequência da onda e à sua amplitude.

## 4. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos compreendem como as ondas sonoras e eletromagnéticas são classificadas de acordo com o movimento oscilatório.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder a essa atividade, represente na lousa uma

pessoa fazendo movimentos com uma corda presa a uma parede, gerando ondas transversais, e uma pessoa fazendo movimentos em uma mola presa a uma parede, gerando ondas longitudinais. Em seguida, peça aos alunos que identifiquem a classificação de cada onda de acordo com o movimento oscilatório e que digam qual exemplo se assemelha mais à onda sonora e à eletromagnética. Solicite-lhes também que mencionem as características destas últimas para que fique evidente a diferença dos exemplos representados.

## 5. Objetivo

- Essa atividade tem o objetivo de avaliar se os alunos compreendem que é a frequência das ondas que diferencia as faixas do espectro eletromagnético, desenvolvendo, assim, a habilidade **EF09CI06**.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder a essa atividade, reproduza na lousa uma representação do espectro eletromagnético similar àquela trabalhada no tópico **Ondas eletromagnéticas**, contudo omitindo as informações do eixo horizontal. Na sequência, peça a eles que identifiquem as informações deste eixo e acompanhe se eles reconhecem que é a frequência que diferencia as faixas do espectro eletromagnético.

## 6. Objetivo

- Essa atividade permite verificar se os alunos relacionam a decomposição da luz branca à formação do arco-íris, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**.

## Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **6**, lembre-os dos resultados ou execute novamente a atividade prática sugerida na página **260** deste **Manual do professor**.

Incentive-os a relacionar os resultados dessa atividade prática ao fenômeno da decomposição da luz. Em seguida, instigue-os a imaginar como esse fenômeno pode ocorrer com as gotículas de água suspensas no ar em períodos de chuva.

## 7. Objetivo

- Essa atividade permite verificar se os alunos reconhecem a interação da luz com materiais de diferentes características, relacionando-a a fenômenos como refração, reflexão e reflexão difusa.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **7**, forneça a eles uma lanterna e promova uma atividade prática para que analisem empiricamente o que ocorre durante a incidência da luz em cada tipo de material (vidro transparente, espelho e porta de madeira) e relacione os resultados aos fenômenos ópticos. Para isso, oriente-os a acender a lanterna e a incidir a luz na janela de vidro da escola, em seguida, na porta de madeira e, por último, em um espelho. Nesse caso, se não houver na sala, forneça um espelho portátil para que eles executem a atividade.

## 8. Objetivo

- Essa atividade permite verificar se os alunos diferenciam uma lente convergente de uma divergente.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **8**, desenhe na lousa a representação de uma lente convergente e de uma divergente, sem os raios de luz. Em seguida, peça àqueles que encontrarem dificuldade que representem no desenho os raios paralelos incidentes e os desvios que ocorrem em cada caso. Com base nessas representações, eles deverão explicar o que acontece com os raios de luz paralelos ao atravessar uma lente convergente e uma divergente.

## 9. Objetivo

- Essa atividade permite verificar se os alunos evidenciam que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **9**, proponha uma atividade prática. Para isso, providencie uma imagem colorida de uma bandeira do Brasil, uma lanterna e um papel celofane azul. Dobre esse papel e fixe-o na lanterna usando um elástico. Acenda a lanterna e aponte a luz azul para a imagem da bandeira do Brasil. Solicite-lhes que observem e descrevam o que acontece.

## 10. Objetivo

- Essa atividade permite verificar se os alunos percebem que a luz visível é uma onda eletromagnética e que corresponde a uma faixa de frequências do espectro eletromagnético, favorecendo o trabalho com a habilidade **EF09CI06**.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade **10**, leve-os a retomar o esquema do espectro eletromagnético da página **242** e a perceber que a luz visível corresponde a uma faixa de frequência de ondas do espectro eletromagnético. Com base nas propriedades das ondas, incentive os alunos a interpretar a interação da luz com os diferentes materiais e objetos, incluindo os instrumentos ópticos.

## O que eu aprendi? • páginas 274 a 277

### 1. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos são capazes de explicar as mudanças de estado físico

da matéria com base no modelo de constituição submicroscópica e relacionar a quantidade de matéria antes e depois de uma transformação química, o que contribui para o desenvolvimento das habilidades **EF09CI01** e **EF09CI02**.

### Como proceder

- Nas considerações do **Experimento 1**, oriente os alunos a se lembrarem do comportamento das partículas submicroscópicas nas mudanças de estado físico, reconhecendo os espaços entre elas, a energia cinética e as alterações provocadas pela mudança de temperatura. Caso eles se baseiem na mudança de estado físico da água, diga-lhes que a água tem um comportamento anômalo na solidificação. Se os alunos apontarem algum equívoco no **Experimento 2**, peça-lhes que retomem os estudos sobre transformações químicas com ênfase na lei da conservação da massa.

## 2. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos são capazes de identificar algumas propriedades e tipos de ondas. Ao abordar as ondas de rádio, essa atividade contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI05**, pois se trata de um tipo de onda envolvida na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionou os sistemas de comunicação humana.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para empregar os termos nos locais corretos, mencione alguns exemplos de ondas mecânicas e eletromagnéticas, sem distingui-las, e peça a eles que as identifiquem e apontem suas propriedades. Verifique se eles conseguem diferenciá-las, reconhecendo que as ondas mecânicas precisam de um meio material para se propagarem, enquanto as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo.

## 3. Objetivo

- Essa atividade possibilita verificar se os alunos compreenderam a evolução dos modelos atômicos e a sua constituição, colaborando para o trabalho com a habilidade **EF09CI03**.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para retratar os modelos atômicos e comparar suas diferenças, ajude-os a lembrar quais foram as partículas estudadas pelos cientistas citados e averigüe se eles conseguem elaborar as representações. Aproveite e promova uma roda de conversa para que os alunos debatam sobre o processo de construção do conhecimento científico.

## 4. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos reconhecem a importância do desenvolvimento tecnológico na aplicação das radiações na área da saúde, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI07**.

### Como proceder

- Nessa atividade, oriente os alunos a relacionar o desenvolvimento tecnológico aos avanços e benefícios que a medicina é capaz de oferecer à saúde das pessoas. Para isso, peça-lhes que reflitam sobre os exames de diagnósticos e tratamentos existentes na medicina atual, dos quais eles tenham conhecimento, e pergunte-lhes quais utilizam radiação.

### Metodologias ativas

Se achar conveniente, essa atividade permite a aplicação da metodologia ativa **think-pair-share**. Para isso, peça aos alunos que pensem e escrevam individualmente sobre os avanços tecnológicos na aplicação das radiações na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças. Na sequência, eles devem conversar com um colega de turma sobre o que escreveram e, por fim, compartilhar a informação com o restante da turma. Confirma orientações sobre



essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual.

---

## 5 e 6. Objetivos

- Essas atividades possibilitam avaliar se os alunos reconhecem as bases e conceitos da hereditariedade, compreendendo o papel dos gametas na transmissão de informações genéticas e estabelecendo relação entre ancestrais e descendentes.
- Elas também permitem verificar se os alunos conseguem resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias. Essas atividades colaboram para o desenvolvimento das habilidades **EF09CI08** e **EF09CI09**.

## Como proceder

- Verifique se os alunos conseguem realizar as associações da atividade **5** corretamente e, se necessário, faça um esquema na lousa em que os conceitos possam ser identificados para auxiliá-los a retomar os conteúdos estudados nesta unidade. Na atividade **6**, caso os alunos tenham dificuldade para determinar os resultados dos cruzamentos, lembre-os dos trabalhos realizados por Mendel e inicie a construção do quadrado de Punnett na lousa.

## 7. Objetivo

- O objetivo dessa atividade é avaliar se os alunos conhecem as duas principais formas de se classificar as unidades de conservação, abordagem que contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI12** da BNCC.

## Como proceder

- Antes de os alunos diferenciarem as duas principais formas de classificação das unidades de conservação, solicite-lhes que informem a importância da criação dessas áreas. Se possível, peça-lhes que identifiquem as características e funções das diferentes categorias das unidades de conservação que contribuem para a preservação do patrimônio natural.

## 8 e 9. Objetivo

- Essas atividades permitem avaliar se os alunos são capazes de identificar semelhanças e diferenças das ideias evolucionistas propostas por Lamarck e por Darwin e Wallace, reconhecendo sua importância para explicar a biodiversidade e permitindo o desenvolvimento da habilidade **EF09CI10**, além de compreender a variabilidade genética resultante da seleção natural, o que colabora para o trabalho com a habilidade **EF09CI11**.

## Como proceder

- Nessas atividades, oriente os alunos a relembrar as ideias evolucionistas propostas por Lamarck e as ideias propostas por Darwin e Wallace. Averigue se eles mencionam a lei do uso e desuso e a lei da herança de características adquiridas, considerando as ideias de Lamarck, a ancestralidade comum e a seleção natural tomando as ideias de Darwin e Wallace. Com base nas ideias de Darwin, pergunte-lhes se algum dos gafanhotos da atividade **9** apresentava alguma característica que poderia favorecer ou não a sua sobrevivência no ambiente.

## Metodologias ativas

Se achar conveniente, aproveite os esquemas da atividade **9** sobre a explicação da predominância de gafanhotos verdes no ambiente em relação aos cor-de-rosa baseada na teoria da seleção natural a fim de trabalhar a metodologia ativa **gallery walk**. Para isso, peça aos alunos que organizem os materiais em cartazes e que os fixem na parede da sala de aula, apresentando-os aos demais colegas. Confira mais orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual.

---

## 10. Objetivo

- Essa atividade permite avaliar se os alunos são capazes de projetar iniciativas individuais e coletivas para solucionar problemas ambientais locais com base em ações sustentáveis, levando-os a

refletir sobre sua realidade, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI13**.

### Como proceder

- Oriente os alunos a refletir sobre as causas dos problemas ambientais e as características de um ambiente poluído, para que eles possam identificar hábitos individuais e coletivos que tenham impacto no ambiente, bem como atitudes e decisões que os modifiquem. Peça-lhes que reflitam sobre os danos que podem ser causados à saúde devido a um ambiente poluído. Leve-os a retomar os estudos sobre consumo consciente e ações sustentáveis que podem contribuir na proposição de soluções para os problemas ambientais relacionados ao consumo e atividades do cotidiano, com o foco em iniciativas para conservação do bairro onde vivem.

### 11 e 12. Objetivo

- Essas atividades possibilitam verificar se os alunos conhecem a composição e a estrutura do Sistema Solar e se identificam os elementos fundamentais para a existência de vida como a conhecemos, o que contribui para o desenvolvimento das habilidades **EF09CI14** e **EF09CI16**.

### Como proceder

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder a essas atividades, retome o conteúdo deles utilizando um esquema do Sistema Solar. Para isso, peça-lhes que mencionem a estrutura e composição do Sistema Solar e construam um esquema na lousa por meio das informações fornecidas por eles. Verifique se citam os principais corpos celestes que formam o Sistema Solar e suas características. Aproveite a representação do planeta Terra presente no esquema para dar

sequência aos fatores que tornam possível a existência de vida nele. Pergunte-lhes sobre a viabilidade de vida fora do planeta Terra e os elementos fundamentais para que ela possa existir da forma como a conhecemos.

### 13. Objetivo

- Essa atividade colabora para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04** e permite avaliar se os alunos compreendem os fenômenos relacionados à composição das cores e que a cor dos objetos também está relacionada à cor da luz que o ilumina.

### Como proceder

- Se os alunos tiverem dificuldade para responder a essa atividade, verifique se eles compreendem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz. Considere situações envolvendo a combinação das cores primárias sobre objetos brancos e, depois, sobre objetos com cores diferentes para avaliar se eles percebem que a cor observada também está relacionada à cor da luz que o ilumina.

### Metodologias ativas

Se achar conveniente, essa atividade possibilita o trabalho com a metodologia ativa **experimentação**. Para isso, confira orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Essa atividade permite a realização de experimentos investigativos, com a proposição de problemas em que se possa levantar hipóteses, testar e relatar aspectos identificados ao investigar a percepção das cores em diferentes materiais quando expostos a diferentes cores de iluminação.

## Referências bibliográficas comentadas

ACTIVE Learning. *Berkeley Center for Teaching & Learning*. Disponível em: <https://teaching.berkeley.edu/resources/course-design-guide/active-learning>. Acesso em: 25 fev. 2022.

Esse site explora os benefícios de trabalhar com metodologias ativas para desenvolver nos alunos a chamada aprendizagem ativa em seu processo de ensino, além de abordar metodologias ativas que podem ser aplicadas em sala de aula diferentes recursos que podem ser trabalhados em planejamentos.

ALTET, Marguerite. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. In: PAQUAY, Léopold *et al.* (org.). *Formando professores profissionais: quais estratégias? Quais competências?* 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. Disponível em: <https://statics-submarino.b2w.io/sherlock/books/firstChapter/50097127.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

Esse documento apresenta contribuições para a formação de professores, com estudos internacionais e nacionais, que promovem a capacitação de docentes às competências profissionais de sua área. Traz entrevistas que revelam práticas pedagógicas com base em conhecimentos e experiências profissionais de outros professores.

BLOOM, Benjamin S.; HASTINGS, J. Thomas; MADDAUS, George F. *Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar*. São Paulo: Pioneira, 1971.

Nesse livro, o professor encontra uma forma de avaliar e como melhorar esse processo, considerando diversas propostas que foram pensadas levando em conta os diferentes contextos educacionais em que acontece a prática de avaliação.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 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: 19 maio 2022.

Esse link apresenta a Base Nacional Comum Curricular. Nele, é possível acessar e navegar pelo documento consultando o que esse material de referência auxilia na abordagem dos conteúdos curriculares.

BRETAS, Maria Luiza Batista. *Leitura é fundamental: desafios na formação de jovens leitores*. Belo Horizonte: RHJ, 2012.

Esse livro busca compreender como a prática leitora é desafiadora no que se refere ao ensino da leitura com visão crítica, argumentativa e reflexiva. Portanto, a obra apresenta como o docente pode incentivar os alunos a ler, a contar e ouvir histórias, a ter o domínio da leitura e a usar a escrita em função social, produzindo conhecimento e significação para o ato de ler.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso, 2018.

Os autores desse livro apresentam variadas metodologias ativas fornecendo o conceito de cada uma delas, demonstrando a maneira como podem funcionar na sala de aula e modos de avaliar a metodologia aplicada.

CAMAS, Nuria Pons Vilardell. Novas tecnologias facilitam a aprendizagem escolar. Entrevista ao *Portal Brasil*, 10 jul. 2014. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/infantil/para-educadores/2014/07/novas-tecnologias-facilitam-a-aprendizagem-escolar>. Acesso em: 17 maio 2022.

Essa entrevista traz informações sobre o uso e a importância da tecnologia para a aprendizagem. Relata conceitos, menciona benefícios, comenta a realidade de uma sala de aula e fala do papel do professor em relação a esse recurso. Todas as informações são apresentadas de maneira sucinta, porém clara.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*.



São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção Pensamento e Ação no Magistério).

O livro apresenta a construção do conhecimento físico pela criança através de diversas atividades no ensino de Ciências e mostra o papel do professor nesse processo.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

Livro que apresenta discussões sobre as necessidades formativas dos professores de Ciências, com enfoque à ruptura das visões simplistas.

CRAVEIRO, Clélia B. A.; MEDEIROS, Simone (org.). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais de Educação Básica: diversidade e inclusão*. Brasília: MEC, 2013.

O material em questão foi construído com a participação de vários autores. Desse modo, em diferentes capítulos são apresentados temas que procuram incluir diferentes culturas e modalidades de ensino.

DEL PRETTE, Zilda Aparecida Pereira; DEL PRETTE, Almir (org.). *Habilidades sociais e competência social para uma vida melhor*. São Carlos: EdUFSCar, 2017.

Esse livro apresenta diferentes capítulos com contribuições de vários autores, tratando de maneira teórica e prática as habilidades sociais e a competência social. Conceitua os comportamentos interpessoais e oferece exercício sobre as tarefas de mesmo cunho.

FERREIRA, Taís. Estudos culturais, recepção e teatro: uma articulação possível? *Fênix*, Uberlândia, ano 3, v. 3, n. 4, p. 1-20, out./nov./dez. 2006. Disponível em: <https://www.revistafenix.pro.br/revistafenix/article/view/788/750>. Acesso em: 27 abr. 2022.

Esse artigo apresenta a prática de pesquisa no estudo de recepção, com enfoque no estudo de produções culturais.

FONTELLES, Mauro José *et al.* *Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de*

um protocolo de pesquisa. *Cercomp*. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/150/o/Anexo\\_C8\\_NONAME.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf). Acesso em: 26 abr. 2022.

Esse artigo mostra a organização de uma pesquisa que busca solucionar um problema e descreve todos os procedimentos necessários para sua prática. Os autores apontam desde o levantamento do problema à descrição e elaboração dos objetivos a serem alcançados, bem como o método utilizado para resolução, a construção de hipóteses, entre outros passos para estruturar uma pesquisa.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen *et al.* Freire e Vigotski no contexto da educação em ciências: aproximações e distanciamentos. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 279-298, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/r8wwMNP4VWdMQZms5W7qkrM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 maio 2022.

Esse estudo teórico apresenta alguns aspectos em que as ideias de Freire e Vigotski se assemelham e explica de que modo isso pode enriquecer propostas curriculares para o ensino de Ciências.

HADJI, Charles. *A avaliação, regras do jogo: das intenções aos instrumentos*. 4. ed. Portugal: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

O autor dessa coleção analisa as práticas pedagógicas para definir o método avaliativo intencionalmente, para que as práticas educacionais e o conhecimento sejam desenvolvidos.

HOFFMANN, Jussara. *Avaliar para promover: as setas do caminho*. 15. ed. Porto Alegre: Mediação, 2014.

O livro sugere a proposta de avaliação que se contextualiza com os meios físicos e sociais, uma vez que, para a autora, o ato de avaliar é uma maneira de transformar a realidade. Nesse livro, ela leva o leitor/professor a refletir para modificar as práticas pedagógicas em seu ato avaliativo, buscando sempre considerar o contexto educacional.

KOCH, Ingedore G. Villaça. *Argumentação e linguagem*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

A análise da autora desse livro é voltada para o ato de argumentar como forma de discurso, assim apresenta em sua obra textos, ilustrações e esquemas que permitem ao leitor refletir sobre a noção da argumentação oral e escrita.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Katál*, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2022.

O artigo apresenta a pesquisa bibliográfica como um método de prática de pesquisa, conceituando-o, abordando suas características, como ele deve ser organizado e quais objetivos devem ser considerados, além de apresentar etapas exemplificadas do procedimento metodológico da pesquisa bibliográfica.

LUCKESI, Cipriano Carlos. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

Nesse livro são abordados estudos sobre a avaliação da aprendizagem escolar feitos pelo autor, que propõe que a avaliação não seja mais pensada apenas como um serviço teórico obrigatório da educação e imposta de forma autoritária, mas sim como uma prática a favor do conhecimento de todos de forma construtiva e social.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio*, Curitiba, v. 1, n. 1, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>. Acesso em: 29 jul. 2022.

O artigo discute relações convergentes e divergentes entre o trabalho prático, laboratorial e experimental quando aplicados em sala de aula no ensino de Ciências e enfatiza que a prática do experimento é uma forma de colocar os estudantes em atividades práticas e participativas.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papyrus, 2017.

O livro reconhece o papel do professor como mediador entre aluno e conhecimento e, somado a isso, faz menção à nova realidade em que a tecnologia se insere no contexto escolar. Ademais, embora discorra sobre a compreensão acerca da necessidade do uso dela no decorrer das aulas, aborda a importância de utilizá-la com cuidado para que a aprendizagem não se restrinja à diversão, sem o devido proveito.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

Nesse capítulo o autor descreve as metodologias ativas aplicadas na educação abordando o processo de aprendizagem através de uso de recursos tecnológicos e criativos relevantes para a aprendizagem ativa e significativa e considera que o papel do professor é de mediador do processo de ensino e o do aluno de um ser autônomo em sua aprendizagem.

ROSA, Ivete Pellegrino; LAPORTA, Márcia Zorello; GOUVÊA, Maria Elena de. *Humanizando o ensino de ciências: com jogos e oficinas psicopedagógicas sobre seres microscópicos*. São Paulo: Vetor, 2006.

Esse livro apresenta uma reflexão teórica sobre o uso de jogos e oficinas psicopedagógicas para o ensino relativo aos seres vivos microscópicos.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, 2001. p. 95-111. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QH LvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/?format=pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

Esse artigo aborda as implicações do letramento científico e tecnológico para o ensino de Ciências.

SEVERINO, Antônio Joaquim. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). *Didática e interdisciplinaridade*. 17. ed. Campinas: Papirus, 2012. (Coleção Práxis).

Nesse capítulo o autor analisa e reflete sobre as relações entre o conhecimento e a prática, bem como o exemplo que o autor dá, de que o ensino se legitima se for mediador da educação.

SOLÉ, Isabel. *Estratégias de leitura*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Nesse livro, a autora mostra a importância da leitura para o alcance da interpretação, compreensão e autonomia dos alunos no contato com diferentes textos.

VON, Cristina. *Cultura de paz*. São Paulo: Peirópolis, 2003.

Nesse livro, a autora apresenta diferentes temáticas de cunho sensível. Todas voltadas às reflexões sobre igualdade, respeito às diferenças e como isso pode ser trabalhado com os alunos na escola e na sociedade em geral.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. p. 41. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod\\_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf). Acesso em: 21 jun. 2022.

Essa obra é uma coletânea de ensaios de Vygotsky que representa sua produção teórica na relação entre pensamento e linguagem.

ZIMMERMANN, Narjara; SILVA, Henrique César da. Os diferentes modos de leitura no ensino de ciências. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 16., 2007, Campinas. *Anais...* Campinas: Unicamp, 10-13 jul. 2007. Disponível em: [https://alb.org.br/arquivo-morto/edicoes\\_anteriores/anais16/sem07pdf/sm07ss08\\_08.pdf](https://alb.org.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais16/sem07pdf/sm07ss08_08.pdf). Acesso em: 29 jul. 2022.

O artigo apresenta os resultados parciais de uma pesquisa que aborda o processo de leitura por meio do olhar de professores de química e de biologia, que enxergam a leitura científica como uma forma de trabalhar a linguagem dos textos em sua forma cotidiana, mas também científica, possibilitando a compreensão dos conteúdos pelos alunos.

## Referências bibliográficas complementares comentadas

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

Esse livro traz discussões sobre diferentes facetas do ensino de Ciências em uma abordagem investigativa, com dados extraídos de situações de ensino-aprendizagem, de modo a proporcionar aos professores, além da ampliação de seu rol de estratégias, a compreensão dos cuidados envolvidos nas práticas investigativas realizadas em sala de aula.

ENSINO de ciências: história e situação atual. UNIVESP. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nh1ruCC0yA4>. Acesso em: 7 jun. 2022. Programa em vídeo que mostra como a investigação científica pode ajudar no ensino de Ciências.

ENSINO de ciências: passado, presente e futuro. USP. Disponível em: <https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=4457>. Acesso em: 7 jun. 2022.

Vídeo que debate a finalidade do ensino de Ciências.



EXPERIMENTAÇÃO investigativa. GEPEQ IQ-USP. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=US8GsVi2bXY>. Acesso em: 7 jun. 2022.

Vídeo que apresenta algumas ideias sobre a importância da experimentação do ensino de Química.

ESPINOZA, Ana. *Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos*. Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2010.

Esse livro analisa diferentes maneiras de dar aulas de Ciências na escola, oferecendo sugestões objetivas para os professores, a fim de tornar as aulas mais atraentes e participativas para os alunos.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez, 2014.

Essa obra é uma espécie de manual de pesquisa de conteúdos sobre interdisciplinaridade que apresenta intervenções para colocar em prática a proposta de uma educação interdisciplinar.

FIORIN, José Luiz. *Argumentação*. São Paulo: Contexto, 2015.

Esse livro tem como proposta expor os variados tipos de argumentação com propósito de persuasão, isto é, aquilo que é de seu caráter, uma vez que argumentar é defender um ponto de vista. Assim, o livro mostra as bases da argumentação e como explorá-la.

FOFONCA, Eduardo. *A cultura digital e seus multiletramentos: repercussões na educação contemporânea*. Curitiba: Appris, 2019.

O autor considera que a sala de aula se relaciona estreitamente com as tecnologias digitais. Nesse sentido, ele escreve as concepções de multiletramentos com base no uso das novas

tecnologias e no trato com a cultura digital na educação, além de ampliar o trabalho de forma interdisciplinar.

GONÇALVES, Mariza Lima. *Iniciação às práticas científicas*. São Paulo: Paulus, 2015. (Coleção Cadernos de Comunicação).

A autora demonstra nessa coleção os devidos procedimentos do ato de planejar e organizar, como também os desafios, as técnicas e os modos de apresentação de uma pesquisa ou de um trabalho escolar. Além disso, ela enfatiza a importância desses tipos de trabalho para o desenvolvimento e o conhecimento dos alunos.

GUIMARÃES, Ana Lucia. *Aprendizagem colaborativa e redes sociais: experiências inovadoras*. Curitiba: Appris, 2019.

Nesse livro, a autora aponta conceitos e diferentes propostas de aplicações de metodologias ativas para desenvolver a aprendizagem dos alunos, em especial com o uso das redes sociais associadas a esse método de trabalho.

HAYDT, Regina Cazaux. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. 6. ed. São Paulo: Ática, 2008.

A autora apresenta, nesse livro, técnicas e instrumentos avaliativos para que o ensino seja um processo cada vez mais inovador e competente.

SOARES, Cristine. *Metodologias ativas: uma nova experiência de aprendizagem*. São Paulo: Cortez, 2021.

Esse livro tem o intuito de auxiliar professores a dar novo significado às suas práticas pedagógicas, revendo e repensando as maneiras de trabalhar em sala de aula ou em outros espaços, a fim de proporcionar aos alunos a construção do conhecimento de maneira significativa.

### **Vanessa Michelan**

Licenciada e bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Mestra em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Autora de livros didáticos para o ensino básico.  
Realiza trabalhos de assessoria pedagógica no desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino básico.

### **Elisangela Andrade**

Licenciada e bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Mestra em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).  
Doutora em Ciências Biológicas na área de concentração: Biologia Celular e Molecular pela Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR).  
Professora dos níveis básico, técnico e superior no Instituto Federal do Paraná (IFPR-PR).  
Autora de livros didáticos para o ensino básico.



**Componente curricular: CIÊNCIAS**

1ª edição

São Paulo, 2022



**Projeto e produção editorial:** Scriba Soluções Editoriais

**Edição:** Kelly Cristina dos Santos, Ana Carolina Navarro dos Santos Ferraro, Everton Amigoni Chinellato, Maira Renata Dias Balestri

**Assistência editorial:** Angélica Alves de Paula, Felipe Revoredo Benatti, Marissa Kimura, Priscila Boneventi Pacheco

**Colaboração técnico-pedagógica:** Maria Regina da Costa Sperandio

**Coordenação de preparação de texto e revisão:** Moisés M. da Silva

**Supervisão de produção:** Priscilla de Freitas Cornelsen

**Assistência de produção:** Lorena França Fernandes Pelisson

**Projeto gráfico:** Lais Garbelini

**Coordenação de arte:** Tamires R. Azevedo

**Coordenação de diagramação:** Adenilda Alves de França Pucca (Nil)

**Diagramação:** Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Carlos Cesar Ferreira, Fernanda Miyabe Lantmann, Leda Cristina Teodorico, Globaltec

**Pesquisa iconográfica:** André Silva Rodrigues

**Autorização de recursos:** Diana Katia Alves de Araújo

**Tratamento de imagens:** Janaina Oliveira e Jéssica Sinnema

**Gerência de design e produção gráfica:** Patricia Costa

**Coordenação de produção:** Denis Torquato

**Gerência de planejamento editorial:** Maria de Lourdes Rodrigues

**Coordenação de design e projetos visuais:** Marta Cerqueira Leite

**Capa:** Mariza de Souza Porto, Tatiane Porusselli, Daniela Cunha e Apis Design

*Foto: Jovem construindo um veículo robótico. © SDI Productions/E+/Getty Images*

**Coordenação de revisão:** Elaine C. del Nero

**Coordenação de pesquisa iconográfica:** Flávia Aline de Moraes

**Coordenação de bureau:** Rubens M. Rodrigues

**Pré-impressão:** Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga, Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos

**Coordenação de produção industrial:** Wendell Monteiro

**Impressão e acabamento:**

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

Michelsen, Vanessa  
Superação! Ciências : 9º ano / Vanessa Michelsen,  
Elisângela Andrade. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna,  
2022.

Componente curricular: Ciências.  
ISBN 978-95-16-13590-4

1. Ciências (Ensino Fundamental) I. Andrade,  
Elisângela. II. Título.

22-112358 CDD-372.35

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino Fundamental 372.35

Cíbele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

**EDITORA MODERNA LTDA.**

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho

São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904

Atendimento: Tel. (11) 3240-6966

www.moderna.com.br

2022

Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2



## Apresentação

Caro aluno, cara aluna,

Todos os dias você realiza diversas atividades, como ir à escola, alimentar-se, brincar, conversar com os colegas, tomar banho, escovar os dentes e dormir. Você sabia que cada uma dessas atividades pode causar impactos no ambiente e em sua saúde? Tudo isso está relacionado a Ciências!

Dessa forma, este livro foi elaborado para te ajudar a compreender essas relações. Nele, você encontrará conteúdos que permitirão observar, investigar, refletir e discutir maneiras de conservar o ambiente e de cuidar do nosso corpo. Além disso, você poderá perceber a influência da tecnologia na sociedade e no ambiente.

Para tornar o seu aprendizado mais divertido, esta obra utiliza diversos recursos, como músicas, imagens, pinturas e histórias em quadrinhos.

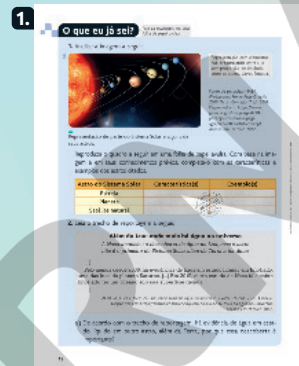
**Bom ano e bons estudos!**

# Conheça seu livro

Esta coleção aborda assuntos interessantes e atuais, que o auxiliarão a desenvolver autonomia, criticidade e outras habilidades e competências importantes para a sua aprendizagem. Veja a seguir como seu livro está organizado.

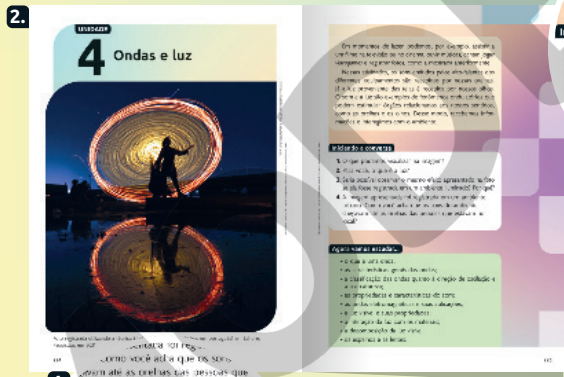
## 1. O que eu já sei?

Nessa seção, presente no início de cada volume, você tem a oportunidade de refletir sobre o que já sabe a respeito dos principais assuntos que estudará no volume em questão.



## 2. Abertura da unidade

Essas páginas marcam o início de cada unidade. Elas apresentam uma imagem e um texto instigante, que se relacionam aos assuntos da unidade.



3. Iniciando a conversa

1. O que podemos visualizar na imagem?

2. Para você, o que é a luz?

3. Será possível observar o mesmo efeito apresentado se ela fosse registrada em um ambiente iluminado? A imagem apresentada foi registrada em um ambiente escuro. Como você acha que os sons do ambiente seriam até as orelhas das pessoas que...

4. Agora vamos estudar...

- o que é uma onda;
- as características gerais das ondas;
- a classificação das ondas quanto à direção de oscilação e sua natureza;
- as propriedades e características do som;
- as ondas eletromagnéticas e suas aplicações;
- a luz visível e suas propriedades;
- o transporte da luz com os materiais transparentes e opacos;
- as lentes.

## 4. Agora vamos estudar...

Esse box apresenta os principais assuntos que você estudará em cada unidade.

## 3. Iniciando a conversa

Esse box apresenta atividades que incentivam você a saber mais sobre a imagem de abertura, a relembrar os conhecimentos que já tem sobre o tema e a se aprofundar nos assuntos da unidade.

5.

#### 4 Evolução dos seres vivos

Na foto, o dinossauro e o macaco são exemplos de seres vivos que evoluíram a partir de um mesmo ancestral comum.

Os seres vivos evoluem ao longo do tempo. Isso acontece porque eles sofrem mudanças ao longo da vida, e essas mudanças são herdadas pelos filhos. Com o tempo, essas mudanças vão se acumulando e dando origem a novas espécies.

Essas mudanças são chamadas de mutações. Elas podem acontecer de forma espontânea ou por influência de fatores externos, como radiação e produtos químicos.

As mutações são hereditárias, ou seja, são passadas de pai para filho. Quando uma mutação é vantajosa para o indivíduo, ele tem mais chances de sobreviver e se reproduzir, passando a característica para os filhos.

Essa seleção natural é o mecanismo principal da evolução. Ela atua sobre as mutações, favorecendo aquelas que conferem uma vantagem para a sobrevivência do indivíduo em seu ambiente.

Por isso, a teoria da evolução dos seres vivos explica a diversidade da vida que vemos ao nosso redor.

5.

Os conteúdos são organizados por títulos e subtítulos e, sempre que necessário, são propostas questões que incentivam a interação entre você e seus colegas. Tudo isso contribui para a sua participação ativa no processo de aprendizagem.

#### 6. Boxe complementar

Esse boxe trata de assuntos que complementam o tema estudado.

#### 6. Alquimia

Entre os séculos II a.C. e XVI d.C., foram desenvolvidos os conhecimentos que deram origem ao que hoje chamamos de alquimia. Essa ciência misturava conhecimentos da física, da química e da medicina.

Os alquimistas buscavam descobrir a pedra filosofal, uma substância que teria o poder de transformar metais comuns em metais preciosos, como o ouro e a prata.

Embora não tenham alcançado esse objetivo, os alquimistas fizeram importantes descobertas que contribuíram para o desenvolvimento da química moderna.

#### 8. Atividades

Essa seção contém atividades que vão auxiliá-lo a refletir sobre os conteúdos estudados, a organizar os conhecimentos e a conectar ideias.

**8. Atividades**

1. Observe o diagrama a seguir e responda às questões.

2. Qual o nome do reino que contém organismos unicelulares e multicelulares?

3. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que produzem esporos?

4. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem cloroplastos?

5. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem nervos e músculos?

6. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem uma parede celular rígida?

7. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um esqueleto interno?

8. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema circulatório?

9. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema digestivo?

10. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema excretório?

11. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema reprodutivo?

12. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema sensorial?

13. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema locomotor?

14. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de defesa?

15. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de comunicação?

16. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de crescimento?

17. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de regeneração?

18. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de diferenciação celular?

19. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de divisão celular?

20. Qual o nome do reino que contém organismos multicelulares e que possuem um sistema de morte celular?

**7. Luz**

Quando a luz branca incide no objeto, o objeto reflete a luz de uma determinada cor. Essa luz refletida é percebida pelo olho humano e interpretada como uma cor.

Por exemplo, quando a luz branca incide no objeto, o objeto reflete a luz vermelha. Essa luz refletida é percebida pelo olho humano e interpretada como a cor vermelha.

Assim, a cor que vemos em um objeto depende da luz que ele reflete.

#### 7. Competências socioemocionais

Esse boxe destaca algumas competências socioemocionais que são desenvolvidas nos assuntos da página. Essas competências ajudam você a conviver em sociedade e atuar como sujeito ativo na construção de um mundo mais justo e solidário.

#### 9. Sistema Solar

O Sistema Solar é formado por oito planetas, cinco planetas anões, o Sol, os cometas, os meteoros e os asteroides.

Os planetas são corpos celestes que orbitam o Sol e possuem uma atmosfera e uma superfície sólida.

Os planetas anões são corpos celestes que orbitam o Sol e possuem uma atmosfera e uma superfície sólida, mas não possuem uma órbita limpa.

O Sol é uma estrela que fornece energia para o Sistema Solar.

Os cometas são corpos celestes que orbitam o Sol e possuem uma cauda de gás e poeira.

Os meteoros são corpos celestes que entram na atmosfera da Terra e se queimam.

Os asteroides são corpos celestes que orbitam o Sol e possuem uma superfície sólida.

#### 9. Vocabulário

Os significados de algumas palavras que talvez você não conheça serão apresentados na página para que você se familiarize com elas. Essas palavras estão destacadas nos textos.



### 10. Vamos praticar

Nessa seção, você encontrará sugestões de atividades práticas, instigantes e de rápida execução para fazer em sala de aula com o professor e os colegas.

10. **Vamos praticar**

**Materiais:**

- copo transparente
- água

**A.** Coloque água até a metade do copo.

**B.** Adicione óleo até completar cerca de 3/4 do copo.

**C.** Deixe o copo em repouso e verifique o que acontece.

Agora, faça o que se pede a seguir.

a) Pelte o que você observou e explique.

### 11. Hora de investigar

Essa seção contém sugestões de atividades práticas que lhe permitem investigar fenômenos do cotidiano relacionados aos temas que você vai estudar. Nessas atividades, você levantará e testará hipóteses, montará modelos e trocará ideias com seus colegas sobre o que observou. Além disso, você será desafiado a encontrar maneiras de investigar outros fenômenos referentes aos assuntos que está estudando.

11. **Hora de Investigar**

**Objetivo:** Investigar a mistura de líquidos e observar o que acontece.

**Materiais:**

- 1 copo de vidro
- 1 colher de sopa de óleo
- 1 colher de sopa de água
- 1 colher de sopa de corante alimentar
- 1 colher de sopa de álcool

**Procedimento:**

1. Coloque o óleo no copo.
2. Adicione a água.
3. Adicione o corante alimentar.
4. Adicione o álcool.
5. Observe o que acontece.

**Questões para refletir:**

1. O que você observou?
2. Por que isso aconteceu?
3. O que acontece se você trocar a ordem dos líquidos?

### 12. O tema é ...

Essa seção contém informações que o incentivarão a refletir criticamente sobre assuntos relevantes e a estabelecer relações entre diversos temas, contribuindo para sua formação cidadã. Os assuntos dessa seção são baseados nos temas contemporâneos transversais.

12. **O tema é ...**

**Objetivo:** Refletir sobre o tema transversal de Meio Ambiente.

**Conteúdo:**

Meio Ambiente é o conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos e sociais que atuam sobre os seres vivos, influenciando seu desenvolvimento e a sobrevivência.

**Atividade:**

1. Observe as imagens e responda:

1. Qual o impacto ambiental das atividades humanas?
2. Como podemos cuidar do meio ambiente?

### 13. O que eu estudei?

Nessa seção, você pode avaliar sua aprendizagem por meio de atividades que o farão refletir sobre o que você estudou na unidade.

### 13. O que eu estudei?

1. Represente em uma folha de papel avulso o progresso da vida, o ciclo, os seres vivos.
2. No capítulo 9 (Ondas), você descobriu o som. Com base no que você estudou, explique o que é som, como ele se propaga e como ele é percebido.
3. Escreva as características gerais dos tipos de som que você conhece e explique.

## 14. O que eu aprendi?

Nessa seção, presente ao final de cada volume, você pode verificar o que aprendeu sobre os principais assuntos estudados no volume.

**14. O que eu aprendi?**

1. No texto sobre a água, você aprendeu que a água é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Isso significa que a fórmula química da água é  $H_2O$ .

2. Você também aprendeu que a água é essencial para a vida e que ela desempenha um papel importante em muitos processos biológicos.

3. Além disso, você descobriu que a água é um recurso limitado e que devemos cuidar para não desperdiçá-la.

4. Você também aprendeu que a água é formada por moléculas e que essas moléculas são compostas por átomos.

5. Você também aprendeu que a água é formada por moléculas e que essas moléculas são compostas por átomos.

## 15. Projeto em ação

Nessa seção, você vai se engajar no desenvolvimento de um projeto que envolve os colegas, a comunidade escolar e a externa. As atividades que fazem parte desse projeto permitem que você e seus colegas atuem de forma ativa na resolução de problemas locais ou na reflexão de questões mais amplas, que influenciam a vida de muitas pessoas. Então, mãos à obra!

**15. Projeto em ação**

**Cuidado do ambiente do bairro**

**Objetivos**

1. Identificar os problemas ambientais do bairro e propor soluções para eles.

2. Desenvolver um projeto de melhoria do ambiente do bairro.

3. Promover a conscientização da comunidade sobre os problemas ambientais.

**Atividades**

1. Realizar uma caminhada pelo bairro para identificar os problemas ambientais.

2. Entrevistar moradores do bairro para saber o que eles acham dos problemas ambientais.

3. Desenvolver um projeto de melhoria do ambiente do bairro.

4. Promover uma reunião com a comunidade para apresentar o projeto e discutir as soluções.

5. Implementar o projeto de melhoria do ambiente do bairro.

6. Avaliar o projeto e fazer um relatório sobre os resultados.

## 16. Sugestões complementares

Essa seção apresenta sugestões de livros, filmes, sites, vídeos e visitas a lugares físicos. Aproveite essas dicas para aprender um pouco mais sobre o conteúdo estudado.

do carbono. Porém, aproximadamente 13% do carbono é  $^{13}C$  e o restante é  $^{12}C$ . Nesse caso, o número de massa varia. Por isso, eles são chamados de isótopos.

**Sugestões complementares**

Assista ao vídeo sobre o efeito estufa, disponível no site da University of Colorado Boulder. Esse material apresenta o "efeito estufa" e explica como ele funciona. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8mFm1j0u8j0>. Acesso em: 7 jun. 2022.

## 17. Referências bibliográficas comentadas

Essa seção apresenta, ao final de cada volume, as referências bibliográficas que foram usadas na elaboração do livro, com um breve comentário sobre cada uma delas.

## Ícones e boxes

**Em grupo**  
Atividades que devem ser realizadas em duplas ou em grupos.

**Atividade oral**  
Atividades que devem ser respondidas oralmente.

**Dica!**  
Boxe que apresenta sugestões que auxiliam você a realizar algumas atividades.

**Cuidado!**  
Boxe que apresenta orientações para sua segurança ao realizar algumas atividades.

**Glossário**  
Indica que no parágrafo há algum termo científico que você pode não conhecer. As explicações desses termos estão na seção **Glossário**, ao final do volume.

## 17. Referências bibliográficas comentadas

MARIN, G. C. O. (2019). *Química: Fundamentos e Aplicações*. São Paulo: Editora Moderna, 2019.

OLIVEIRA, J. (2018). *Química: Fundamentos e Aplicações*. São Paulo: Editora Moderna, 2018.

OLIVEIRA, J. (2018). *Química: Fundamentos e Aplicações*. São Paulo: Editora Moderna, 2018.

# Sumário

<b>O que eu já sei?</b>	12	Evolução das estrelas	37
<b>UNIDADE 1</b>		<b>O tema é ...</b>	
<b>Universo e vida</b>	16	• A origem do Universo	40
<b>CAPÍTULO 1</b>		<b>Atividades</b>	42
<b>Alguns aspectos da Ciência e do Universo</b>	18	<b>CAPÍTULO 2</b>	
Método científico	19	<b>A vida na Terra</b>	46
Leis e teorias científicas	20	Condições necessárias à vida na Terra	47
A origem do Universo	21	A busca por vida em outros planetas	50
Teoria do Big Bang	23	Origem da vida na Terra	53
<b>Atividades</b>	26	Hipóteses sobre a origem da vida na Terra	58
A formação do Sistema Solar	27	Hipóteses heterotróficas	58
Universo e Sistema Solar	29	Hipóteses autotróficas	60
Galáxias	30	Panspermia	61
Asteroides, cometas e meteoroides	31	<b>Atividades</b>	62
Sistema Solar	32	<b>O que eu estudei?</b>	65
Planetas rochosos	33	<b>UNIDADE 2</b>	
Mercúrio	33	<b>Genética e evolução</b>	66
Vênus	34	<b>CAPÍTULO 3</b>	
Marte	34	<b>Hereditariedade</b>	68
Terra	34	DNA e hereditariedade	69
Planetas gasosos	35	Cromossomos	72
Júpiter	35	Os experimentos de Mendel	75
Saturno	35	<b>Atividades</b>	81
Urano	36		
Netuno	36		



Heredograma	83	■ <b>O tema é ...</b>	
Cromossomos e determinação do sexo em seres humanos	86	• Cultura e educação	124
Síndromes genéticas	89	■ <b>Atividades</b>	126
■ <b>O tema é ...</b>		■ <b>CAPÍTULO 5</b>	
• Bioética: reflexão sobre a Ciência	93	<b>Diversidade biológica</b>	<b>128</b>
■ <b>Atividades</b>	95	Unidades de conservação	130
■ <b>CAPÍTULO 4</b>		Unidades de Proteção Integral	131
<b>Evolução dos seres vivos</b>	<b>98</b>	Unidades de Uso Sustentável	134
As teorias evolutivas	99	■ <b>Atividades</b>	139
As ideias evolucionistas de Lamarck	100	Conservação do ambiente	141
As ideias evolucionistas de Darwin e Wallace	102	■ <b>O tema é ...</b>	
Ancestral comum	104	• Etnociência: os saberes populares	144
Seleção natural	105	■ <b>Atividades</b>	146
Seleção sexual	108	■ <b>O que eu estudei?</b>	<b>149</b>
Síntese moderna evolutiva	109	■ <b>UNIDADE 3</b>	
Especiação	110	<b>Matéria</b>	<b>150</b>
■ <b>Atividades</b>	111	■ <b>CAPÍTULO 6</b>	
Evidências da evolução	113	<b>Estudando a matéria</b>	<b>152</b>
Registro fóssil	113	Propriedades da matéria	153
Análises genéticas	113	Massa	154
Anatomia comparada	114	Massa e peso	155
A evolução e a espécie humana	115	Volume	157
Seres humanos modernos	116	Densidade	157
Evolução humana	120	■ <b>Atividades</b>	159
		Constituição da matéria	161

Modelos atômicos	162	Sublimação e deposição	198
Modelo atômico de Dalton	162	Fatores que influenciam nas mudanças de estados físicos	198
Modelo atômico de Thomson	163	■ <b>Atividades</b>	201
Modelo atômico de Rutherford	165	Transformações químicas da matéria	203
Modelo atômico de Rutherford-Bohr	167	Representação das transformações químicas	203
Íons	170	A lei da conservação da massa	205
Propriedades dos átomos	171	A lei das proporções definidas	206
Número atômico (Z)	171	Balanceamento das equações químicas	207
Número de massa (A)	171	■ <b>Atividades</b>	209
■ <b>Atividades</b>	174	Reversibilidade das transformações químicas	210
■ <b>CAPÍTULO 7</b>		Algumas funções químicas	210
<b>Tabela periódica</b>	<b>176</b>	Ácidos	211
Estudando a tabela periódica atual	179	Bases	212
Utilizando a tabela periódica	182	Medindo a concentração de ácidos e bases	212
■ <b>Atividades</b>	184	A escala de pH	213
Ligações químicas	186	Sais	214
Ligação iônica	187	Óxidos	215
Ligação covalente	187	■ <b>O tema é ...</b>	
Ligação metálica	188	• A lenda do Boitatá e o fogo-fátuo	216
■ <b>Atividades</b>	189	■ <b>Hora de investigar</b>	<b>218</b>
■ <b>CAPÍTULO 8</b>		■ <b>Atividades</b>	220
<b>Transformações da matéria</b>	<b>190</b>	■ <b>O que eu estudei?</b>	<b>223</b>
Estados físicos da matéria	191		
Estado físico líquido	192		
Estado físico sólido	192		
Estado físico gasoso	194		
Fusão e solidificação	195		
Vaporização e condensação	196		

**UNIDADE 4**

**Ondas e luz 224**

**CAPÍTULO 9**

**Ondas 226**

Características gerais das ondas 227

Ondas transversais e ondas longitudinais 230

Ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas 231

Ondas sonoras 231

Propriedades das ondas sonoras 233

Ultrassom 236

**O tema é ...**

• A deficiência auditiva e a música 237

**Atividades 239**

Ondas eletromagnéticas 241

Ondas de rádio e TV 242

Micro-ondas 244

Raios infravermelhos 244

Luz visível 245

Raios ultravioleta 245

Raios X 245

Raios gama 246

**Atividades 248**

**CAPÍTULO 10**

**Luz 250**

Propriedades da luz visível 252

A luz e os objetos 254

**O tema é ...**

• O sono e a luz de alguns aparelhos eletrônicos 256

**Atividades 258**

Decomposição da luz visível 260

*Laser* 262

**Hora de investigar 264**

**Atividades 266**

Instrumentos ópticos 267

Espelhos 267

Formação de imagem em espelho plano 268

Lentes 269

Lente convergente 269

Lente divergente 270

**Atividades 271**

**O que eu estudei? 273**

**O que eu aprendi? 274**

**Projeto em ação**

• Cuidando do ambiente do bairro 278

**Glossário 283**

**Referências bibliográficas comentadas 288**



- Confira orientações para cada atividade dessa seção no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?** da primeira parte deste **Manual do professor**.

## O que eu já sei?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

2. a) Resposta: Espera-se que os alunos respondam que a água no estado líquido é essencial para a vida como a conhecemos. Assim, a presença de água pode ser um indicativo de vida, no caso, fora da Terra.

### 1. Analise a imagem a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância entre os astros. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: NASA. *Photojournal Home Page Graphic 2009 (Artist Concept)*. 7 jul. 2009. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/images/pia12114-photojournal-home-page-graphic-2009-artist-concept>. Acesso em: 11 maio 2022.

Representação de parte do Sistema Solar e alguns de seus astros.

Reproduza o quadro a seguir em uma folha de papel avulsa. Com base na imagem e em seus conhecimentos prévios, complete-o com as características e exemplos dos astros citados.

Astro do Sistema Solar	Característica(s)	Exemplo(s)
Estrela		
Planeta		
Satélite natural		

### 2. Leia o trecho de reportagem a seguir.

#### Além da Lua: onde mais há água no universo

*A Nasa anunciou a descoberta de água na Lua, mas o astro não é o primeiro do Sistema Solar além da Terra a ter água*

[...]

Pelo menos desde 2006, há evidências de água em estado líquido em Encélado, uma das luas do planeta Saturno. [...] Em 2019, outro estudo da Nasa fala sobre Encélado ter um oceano sob sua superfície gelada.

[...]

AGRELA, Lucas. Além da Lua: onde mais há água no universo. *Exame*, 26 out. 2020. Ciência. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/alem-da-lua-onde-mais-ha-agua-no-universo/>. Acesso em: 9 maio 2022.

a) De acordo com o trecho de reportagem, há evidência de água em estado líquido em outro astro, além da Terra, por que essa descoberta é importante?

1. Respostas: Estrela (característica) - tem luz própria; estrela (exemplo) - Sol; planeta (característica) - não apresenta luz própria e realiza órbita ao redor de uma estrela; planeta (exemplo) - Terra, Marte, Mercúrio, Vênus, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno; satélite natural (característica) - não apresenta luz própria e realiza órbita ao redor de um planeta; satélite natural (exemplo) - Lua.

b) Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de verificar a viabilidade de o ser humano colonizar outro planeta que não seja a Terra. De acordo com seus conhecimentos sobre a Terra e os seres vivos, faça uma lista com características que um possível planeta candidato a essa colonização deve ter. **2. b) Resposta nas orientações ao professor.**

**3. Analise as imagens a seguir.**

Imagens não proporcionais entre si.

**A.**



KIT SANANAN/SHUTTERSTOCK

Tigela com cubos de gelo.

**B.**



ANTON STARIKOV/SHUTTERSTOCK

Copo com água.

**C.**



OLEG DOROSHIN/SHUTTERSTOCK

Chaleira liberando vapor de água no ambiente.

a) Copie as afirmativas a seguir em uma folha de papel avulsa, substituindo os ■ e ▲ pelas palavras adequadas entre parênteses.

I) A água no estado físico ■ (sólido/líquido/gasoso) se caracteriza por não apresentar volume nem formato definidos, como mostrado na imagem ▲ (A/B/C). **3. a) I. Resposta: gasoso; C.**

II) A água no estado físico ■ (sólido/líquido/gasoso) se caracteriza por ter volume definido. No entanto, nesse estado, a água pode adquirir o formato do recipiente que a contém, como mostrado na imagem ▲ (A/B/C). **3. a) II. Resposta: líquido; B.**

III) A água no estado ■ (sólido/líquido/gasoso) se caracteriza por ter volume e forma definidos, como mostrado na imagem ▲ (A/B/C). **3. a) III. Resposta: sólido; A.**

b) Explique como é possível a água mudar de um estado físico para outro.

**4.** A fim de produzir pão, foram misturados os seguintes ingredientes: fermento, farinha, água, óleo, sal e açúcar. Após misturá-los, formou-se uma massa, que foi colocada na forma de pão e mantida em repouso por 3 horas. Após esse tempo, a massa havia crescido e o pão, aumentado de tamanho. A massa foi, então, colocada no forno para assar. Ao final, obteve-se um pão delicioso e fofinho.

**3. b) Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que as mudanças de estado físico da água são possíveis por meio do ganho ou da perda de calor para o ambiente, pois isso interfere no grau de agitação das moléculas e na ligação entre elas.

## Respostas

4. a) Espera-se que os alunos reconheçam que a produção de um pão envolve diversas transformações químicas. A mistura de ingredientes que dá origem à massa de pão é um exemplo de transformação química, pois a combinação dos ingredientes formou um produto com características diferentes dos materiais de partida. Além disso, o assar da massa envolve a transformação química dela e, conseqüentemente, dos ingredientes que a compõem.

6. a) Espera-se que os alunos reconheçam o azul, o verde e o vermelho como cores primárias, pois, quando misturadas, elas dão origem a novas cores, ou seja, não podem ser obtidas pela mistura de outras. Já as cores ciano, amarelo e magenta são consideradas secundárias, pois são obtidas pela mistura das cores primárias.

a) Explique com suas palavras se a situação descrita anteriormente envolve transformação física ou química. 4. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Liste os reagentes da transformação que você citou no item a.

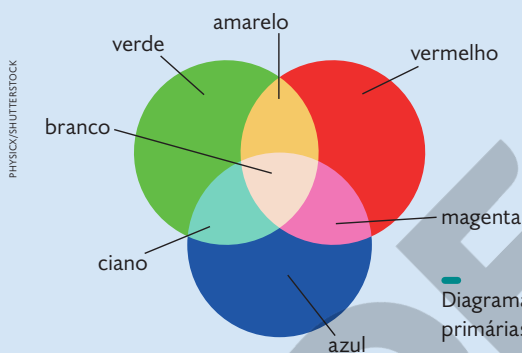
4. b) Resposta: fermento, farinha, água, óleo, sal e açúcar.

5. Copie a frase em uma folha de papel avulsa, completando-a corretamente. Para isso, substitua os símbolos pelas palavras adequadas apresentadas a seguir:

• ovócito • espermatozoide • zigoto • fecundação • genéticas

a) Durante a ■, o gameta masculino, chamado ▲, une-se ao gameta feminino, chamado ◆, para formar um novo ser humano. Esse ser humano em formação apresenta características tanto do pai quanto da mãe. Isso ocorre porque ele se desenvolve a partir do ◐, que contém as informações ● dos pais.

6. O diagrama a seguir apresenta as cores primárias e secundárias da luz.



Fonte de pesquisa: GRUPO BACCAN DE QUÍMICA ANALÍTICA. Teoria física sobre a luz, a cor e a visão. Disponível em: [https://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/teoria\\_cores.pdf](https://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/teoria_cores.pdf). Acesso em: 11 maio 2022.

Diagrama representando as cores primárias e secundárias da luz.

a) De acordo com o diagrama, quais cores da luz são primárias e quais são secundárias? Justifique sua resposta. 6. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Reescreva as sentenças a seguir substituindo os símbolos pela cor da luz correspondente ao resultado da mistura. 6. b) Resposta: I) luz magenta; II) luz amarela; III) luz ciano.

- I) Luz vermelha + luz azul = ■  
II) Luz vermelha + luz verde = ▲  
III) Luz verde + luz azul = ◆

c) Considere duas fontes de luz, uma vermelha e uma verde, incidindo sobre a mesma região de uma parede branca. De que cor enxergaríamos essa região da parede? Explique.

d) Cite duas situações do cotidiano nas quais são obtidas diferentes cores de luz com a mistura de cores primárias de luz. 6. d) Resposta: Os alunos podem citar monitores de computador, telas de televisores, telas de smartphones, entre outros dispositivos.

5. a) Durante a fecundação, o gameta masculino, chamado espermatozoide, une-se ao gameta feminino, chamado ovócito, para formar um novo ser humano. Esse ser humano em formação apresenta características tanto do pai quanto da mãe. Isso ocorre porque ele se desenvolve a partir do zigoto, que contém as informações genéticas dos pais.

PHYSIC/SHUTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



7. A foto a seguir apresenta um fóssil encontrado no Brasil. Analise-a e reflita sobre os fósseis.



Fóssil de crocodilo *Caipirasuchus mineirus* com cerca de 80 milhões de anos, exposto no Complexo Cultural e Científico de Peirópolis, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, no município de Uberaba, MG, em 2018.

a) Os fósseis são comumente encontrados associados a rochas sedimentares.  
7. a) Resposta: Verdadeira.

b) Os fósseis podem revelar informações como a idade aproximada da camada de rocha onde foram encontrados, algumas condições ambientais da época e como eram os seres vivos no passado.  
7. b) Resposta: Verdadeira.

c) Os fósseis são restos ou vestígios de seres vivos que existiram na Terra. Esses seres vivos, embora extintos, são exatamente iguais aos que existem hoje, pois as espécies se mantêm as mesmas desde a origem do planeta Terra.  
7. c) Resposta nas orientações ao professor.

8. Os calendários lunares têm como base o ciclo da Lua. Esse ciclo possibilitou a elaboração de calendários e também foi utilizado por diferentes povos para a orientação de atividades cotidianas, como a melhor época para pescar, plantar ou colher. A observação do céu e sua influência nas atividades e crenças humanas faz parte de diferentes culturas há muito tempo.

Em uma folha de papel avulsa, produza um breve texto expondo o que você sabe sobre as diferentes leituras do céu feitas em diferentes culturas e como essas observações influenciavam ou ainda influenciam a vida desses povos.

9. Os aparelhos apresentados nas fotos a seguir estão envolvidos na transmissão de sons e imagens. Analise-os. 9. Resposta nas orientações ao professor.



Televisor.



Celular *smartphone*.

Imagens não proporcionais entre si.

Em uma folha de papel avulsa, elabore um esquema explicativo, com textos e imagens, sobre como é feita a transmissão de som e imagem nesses aparelhos.

8. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito das diferentes leituras do céu feitas em diferentes culturas. Eles podem mencionar tanto as observações relacionadas às atividades cotidianas como as relacionadas a mitos e lendas.

7. c) Falsa. Espera-se que os alunos justifiquem suas respostas reconhecendo que os seres vivos extintos preservados em registros fósseis não são exatamente iguais aos existentes atualmente. Isso porque as espécies de seres vivos evoluem, ou seja, sofrem mudanças ao longo do tempo, que podem resultar na extinção de uma espécie ou no surgimento de outras, por exemplo.

9. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da transmissão de sons e imagens em aparelhos de comunicação. Além disso, objetiva-se levá-los a refletir sobre o funcionamento de um televisor e de um *smartphone*, dois aparelhos comuns no cotidiano de muitos adolescentes. Espera-se que os alunos incluam em seus esquemas informações que tratem da transmissão de sons e de imagens via ondas eletromagnéticas, que são utilizadas nos sistemas de comunicação via satélite e nas redes de internet sem fio (*Wi-Fi*), por exemplo. Nesses sistemas, som e imagem são convertidos em ondas eletromagnéticas, que podem ser enviadas e recebidas por transmissores e receptores no interior dos televisores e *smartphones*.

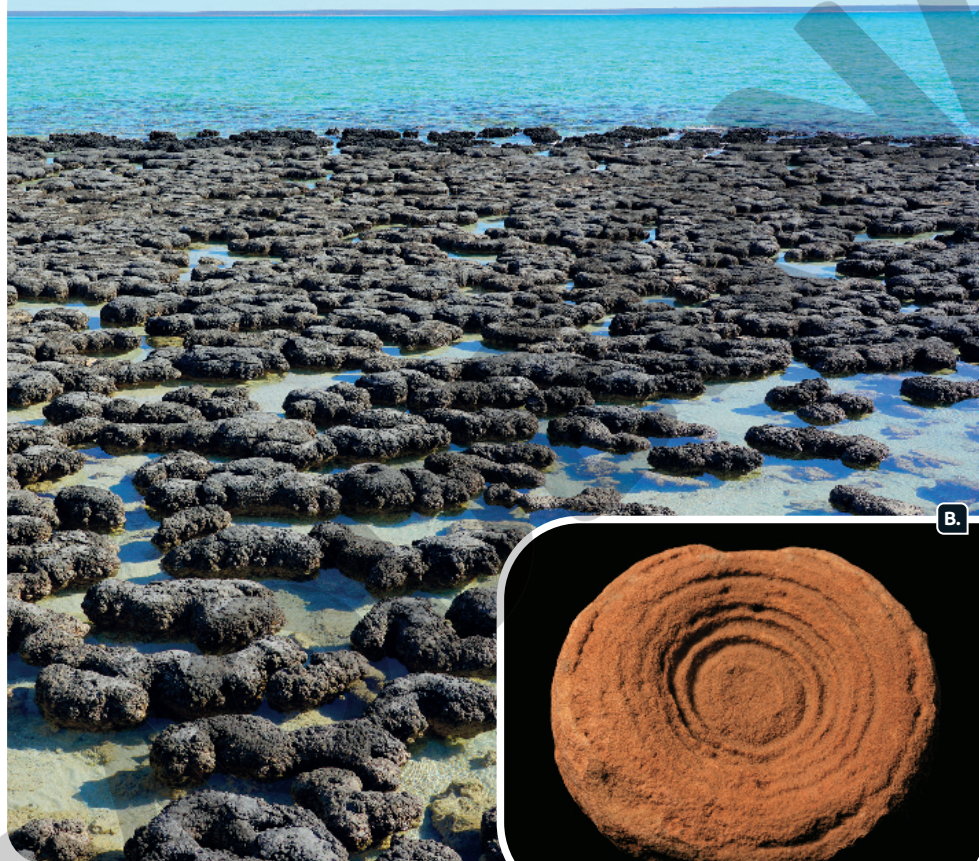
# 1 Universo e vida

• Ao analisar a imagem dos estromatólitos na baía de Shark Bay, comente com os alunos que essas estruturas, geralmente, apresentam formato colunar e são formadas por inúmeras camadas de seres vivos e sedimentos depositados ao longo de milhares de anos. O crescimento dessas estruturas é da ordem de milímetros ao ano, por isso, quanto maior o número de camadas, mais antigo o estromatólito. Os seres vivos presentes nos estromatólitos secretam carbonato de cálcio, que ajuda a cimentar as partículas de sedimento, resultando na formação de camadas.

Houve um momento do tempo geológico em que essas estruturas eram abundantes e encontradas em diversas regiões da Terra. Atualmente, porém, elas estão restritas à Austrália, mais especificamente à baía da foto. Comente com os alunos que o termo **baía** se refere a uma porção de mar envolta por terra.

• Explique aos alunos que compreender como o Universo e a vida surgiram são questões que intrigam os seres humanos há muito tempo e que diversos estudiosos se empenham e se dedicam a buscar respostas para esses questionamentos. Aproveite o momento e pergunte se eles também se interessam por essas questões e como imaginam que isso ocorreu.

A.



Estromatólitos na baía de Shark Bay, Austrália, em 2019.

B.



Fóssil de estromatólito do período Pré-Cambriano (4000 a 570 milhões de anos atrás), encontrado no Marrocos, África.

16

• Para auxiliar no trabalho com as questões 1 e 3 da próxima página, pergunte aos alunos se os seres vivos encontrados atualmente são exatamente iguais aos do passado. Pergunte a eles se já ouvi-

ram falar de seres que não existem mais, como os dinossauros. Retome também o conteúdo de registros fósseis, que mostram a diversidade de seres vivos em cada período geológico.



Você já pensou sobre qual é a origem de nós, seres humanos, e dos demais seres vivos? E qual é a origem do Universo? Essas são algumas das inúmeras questões feitas pelo ser humano. É essa curiosidade em questionar e compreender o passado, o presente e o futuro da vida na Terra que hoje nos permite conhecer grande parte dessa história.

Afinal, em que a ciência se baseia para elaborar explicações sobre a origem e a evolução dos seres vivos e do Universo? Os fósseis são uma importante ferramenta nesses estudos. Já o Universo é estudado, por exemplo, com equipamentos que registram imagens e coletam informações do espaço e de seus astros.

### Iniciando a conversa

Questões 1 a 3. Respostas nas orientações ao professor.

1. Graças ao estudo dos fósseis, hoje sabemos que os estromatólitos são formados há milhões de anos. Pesquise sobre o que são estromatólitos e a importância deles e dos fósseis para a compreensão da história da vida na Terra.
2. Compartilhe com os colegas o que você sabe a respeito da teoria do Big Bang.
3. Para você, o que significa dizer que os seres vivos evoluem?

### Agora vamos estudar...

- o método científico;
- o que são leis e teorias científicas;
- a origem do Universo na visão de diferentes culturas;
- a teoria do Big Bang;
- a formação e os componentes do Sistema Solar;
- os componentes do Universo;
- a evolução das estrelas;
- as condições necessárias à vida na Terra;
- a busca por vida em outros planetas;
- as teorias e hipóteses sobre a origem da vida na Terra.

17

• Converse com os alunos sobre a importância da **curiosidade** para o desenvolvimento da ciência. Essa competência socioemocional leva os cientistas a questionar o que está ao seu redor e a buscar respostas utilizando métodos científicos. Além de ressaltar a relevância da curiosidade, essa abordagem colabora para o desenvolvimento da **Competência geral 2** da BNCC.

### Metodologias ativas

Ao trabalhar a questão 1, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **sala de aula invertida**. Para isso, obtenha as orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que pesquisem informações sobre os estromatólitos e os fósseis e que levem as informações para a sala de aula, bem como possíveis dúvidas a respeito do tema. Depois, junto aos demais colegas, solicite-lhes que apresentem os dados e conversem sobre eles.

• O objetivo das questões 2 e 3 é que os alunos reflitam sobre o tema, levantando seus conhecimentos prévios. Verifique se eles conhecem as ideias fundamentais das teorias sobre a formação do Universo e da evolução das espécies.

### Respostas

**Questão 1.** Espera-se que os alunos respondam que os estromatólitos são estruturas formadas por colônias de cianobactérias (microrganismos fotossintetizantes). Estes são considerados os mais antigos vestígios de vida na Terra e continuam em formação nos dias atuais, sendo importante fonte de informações sobre a vida terrestre. Já os fósseis, por serem vestígios de seres vivos que não existem mais, ajudam-nos a entender a história da vida na Terra,

**Questão 3.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos relacionem a evolução com as mudanças que ocorrem nos seres vivos ao longo do tempo. Alguns deles podem comentar que essas mudanças permitem, por exemplo, o surgimento de novas espécies.

↙ a conhecer algumas dessas espécies extintas e as condições ambientais dos períodos em que viveram, colaborando para o estudo da evolução dos seres vivos atuais.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Os alunos podem comentar que a teoria do Big Bang expli-

ca a origem do Universo e afirma que de um único ponto toda a matéria e a energia existentes começaram a se expandir. Em seguida, por ação da gravidade, essa matéria formou aglomerados que originaram os diferentes astros do Universo, inclusive a Terra.



## Objetivos do capítulo

- Perceber a importância do método científico para o desenvolvimento do conhecimento científico.
- Localizar o Sistema Solar no Universo e suas características.
- Conhecer lendas relacionadas à origem do Universo.
- Conhecer a teoria do Big Bang.
- Conhecer a hipótese da nebulosa para a origem do Sistema Solar.
- Compreender as características de uma galáxia.
- Identificar as características de asteroides, cometas e meteoroides.
- Conhecer explicações mitológicas de diferentes culturas para a origem do Universo.
- Aprender sobre o processo de evolução das estrelas.

## Justificativas

Os conteúdos abordados neste capítulo são importantes para que os alunos conheçam o que é o método científico e como ele contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico. O trabalho com temas relacionados às explicações mitológicas e científicas sobre a formação do Universo e às características do Sistema Solar e dos corpos celestes colabora para que os alunos compreendam alguns fenômenos da natureza e como a ciência se desenvolve com os conhecimentos acumulados historicamente, além de incentivar o respeito a outras culturas.

- Ao abordar as questões 1 e 2, caso os alunos tenham dificuldades para reconhecer a investigação científica na situação apresentada, peça-lhes que listem, de forma objetiva, quais foram os possíveis problemas ao ligar a TV e as medidas para testar cada um deles.
- Na questão 3, caso os alunos não se recordem de alguma teoria, mencione alguns exemplos que eles possam conhecer.

## Respostas

**Questão 1.** Espera-se que os alunos citem que, inicialmente, um problema foi detectado – o fato de a TV não ligar. Posteriormente, formulou-se uma hipótese sobre o problema: a TV estar desconectada da rede elétrica. Na sequência, foi feita uma observação para testar a hipótese: o cabo de alimentação da TV estava conectado. Essa observação levou à

não aceitação da hipótese. Então, uma nova hipótese foi efetuada: a TV não liga, pois não há energia elétrica na casa. Por fim, o interruptor é acionado ou liga-se outro aparelho elétrico, que funciona. Assim como a primeira, a segunda hipótese foi refutada.

**Questão 2.** Os alunos podem responder que as ações do rapaz se referem a um conjunto

de procedimentos realizados para compreender um problema (ou fenômeno) e tentar resolvê-lo.

**Questão 3.** Resposta pessoal. Os alunos podem citar, por exemplo, a teoria celular, a teoria atômica, a teoria da evolução por seleção natural e a teoria sobre a deriva continental.

## CAPÍTULO

# 1 Alguns aspectos da Ciência e do Universo

O texto a seguir descreve uma situação cotidiana. Leia-o e responda às questões.

Você chega em casa, cansado da escola, faculdade ou trabalho, e decide ligar a televisão. Ao apertar o botão, no entanto, nada acontece. Imediatamente, começa a formular hipóteses que expliquem o porquê da TV não estar ligando.

Primeira hipótese: ela não está conectada à tomada. Você, então, observa o cabo de alimentação e vê que ele está em seu devido lugar. Assim, a primeira hipótese foi refutada.

Segunda hipótese: está faltando energia elétrica. Para testar sua nova proposição, você aperta o interruptor de luz ou tenta ligar algum aparelho elétrico. Você observa que não há problemas com a energia elétrica, e sua segunda hipótese também é refutada.

Parabéns! Você pode não ter descoberto o motivo da sua TV não estar funcionando, mas aplicou o método científico em uma situação do dia a dia bastante corriqueira.

[...]

O MÉTODO científico. *ProfiCiência*, 5 maio 2021. Disponível em: <http://www.proficiencia.org.br/2021/05/05/o-metodo-cientifico/>. Acesso em: 28 mar. 2022.

**Questão 1.** Descreva a sequência das ações citadas no texto.

*Questão 1. Resposta nas orientações ao professor.*

**Questão 2.** Como as ações do rapaz se relacionam com a investigação científica? Registre sua resposta no caderno.

*Questão 2. Resposta nas orientações ao professor.*

**Questão 3.** Cite o nome de pelo menos uma teoria científica que você conhece. *Questão 3. Resposta nas orientações ao professor.*

## Glossário

Toda vez que você encontrar essa indicação, procure o termo no glossário, que se encontra no final deste volume.

— Representação de pessoa tentando ligar o televisor utilizando o controle remoto.

FABIO EJI SIRASUMA/ARQUIVO DA EDITORA

## Método científico

Como você pôde perceber, mesmo as situações cotidianas podem ser investigadas. No meio científico, métodos e procedimentos podem auxiliar na investigação e no desenvolvimento de teorias, como a da origem do Universo e a da evolução dos seres vivos.

A elaboração e o teste de hipóteses são etapas bastante comuns no meio científico e podem ajudar no desenvolvimento do conhecimento científico. Além disso, elas podem fazer parte de um método científico, ou seja, de um conjunto de ações e procedimentos utilizados para desenvolver o estudo de um fenômeno ou objeto. Leia a seguir alguns dos procedimentos que compõem um método científico.

**Caracterização:** nesta etapa, a situação ou o problema a ser investigado é definido. Isso é necessário para que ele seja analisado de acordo com os conhecimentos científicos que temos.

Representação de pessoa tentando ligar o televisor utilizando o controle remoto.



ILUSTRAÇÕES: CAROL EIJ SBRASUNAY / ARQUIVO DA EDITORA

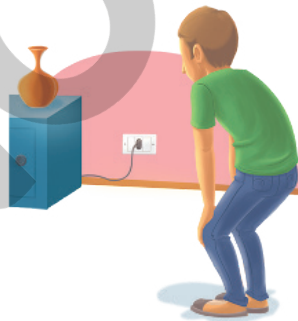
**Elaboração de hipóteses:** nesta etapa são levantadas suposições teóricas para explicar o problema proposto. Com base nas hipóteses, são feitas previsões e se planejam maneiras de como testá-las.

Representação de pessoa elaborando uma hipótese. Na situação representada, a hipótese é de o televisor não estar conectado à tomada.



**Teste de hipóteses:** nesta etapa são feitos testes, experiências e observações para verificar se as hipóteses elaboradas estão corretas.

Pessoa testando a hipótese ao realizar uma observação e verificar que o televisor está conectado à tomada.



19

• Explique aos alunos que a experimentação de apenas um investigador não garante a confiabilidade/credibilidade de uma investigação científica. Assim, é necessário que a comunidade científica analise os resultados.

### Atividade a mais

• Esclareça aos alunos que, em uma pesquisa experimental, o pesquisador pode intervir no ambiente investigado, alterando-o e analisando se sua intervenção produziu resultados que apoiam ou refutam suas hipóteses iniciais.

• Pergunte aos alunos se toda pesquisa científica necessita de experimentação. Espera-se que eles percebam que não. Explique-lhes que existem algumas pesquisas científicas em que o pesquisador não intervém no ambiente pesquisado, mas o observa, analisa, registra e relaciona os fatos. Para exemplificar, peça aos alunos que elaborem uma pesquisa com o objetivo de determinar os motivos que levaram os professores da escola a escolher a carreira docente. Para isso, oriente-os a elaborar um questionário a fim de entrevistar seus professores sobre a escolha de sua profissão. Sugira questões como:

- Por que se tornou professor?
- Você sempre gostou de ensinar?
- Por que escolheu a matéria que leciona?
- O que o motiva a continuar ministrando aulas?

• Peça aos alunos que registrem os resultados na forma textual ou por meio de tabelas ou gráficos.

• Oriente-os a analisar as respostas e a elaborar um texto que tente responder seu problema de pesquisa (a escolha da carreira docente).

• Solicite aos alunos que apresentem seus resultados e conclusões e que conversem sobre as diferenças e semelhanças em suas análises. Averigue se eles concluem que não foi necessário utilizar a experimentação, mas que se trata de uma pesquisa científica.

• Enfatize aos alunos que o conhecimento científico é baseado em evidências que podem ser descobertas e analisadas ao longo do tempo. Um exemplo disso é tudo o que sabemos atualmente sobre a sífilis, conhecida desde o século XV. Apesar de sua importância, parte da estrutura e do metabolismo da bactéria causadora dessa doença só foi identificada recentemente, graças aos avanços da ciência e da tecnologia. Portanto, o conhecimento sobre essa doença veio aumentando até os dias de hoje e, no futuro, mais informações a respeito dela podem ser descobertas. Dessa forma, esse exemplo permite mostrar aos alunos que a ciência, como construção humana, encontra-se em constante desenvolvimento – principalmente nos momentos de surgimento de novas tecnologias e métodos de pesquisa. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC. Ressalte que a ciência não trabalha em cima de verdades absolutas, mas de fatos e evidências, que podem ser testados por meio de métodos científicos controlados.

FABIO EJI SIRASUIMARQUINO DA EDITORA



**Análise:** nesta etapa, os resultados do teste de hipóteses são analisados e as hipóteses são revistas, a fim de verificar se elas se confirmaram ou não.

— Representação de pessoa analisando os resultados do teste de hipóteses ao evidenciar que não há falta de energia elétrica.

Com base nessa análise, ideias e conceitos podem ser estabelecidos ou novas hipóteses podem ser propostas. Nesse caso, novos testes possivelmente serão realizados.

A sequência de etapas descrita é uma maneira de construção do conhecimento científico. No entanto, há outras maneiras e métodos para realizar uma investigação científica.

MUSEUS REAIS DE GREENWICH, LONDRES, INGLATERRA



Alguns estudiosos, como o italiano Galileu Galilei (1564-1642), não se baseavam apenas em observações, mas também na experimentação e em representações matemáticas.

Com base nesse método, Galileu descreveu o movimento de queda dos corpos e a composição de movimentos. Esses estudos fundamentaram trabalhos posteriores, como os do inglês Isaac Newton (1643-1727), para explicar as causas de movimentos terrestres e celestes.

— *Retrato de Galileu Galilei, de Justus Sustermans.*  
Óleo sobre tela, 86,7 cm x 68,6 cm, entre 1636 e 1640.

Com base em observação e experimentação, os pesquisadores verificam os fatos científicos, ou seja, fazem constatações. Nesse contexto, é importante ressaltar que o método científico é uma construção humana e, portanto, não é isento de falhas e influências, como sociais e econômicas. Ou seja, os resultados podem ser questionados e, eventualmente, refutados.

## Leis e teorias científicas

Possivelmente, você já deve ter ouvido falar em leis e teorias científicas. Afinal, qual é a diferença entre elas?

Em geral, os cientistas procuram analisar várias situações a fim de verificar em quais delas os fatos se repetem. Por exemplo, no caso do televisor, além de verificar a tomada, a pessoa também analisou se não havia falta de energia elétrica. Outra possibilidade seria avaliar outros televisores do mesmo modelo, comparando o funcionamento deles, para ver se a falha de funcionamento também ocorria com os demais aparelhos.



Com base nas análises dos fatos, os cientistas podem propor uma explicação para os fenômenos. Quando essas explicações se concretizam e apresentam regularidade, são denominadas **leis científicas**.

Os estudos de Newton, por exemplo, reafirmaram o conceito de **inércia**, proposto anteriormente por Galileu. Isso resultou em uma das três leis do movimento de Newton, a chamada Lei da Inércia.

Em nosso dia a dia, dizer que algo é uma teoria significa que é algo especulativo. Já em Ciências da Natureza, **teoria** é o conjunto de conhecimentos utilizados na investigação de determinada área do conhecimento.

Uma teoria científica inclui hipóteses, leis, evidências, princípios e conceitos que permitem explicar os fatos e até mesmo prevê-los. Dessa maneira, a teoria científica é uma explicação com embasamento científico, exaustivamente testada, apoiada por diversos testes e aceita pela maior parte dos pesquisadores.

**Questão 4.** A teoria celular afirma que todo ser vivo é composto por uma ou mais células. Considerando-a, se disserem a você que foi observado um ser vivo ainda não estudado no fundo de um oceano, como você espera que ele seja constituído? Justifique sua resposta.

O conhecimento científico é dinâmico, ou seja, uma teoria científica não é uma verdade absoluta. Caso sejam encontrados fatos que contradigam uma determinada teoria, ela pode e deve ser questionada. No caso do ser vivo encontrado no fundo do oceano, se ele apresentar todas as características de um ser vivo, exceto a de ser composto de células, a teoria celular poderia ser questionada e, caso refutada, uma nova teoria que contemple esse novo fato poderia ser elaborada.

**Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que tal ser vivo é composto por célula(s). Isso é possível prever porque, de acordo com a teoria celular, aceita atualmente, todo ser vivo é formado por uma ou mais células.

## A origem do Universo

Como você estudou anteriormente, o ser humano questiona e investiga aquilo que está ao seu redor, inclusive o Universo e sua origem. Esse é um tema que desperta a curiosidade do ser humano há muito tempo. Por isso, vários povos criaram explicações sobre a origem e a evolução do Universo. Essas explicações são elaboradas com base nas crenças e conhecimentos desses povos, por exemplo.

saber onde e como obter alimentos. Era preciso definir também a época apropriada para cada uma das atividades de subsistência. Esse calendário era obtido pela leitura do céu. Há registros escritos sobre sua ligação com os astros desde a chegada dos europeus ao Brasil, mas é possível que se utilizassem desse conhecimento desde que deixaram de ser nômades.

[...]

A astronomia envolveu todos os aspectos da cultura indígena. O caráter prático dos seus conhecimentos pode ser reconhecido na organização social e em condutas cotidianas que eram orientadas por rituais cujas datas eram definidas pela posição dos astros.

[...]

AFONSO, Germano. Mitos e estações no céu tupi-guarani. *Scientific American Brasil*. Disponível em: [https://www.mat.uc.pt/mpt2013/files/tupi\\_guarani\\_GA.pdf](https://www.mat.uc.pt/mpt2013/files/tupi_guarani_GA.pdf). Acesso em: 14 jun. 2022.

### Glossário



Imagem de Isaac Newton publicada em uma enciclopédia, em 1962.

• Ao abordar as três Leis de Newton, especificamente a Lei da Inércia, caso considere pertinente e necessário, retome com os alunos o conceito de inércia e a definição da Primeira Lei de Newton. Este conteúdo é trabalhado no **7º ano**.

• Quando disser que o conhecimento científico é dinâmico, mencione aos alunos algumas teorias do passado que já foram refutadas, como a teoria da Terra plana, do geocentrismo, do átomo indivisível, da geração espontânea etc.

• Caso os alunos apresentem dificuldade para responder à questão 4, informe-os de que o enunciado desta questão não apresentou nenhuma característica do ser observado, tratando-se apenas de um ser vivo, portanto devemos nos basear apenas nessa informação e na teoria celular.

### Um texto a mais

• Leia o texto a seguir, sobre como a explicação dos fenômenos naturais em diversas culturas pode estar relacionada às crenças de cada população.

A observação do céu sempre esteve na base do conhecimento de todas as sociedades do passado, submetidas em conjunto ao desdobramento cíclico de fenômenos como o dia e a noite, as fases da Lua e as estações do ano. Os indígenas há muito perceberam que as atividades de caça, pesca, coleta e lavoura estão sujeitas a flutuações sazonais e procuraram desvendar os fascinantes mecanismos que regem esses processos cósmicos, para utilizá-los em favor da sobrevivência da comunidade.

Diferentes entre si, os grupos indígenas tiveram em comum a necessidade de sistematizar o acesso a um rico e variado ecossistema de que sempre se consideraram parte. Mas não bastava

- Comente com os alunos que a língua nheengatu pertence à família linguística tupi-guarani. Esse idioma permaneceu na comunicação cotidiana de colonizadores, pessoas escravizadas, colonos e indígenas, até que foi proibida pela Coroa portuguesa no século XVIII. Por um período de 200 anos, essa língua foi a mais falada no Brasil. Atualmente, o nheengatu ainda é falado na região do Amazonas.

- O estudo da lenda desta página permite a abordagem da habilidade **EF09CI15** da BNCC, pois discute diferentes leituras sobre o céu em culturas distintas, além de contribuir para o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural e Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas culturais brasileiras**.

- A questão 5 explora a interpretação da lenda indígena apresentada. Peça aos alunos que compartilhem o que entenderam sobre ela. Caso eles tenham dificuldade para localizar as informações sobre a formação do Universo, peça-lhes que leiam novamente, buscando identificar os trechos que mencionam componentes do ambiente.

## Resposta

**Questão 5.** Espera-se que os alunos respondam que, de acordo com a lenda, o Universo se formou quando Tupana desceu no meio de uma grande ventania e, ao encostar na água, surgiu uma pequena porção de terra na qual ela pisou. Posteriormente, o Sol apareceu e derreteu a pele de Tupana, que se estendeu por cima da água e formou uma grande porção de terra.

- Ressalte aos alunos que os pensamentos e as tradições dos diferentes povos devem ser **respeitados**, pois eles representam parte da cultura de cada uma dessas civilizações.

Leia a seguir uma lenda contada pelos indígenas falantes da língua nheengatu sobre a origem do mundo.

No princípio, contam, havia só água, céu.

Tudo era vazio, tudo noite grande.

Um dia, contam, Tupana desceu de cima no meio de vento grande, quando já queria encostar na água saiu do fundo uma terra pequena, pisou nela.

Nesse momento Sol apareceu no tronco do céu, Tupana olhou para ele. Quando Sol chegou no meio do céu seu calor rachou a pele de Tupana, a pele de Tupana começou logo a escorregar pelas pernas dele abaixo. Quando Sol ia desaparecer para o outro lado do céu a pele de Tupana caiu do corpo dele, estendeu-se por cima da água para já ficar terra grande.

No outro Sol [no dia seguinte] já havia terra, ainda não havia gente.

Quando Sol chegou no meio do céu Tupana pegou em uma mão cheia de terra, amassou-a bem, depois fez uma figura de gente, soprou-lhe no nariz, deixou no chão. Essa figura de gente começou a engatinhar, não comia, não chorava, rolava à toa pelo chão. Ela foi crescendo, ficou grande como Tupana, ainda não sabia falar.

Tupana, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupana soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. [...]

MARTINS, Roberto de Andrade. *O universo: teorias sobre sua origem e evolução*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012. p. 5-6.



Representação de Tupana modelando a massa da Terra.

**Questão 5.** De acordo com a lenda, como o Universo se formou?

*Questão 5. Resposta nas orientações ao professor.*

Não é só a Ciência que busca explicar e compreender o que nos rodeia. Diferentes povos, influenciados por crenças e tradições, também elaboram as próprias explicações para a origem do Universo e para outros fenômenos naturais.

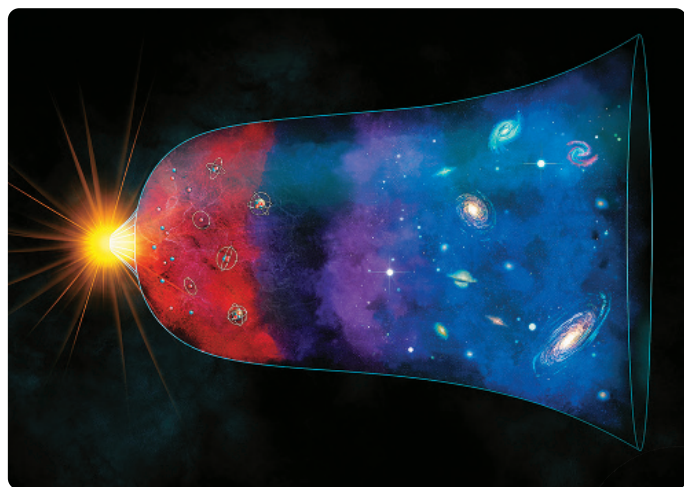
O **respeito** está relacionado ao agir de maneira correta com o próximo, compreendendo e respeitando as diferentes tradições, crenças, pensamentos, direitos e sentimentos. Ao respeitar as diferenças, somos capazes de compreender e acolher direitos, crenças e tradições diferentes dos nossos. É importante respeitar as crenças e culturas de cada povo.

A ciência busca analisar fatos e, com base neles, propor explicações para os fenômenos. Apesar disso, ela não é isenta de influências da época em que ocorre. Por isso, ao longo do tempo, foram propostas diferentes teorias científicas sobre o Universo, sua formação e evolução. A seguir, estudaremos a teoria científica mais aceita atualmente para explicar a origem e a evolução do Universo.

## Teoria do Big Bang

O Universo é composto, por exemplo, por galáxias, estrelas, planetas, satélites naturais, poeira, gases, pelo espaço entre os astros, pela energia e por tudo o que é composto por matéria, que, por sua vez, é composta por átomos.

Para compreender a origem do Universo, os cientistas estudam não apenas os astros, mas também os elementos químicos e as interações da matéria. Com base em observações e estudos como esses, foi proposta a teoria do Big Bang. Analise a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da evolução do Universo de acordo com a teoria do Big Bang. Nessa imagem, o lado esquerdo representa o instante do Big Bang, há aproximadamente 14 bilhões de anos, e o lado direito da imagem corresponde à atualidade.

De acordo com a teoria do Big Bang, inicialmente, toda matéria e energia se encontravam em um estado infinitamente denso. Por volta de 14 bilhões de anos atrás, iniciou-se uma rápida expansão, caracterizando o Big Bang. Após esse evento, a matéria começou a se organizar, dando origem a tudo o que existe no Universo. Aliás, de acordo com essa teoria, o Universo continua se expandindo.

Fonte de pesquisa: O UNIVERSO como um todo. Cosmologia. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/univ/#MAP>. Acesso em: 28 mar. 2022.

### Glossário

Para o meio científico, os principais fatos que o Big Bang tenta explicar são a expansão do Universo, a origem dos elementos químicos e a radiação cósmica de fundo.

### Atividade a mais

- Depois de trabalhar a representação da evolução do Universo segundo a teoria do Big Bang, distribua cartolina e tintas guache aos alunos e peça-lhes que elaborem uma pintura sobre a origem do Universo com base nessa teoria. Solicite a eles que produzam uma sequência cronológica do que teria acontecido até que a Terra fosse finalmente formada. Trata-se de uma maneira de exercitar o senso estético e a criatividade dos alunos, o que permite uma relação com a **Competência geral 3** da BNCC.

- Informe aos alunos que existe outra teoria de origem do Universo chamada Big Bounce, segundo a qual ele teria se originado após o colapso de um Universo anterior. Ela defende que a expansão do Universo acontece há mais tempo do que o previsto pelo Big Bang e continua ocorrendo. Porém, enfatize que, ainda hoje, a teoria mais aceita é a do Big Bang.

- Esta abordagem permite mostrar aos alunos que a ciência se encontra em contínuo desenvolvimento, contribuindo para o trabalho com a **Competência geral 1** da BNCC. Explique-lhes que uma nova teoria pode se incorporar a uma teoria anterior ou refutá-la completamente.

- Se necessário, retome o conceito de densidade com os alunos, lembrando que ela é a razão entre a massa e o volume de um corpo.



• O breve histórico sobre a descoberta da radiação cósmica de fundo é uma oportunidade de trabalhar noções de **práticas de pesquisa**. Peça que os alunos realizem uma pesquisa sobre os fatos e descobertas que levaram ao desenvolvimento da teoria do Big Bang. Dessa maneira, eles terão contato com elementos da História das Ciências e compreenderão as Ciências da Natureza como empreendimento humano e construído historicamente, desenvolvendo a **Competência geral 1** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC.

• Comente com os alunos sobre Marcelle Soares-Santos, que é astrofísica e professora na Universidade Brandeis, em Boston. Diga-lhes que ela foi premiada com uma bolsa da Fundação Alfred P. Sloan para realizar suas pesquisas. Esse é um reconhecimento importante e promissor, pois 47 dos cientistas que receberam a Bolsa Sloan a partir de 1955 foram laureados com o prêmio Nobel.

Marcelle é bacharel em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), fez mestrado e doutorado na área de Astronomia e Cosmografia pela Universidade de São Paulo (USP), concluindo o doutorado em 2010. Suas pesquisas foram sobre ondas gravitacionais e aglomerados de galáxias.

Mais informações sobre Marcelle Soares-Santos podem ser obtidas no *link* indicado a seguir. Disponível em: <https://museucatavento.org.br/mulheres-na-ciencia/marcelle-soares-santos/FOLDER.pdf>. Acesso em: 14 jun. de 2022.

Ao observar o Universo e investigar as distâncias das galáxias em relação à Terra, os astrônomos estadunidenses Edwin Hubble (1889-1953) e Milton Humason (1891-1972) constataram que elas estão se afastando umas das outras e da Terra. Isso sugere que o Universo está em expansão. Supõe-se que ela ocorra em relação ao estado inicial infinitamente denso, do qual teria ocorrido o Big Bang.

Para compreendermos o que é a radiação cósmica de fundo, vamos conhecer um pouco da história de sua descoberta.

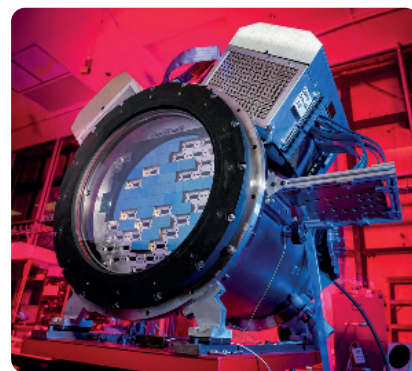
Em 1964, o astrofísico alemão Arno Allan Penzias (1933-) e o astrônomo estadunidense Robert Woodrow Wilson (1936-) perceberam chiados em seus estudos com ondas de rádio. Eles tentaram eliminá-los, reposicionando a antena que utilizavam ou retirando possíveis interferências. Porém, não obtiveram sucesso. Após vários testes, eles perceberam que sempre existia uma pequena interferência com o mesmo comprimento de onda.

Na mesma época, o astrofísico estadunidense Robert Henry Dicke (1916-1997), o astrofísico canadense Phillip James Edwin Peebles (1935-) e o astrofísico britânico David Todd Wilkinson (1935-2002) chegaram à conclusão de que os ruídos percebidos por Penzias e Wilson eram, na verdade, a radiação cósmica de fundo.

Atualmente, sabe-se que o Universo está em expansão acelerada. Uma das cientistas que realiza estudos para tentar descobrir por que isso está acontecendo é a astrofísica brasileira Marcelle Soares-Santos (1983-). Ela é uma das líderes do projeto *Dark Energy Survey* (em português, Levantamento sobre Energia Escura), que usa dados de observações de galáxias e estrelas distantes para tentar compreender a expansão acelerada do Universo. Marcelle também participou da construção de equipamentos desse projeto, como a câmera do telescópio utilizado nesses estudos.



Arno A. Penzias (à esquerda) e Robert W. Wilson (à direita), em 1978. Nessa imagem, eles estão em frente à antena com a qual detectaram a radiação cósmica de fundo.



Câmera do telescópio utilizado pelo projeto *Dark Energy Survey*.

## Astronomia indígena brasileira

A observação do céu noturno é uma atividade realizada por diferentes povos, como os indígenas brasileiros. Essas observações são realizadas com diferentes finalidades, como identificação das estações do ano e de condições climáticas. Essas informações, por sua vez, ajudam a organizar atividades cotidianas, como pesca, caça, plantio e colheita.

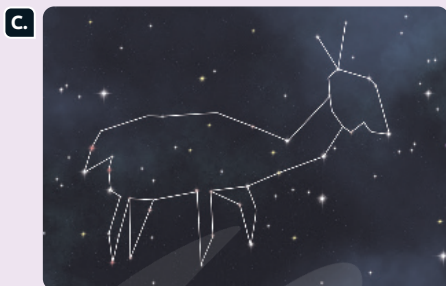
O posicionamento aparente das estrelas que formam uma constelação possibilita identificar algumas figuras. Diversos povos indígenas têm um modo particular de interpretar essas figuras, identificando itens próprios de sua cultura. Confira a seguir alguns exemplos da visão dos indígenas Guarani para algumas constelações.



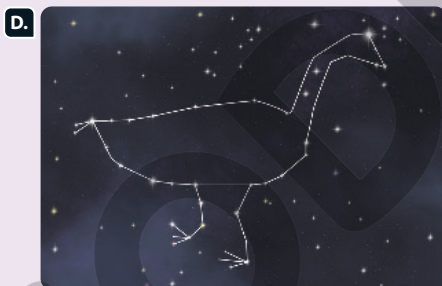
Representação da constelação da Anta do Norte.



Representação da constelação do Homem velho.



Representação da constelação do Cervo.



Representação da constelação da Ema.

### Dica!

Nessas imagens, as linhas foram inseridas para auxiliar na identificação das figuras aparentes.

a) Em sua opinião, qual é a importância do conhecimento dos povos indígenas sobre as estrelas e constelações para a sociedade atual?

Questão a. Resposta nas orientações ao professor.

## Atividade a mais

• Se julgar interessante, consulte o artigo a seguir para identificar os astros que fazem parte das constelações observadas pelos indígenas e peça aos alunos que as localizem no céu utilizando algum aplicativo de visualização do céu para auxiliá-los.

AFONSO, Bruno Germano. As Constelações Indígenas Brasileiras. *Observatórios Virtuais*. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

• O objetivo da questão a é levar os alunos a refletir sobre a importância dos conhecimentos construídos por esses povos, esses conhecimentos ajudam a orientar suas atividades.

## Resposta

**Questão a.** Espera-se que os alunos respondam que esses conhecimentos são importantes para a história e para a ciência, pois foram um dos primeiros povos que observaram e se utilizaram da observação das estrelas e constelações para organizar suas atividades.

• Na atividade 1, se necessário, identifique previamente alguns componentes de um veículo. Esta atividade permite empregar o **pensamento computacional** em sua solução, pois os alunos podem dividir os tipos de problemas passíveis de acontecer, como problemas elétricos, mecânicos e falta de combustível. No reconhecimento de padrões, os alunos podem reconhecer os efeitos associados a cada tipo de problema que impede um carro de funcionar.

### Metodologias ativas

Na atividade 2, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **experimentação**. Para isso, obtenha indicações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual.

• O trabalho com a atividade 3 tem o objetivo de fazer os alunos apresentarem o conhecimento que adquiriram sobre o Big Bang e relacioná-lo a explicações não científicas de outras culturas. Se possível, estabeleça uma integração com o componente curricular de **História**, abordando a importância da mitologia para os egípcios.

### Respostas

1. Os alunos poderão elencar hipóteses como falta de combustível; problemas no motor; a bateria ter descarregado etc. Os testes de hipóteses podem se basear na verificação do nível de combustível, das peças do motor, da bateria etc. Por fim, a análise consistiria em concluir onde está o problema.

2. a) Espera-se que os alunos reconheçam que o problema é a presença do bolor no pão. Já as hipóteses são que a temperatura e a umidade podem favorecer o desenvolvimento do bolor do pão ou são indiferentes para o seu aparecimento.

b) Os alunos podem citar o teste das hipóteses por meio de experimentos e observações a fim de confirmá-las ou refutá-las.

c) Os alunos podem citar que hipótese é uma suposição teórica para

Atividades

Faça as atividades no caderno.

3. a) Resposta: De acordo com a tradição dos egípcios antigos, Rá representa o Sol, e, sob seus raios de luz, surgiu tudo o que existe, como o Universo, seus astros e a humanidade.

- Imagine que você esteja com sua família em uma viagem de carro e, de repente, ele pare de funcionar. Descreva como você poderia resolver essa situação utilizando o que aprendeu sobre as etapas da investigação científica.  
1. Resposta nas orientações ao professor.
- Análise a situação apresentada a seguir.  
Carlos acordou cedo para preparar o café da manhã de seu filho João e levá-lo à escola. Quando foi fazer um sanduíche, ele abriu o saco de pão francês comprado na padaria há três dias e percebeu que os pães estavam com bolor. Carlos constatou que os pães ficaram guardados em um saco de papel fechado. Ele também se lembrou de que nos últimos dias o calor e a chuva tinham sido intensos. Intrigado com o acontecido, Carlos se questionou sobre a possível razão de o pão estar com bolor e se a temperatura e a umidade estavam relacionadas com isso. Para evitar problemas de saúde, ele não permitiu que seu filho comesse os pães.
  - Identifique na situação descrita qual é o problema e quais são as possíveis hipóteses para ele. 2. a) Resposta nas orientações ao professor.
  - Cite outras etapas que podem fazer parte dos métodos científicos, além das citadas no item a. 2. b) Resposta nas orientações ao professor.
  - Junte-se a um colega e pesquisem sobre o que é uma hipótese, um fato, uma lei e uma teoria científica. Em seguida, elaborem uma explicação diferenciando-os. 2. c) Resposta nas orientações ao professor.
- A imagem a seguir representa o deus egípcio Rá.
  - Pesquise sobre a relação do deus egípcio Rá e a criação do Universo.
  - Pesquise e cite outra explicação não científica sobre a origem do Universo.
  - Explique, com suas palavras, a teoria do Big Bang, descrevendo dois fatos atuais que buscam ser explicados por ela. 3. c) Resposta nas orientações ao professor.3. b) Resposta pessoal. Os alunos poderão citar a explicação da tradição judaico-cristã, dos povos indígenas, dos antigos gregos e romanos, dos povos da Mesopotâmia, dos hindus, entre outros.

Escultura de Rá, o deus Sol, em El Giza, Egito. Imagem capturada em 2018.

26

um problema. Já o fato científico é uma constatação feita com base na observação de testes ou de experimentos. Lei científica, por sua vez, é a descrição de fenômenos que têm regularidade. Por fim, a teoria é o conjunto de conhecimentos utilizados na investigação de determinada área, abarcando hipóteses, evidências, leis, princípios e conceitos.

3. c) Os alunos podem explicar que a teoria do Big Bang propõe que toda matéria e energia do Universo estavam concentradas em um estado muito denso e se expandiu drasticamente. Duas evidências que podem ser mencionadas são a expansão do Universo e a presença da radiação remanescente.



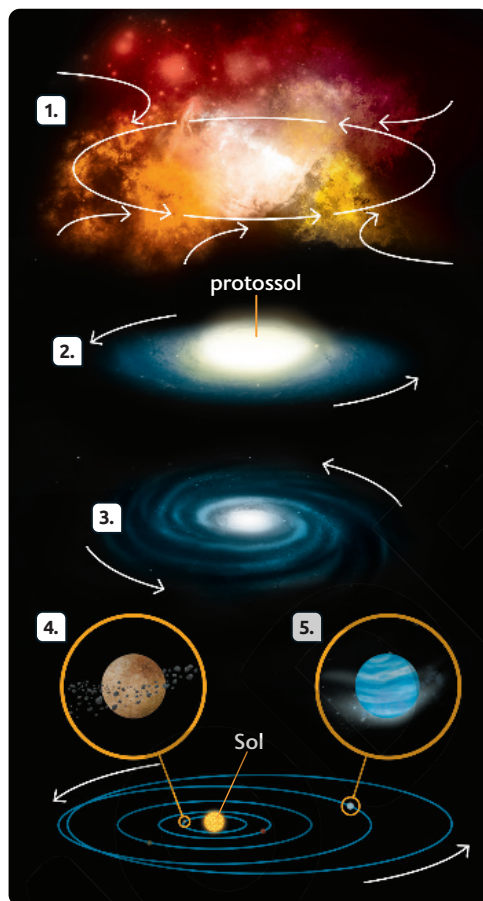
## A formação do Sistema Solar

Como você estudou anteriormente, após o Big Bang, iniciou-se a formação dos diferentes componentes do Universo. Entre eles, o Sistema Solar e seus astros.

A formação desse sistema planetário é explicada por meio da chamada **hipótese da nebulosa**, que associa essa formação a uma nebulosa. Leia a seguir. **Glossário**

1. No início, a matéria da qual a nebulosa é composta começou a girar lentamente, devido à força de atração entre suas partículas, chamada gravidade. Na imagem, as setas que formam um círculo em torno da massa central indicam a direção do movimento. Já as que apontam em direção à nebulosa indicam a **acrecção** de matéria.
2. Devido à gravidade, a matéria começou a deslocar-se para o centro, onde se acumulou, dando origem ao chamado protossol. À medida que a matéria foi se acumulando no centro, o protossol foi se tornando mais denso e quente.
3. A maior parte da matéria concentrou-se no protossol, que, posteriormente, deu origem ao Sol. O restante da matéria, como poeira e gás, continuou a girar ao redor do protossol. Ao colidirem, essas partículas de poeira formaram pequenos blocos.
4. Os planetas rochosos teriam se formado da colisão desses pequenos blocos que, com o tempo, foram se agregando. Além disso, devido à gravidade, esses planetas em formação foram atraindo cada vez mais blocos pequenos.
5. Durante a formação dos planetas gasosos, além dos blocos de partículas, eles teriam atraído parte dos gases, o que explicaria sua composição gasosa.

**acrecção:** nesse contexto, refere-se ao processo em que um astro atrai matéria, acrescentando-a e aumentando sua massa.



Representação da hipótese da nebulosa.

Fonte de pesquisa: PRESS, Frank et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 28.

Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância entre os astros. Cores-fantasia.

- Explique aos alunos que a teoria apresentada nesta coleção é a mais aceita atualmente. Mostre a eles que já existiram outras sobre a origem do Sistema Solar. As primeiras teorias sobre o tema foram propostas pelo filósofo francês René Descartes (1596-1650) no século XVII, que defendia a contração iniciada por uma nebulosa. Essa teoria foi modificada pelo filósofo prussiano Immanuel Kant (1724-1804) e pelo astrônomo e matemático francês Pierre-Simon Laplace (1749-1827). Esclareça aos alunos que Kant acreditava que o Sistema Solar poderia ter se originado da rotação de uma nuvem de gases (oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e hélio) e poeira fina (ferro, ouro e urânio), segundo uma teoria conhecida como a Hipótese nebular (antiga).

• Explique aos alunos que as teorias heliocêntrica e geocêntrica se baseavam nos conhecimentos e nas observações da época em que foram elaboradas. Assim, os estudiosos desse período formularam suas teorias com base nas percepções da época e em suas crenças, e, conforme a ciência e a tecnologia evoluíram, as pesquisas científicas foram aprimoradas e o conhecimento ampliado. Enfatize que a ciência continua em constante desenvolvimento. Esta abordagem contribui para o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC.

• Comente com os alunos que, devido ao desenvolvimento de recursos tecnológicos, atualmente, temos contínuas descobertas científicas na Astronomia. Um exemplo disso é a quantidade de mais de 5 mil planetas identificados fora do Sistema Solar, conhecidos como exoplanetas.

Para o meio científico, o estudo das nebulosas forneceu evidências sobre a formação do Sol e do Sistema Solar. Durante esses estudos, astrônomos detectaram que nebulosas são compostas principalmente por hidrogênio (H) e hélio (He), os principais elementos químicos do Sol. Além disso, elas são constituídas por partículas de poeira com composição química semelhante àquela que forma os planetas.

A hipótese da nebulosa também consegue explicar satisfatoriamente as características dos planetas rochosos e gasosos, que estudaremos com mais detalhes ainda neste capítulo.

Professor, professora: Os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das substâncias serão apresentadas na primeira ocorrência, por capítulo.

### Teoria geocêntrica e teoria heliocêntrica

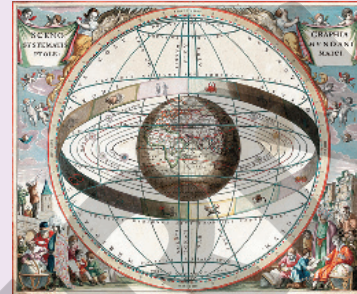
Ao longo do tempo, os seres humanos discutiram e apresentaram teorias sobre o Sistema Solar e sua organização. Entre elas, destacam-se a geocêntrica e a heliocêntrica.

Na teoria geocêntrica, considerou-se que a Terra estava no centro do Universo e os demais planetas se moviam em uma órbita circular ao redor dela. As estrelas estariam posicionadas em torno dos planetas.

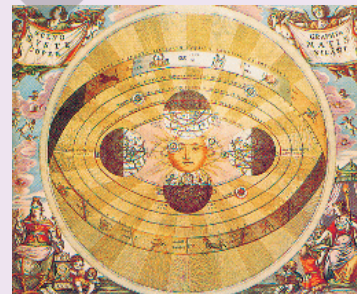
Essa teoria predominou no meio científico por, aproximadamente, 1500 anos. Ela era defendida por diferentes estudiosos, como os gregos Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) e Ptolomeu (90 d.C.-168 d.C.).

A teoria heliocêntrica foi publicada em 1543, no livro do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Essa teoria defendeu a ideia, que também foi proposta pelo estudioso grego Aristarco (310 a.C.-230 a.C.) de que o Sol estava no centro do Sistema Solar. De acordo com ela, a Terra e os demais planetas giravam em torno do Sol, em órbitas.

Professor, professora: Ao finalizar a explicação das teorias geocêntrica e heliocêntrica, comente com os alunos que, por volta de 1610, Galileu Galilei utilizou uma luneta e observou quatro satélites naturais de Júpiter. Com isso, ele notou a existência de astros que não giravam ao redor da Terra. Esse fato reforçou a teoria heliocêntrica e contribuiu para que a teoria geocêntrica perdesse sua credibilidade.



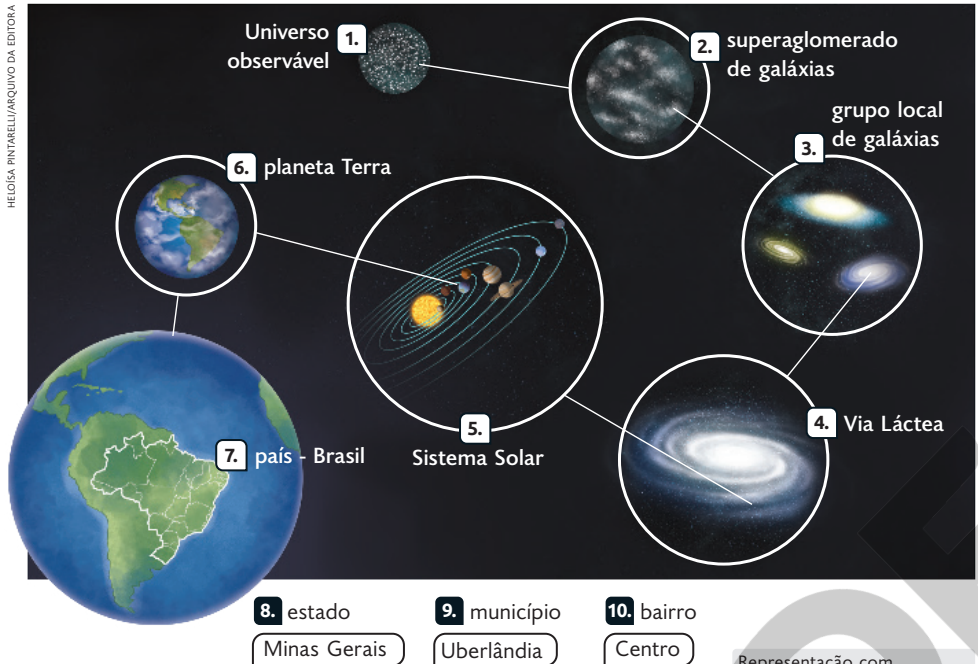
Gravura do cosmógrafo alemão/holandês Andreas Cellarius (1596-1665), publicada no *Atlas Harmonia Macrocosmica*, entre 1660 e 1661. Nessa imagem, está representado o sistema geocêntrico, com a Terra ocupando posição central no sistema.



Gravura de Andreas Cellarius, publicada no *Atlas Harmonia Macrocosmica*, em 1708. Nessa imagem está representado o sistema heliocêntrico, com o Sol na região central do sistema e os planetas ao seu redor.

# Universo e Sistema Solar

Muitas vezes, quando nos perguntam “Qual é o seu endereço?”, nos limitamos a dizer o nome da rua em que moramos e o número da residência, por exemplo. E se a pergunta for: “Qual é o seu ‘endereço’ no Universo?”? Para ajudar você a responder a essa questão, verifique a imagem a seguir.



Representação da localização de uma residência localizada no centro do município de Uberlândia, MG, considerando dimensões astronômicas e locais.

Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância entre os astros. Cores-fantasia.

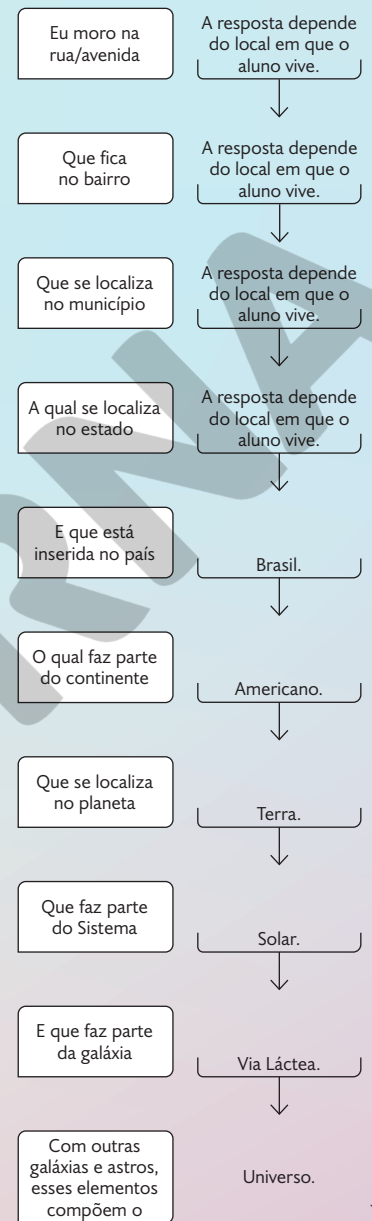
Fonte de pesquisa: OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima O. A escala do Universo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/escala/escala.htm>. Acesso em: 2 ago. 2022.

**Questão 6.** Em seu caderno, faça um esquema semelhante ao apresentado anteriormente, representando o seu “endereço” no Universo.

Como você pode perceber no esquema, a Terra é apenas uma ínfima porção de um Universo imenso. Estudar essa imensidão, seus astros e os fenômenos que se relacionam a eles é o objetivo da **Astronomia**. Essa ciência nos permite não apenas conhecer melhor o Universo e seus astros, como também compreender fenômenos que observamos na Terra, como as estações do ano, a duração do dia e da noite e os eclipses.

**Questão 6. Resposta pessoal.** Espera-se que os alunos façam um esquema que apresente Universo observável → superaglomerado de galáxias → grupo local de galáxias → Via Láctea → Sistema Solar → planeta Terra → Brasil → estado → município → bairro. Os alunos também podem completar com o nome da rua e o número da residência, por exemplo.

• Para auxiliar os alunos na questão 6, faça cópias do diagrama a seguir e distribua para eles, orientando-os a preenchê-lo.





• O conteúdo das páginas 29 a 41 favorece o desenvolvimento da habilidade EF09CI14 da BNCC, pois aborda a composição e a estrutura do Sistema Solar, bem como sua localização na galáxia e no Universo.

• Ao abordar o conceito de ano-luz, apresente aos alunos o site indicado a seguir. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/adaptacoes-de-medidas-o-que-e-o-ano-luz/>. Acesso em: 23 jul. 2022.

Ele também aborda os conceitos de minutos-luz e segundos-luz. Após a leitura pergunte a eles por que consideram que não é adequado utilizar o sistema de medidas convencional para distâncias quando pensamos em corpos celestes.

• Informe aos alunos que a Via Láctea tem diâmetro de aproximadamente 100 000 anos-luz, e sua espessura tem cerca de 16 000 anos-luz.

• Ao trabalhar a imagem da Próxima Centauri obtida pelo telescópio Hubble, diga aos alunos que esse telescópio se encontra a uma distância de aproximadamente 600 km de altura da superfície da Terra. Considerando a dimensão da distância em anos-luz, a distância do Telescópio Hubble até a superfície terrestre é quase insignificante. Por isso, considera-se que a luz captada pelo telescópio foi emitida há aproximadamente 4,2 anos.

## Galáxias

Professor, professora: Ao comentar sobre a Via Láctea, explique que esse nome significa "caminho de leite" devido a sua aparência leitosa.

As galáxias são grandes agrupamentos de estrelas que podem apresentar diferentes formatos e tamanhos. Além de estrelas, as galáxias são formadas por outros astros, poeira e gás.

Estima-se que existam bilhões de galáxias no Universo. Uma delas é a Via Láctea, onde se encontra o Sistema Solar. Ao observar o céu noturno, da superfície da Terra, é possível ver parte dessa galáxia, semelhante a uma faixa luminosa esbranquiçada e com aparência leitosa. Analise as imagens a seguir.

ACHRAF LAZRA/SHUTTERSTOCK



Parte da Via Láctea observada no céu noturno em Agoudal, Marrocos, em 2021.

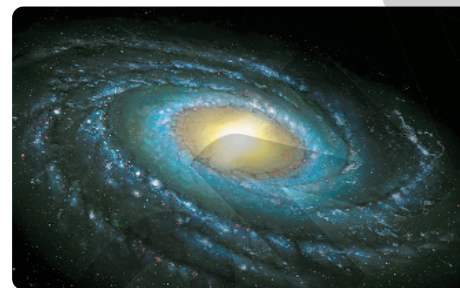


Imagem da Via Láctea no espaço, produzida em computador com base em informações e estudos sobre essa galáxia.

### Ano-luz

Os estudos de Astronomia envolvem distâncias tão grandes que se torna inconveniente utilizar o quilômetro como unidade de medida, por exemplo. Por isso, os astrônomos desenvolveram uma unidade de medida especial, conhecida como ano-luz.

Essa unidade de medida equivale à distância que a luz percorre em um ano, no vácuo. Nessa condição, a luz percorre, aproximadamente, 300 000 quilômetros em um segundo. Em um ano, esse valor equivale a 9,5 trilhões de quilômetros.

Depois do Sol, a estrela mais próxima da Terra é a Próxima Centauri, que se encontra a uma distância aproximada de 4,2 anos-luz da Terra. Assim, a luz captada pela câmera do telescópio Hubble, para obter a imagem dessa estrela, foi emitida por ela há, aproximadamente, 4,2 anos.



Imagem da Próxima Centauri obtida pelo telescópio Hubble.

**Vácuo:** em Astronomia, refere-se a uma região do espaço que não contém matéria.

MARK CARLUCCI/ESA/FOTONIEVA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ESA/HUBBLE/NASA

## Asteroides, cometas e meteoroides

Possivelmente, você já deve ter ouvido os termos **asteroide**, **cometa** e **meteoroides**. Afinal, o que são esses corpos celestes e qual é a diferença entre eles?

Os **asteroides** são corpos celestes rochosos que giram ao redor do Sol e apresentam formatos irregulares, com dimensões que variam em torno de 1000 km de diâmetro. Já os **cometas** são corpos celestes menores, em órbita ao redor do Sol, constituídos principalmente por gelo e poeira.



Cometa Halley: aproximadamente 11 km de diâmetro quando próximo da Terra.

Cometa Halley em sua última aparição, no dia 12 de março de 1986. A imagem foi obtida por um telescópio.

O **núcleo** (1) dos cometas é rochoso e contém materiais congelados e grãos de material rochoso. Quando se aproximam do Sol, os materiais congelados se tornam gasosos. Esses gases arrastam os grãos sólidos, formando uma nuvem de gás e poeira ao redor do núcleo, a chamada **cabeleira** (2). Além dela, forma-se uma **cauda** (3), composta de gás e poeira, que se torna brilhante ao refletir a luz solar. Essa cauda pode atingir milhões de quilômetros de comprimento.

**Questão 7.** O cometa Halley leva aproximadamente 76 anos para dar uma volta completa em torno do Sol. Sabendo-se o ano de sua última aparição, quando é esperado que ele possa ser avistado novamente da superfície da Terra?

Corpos celestes rochosos menores do que os asteroides, ou pedaços de asteroides e cometas, são chamados **meteoroides**. Quando um meteoróide penetra na atmosfera terrestre, ele é aquecido devido ao atrito com o ar e se torna incandescente, deixando um rastro de luz. Esse fenômeno é chamado **meteoro** e é conhecido popularmente como estrela cadente.

Geralmente, os meteoroides são destruídos durante sua passagem pela atmosfera terrestre. Caso isso não aconteça, os fragmentos que atingem a superfície terrestre recebem o nome de **meteoritos**.

**Questão 7. Resposta:** O objetivo desta questão é incentivar os alunos a analisar a situação e os dados apresentados a fim de formular a resposta. Espera-se que eles citem que a próxima aparição está prevista para o ano de 2062. Para esse cálculo, devem somar 1986 – ano da última aparição – a 76 – valor do tempo que o cometa leva para dar uma volta completa em torno do Sol. Auxilie-os, caso necessário.

31

### Atividade a mais

• A penúltima passagem do cometa Halley pode ser utilizada para articular os conhecimentos do componente curricular de **Ciências** com o componente curricular de **História**. Para que os alunos vivenciem o contexto histórico da época, acesse com eles algumas reportagens do jornal *O paiz* de 17 de maio, 18 de maio e 19 de maio de 1910. Explique a eles que foi a penúltima vez que esse cometa foi avistado no Brasil. Mostre a eles que os jornais, como outros documentos históricos, auxiliam-nos a compreender o contexto dos acontecimentos do passado.

O PAIZ, Rio de Janeiro, nº 9 355, 17 maio 1910. Disponível em:

[http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=178691\\_04&pagfis=1810](http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=178691_04&pagfis=1810).

Acesso em: 14 jun. 2022.

O PAIZ, Rio de Janeiro, nº 9 356, 18 maio 1910. Disponível em:

[http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=178691\\_04&pagfis=1824](http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=178691_04&pagfis=1824).

Acesso em: 14 jun. 2022.

O PAIZ, Rio de Janeiro, nº 9 357, 19 maio 1910. Disponível em:

[http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=178691\\_04&pagfis=1836](http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=178691_04&pagfis=1836).

Acesso em: 14 jun. 2022.

• Comente que o cometa passou no dia 18 de maio daquele ano, mas a notícia repercutiu por dias e assustou parte da população. Mostre que a ortografia de várias palavras foi alterada ao longo do tempo, estabelecendo conexão com o componente curricular de **Língua Portuguesa**. Auxilie os alunos na busca dos significados das palavras desconhecidas.

• Questione-os sobre por que a passagem do cometa assustava a população, o que as pessoas imaginavam que aconteceria.

• Peça aos alunos que leiam um texto do ano de 1986, última vez que o cometa Halley passou próximo à Terra. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rusp/article/view/132123/128232>. Acesso em: 14 jun. 2022.

• Questione-os sobre como a ampliação de informações sobre o cometa e os corpos celestes contribuiu para desmistificar esse fenômeno natural.

• Comente com os alunos que o cometa Halley recebeu esse nome em homenagem ao seu descobridor, o astrônomo inglês Edmond Halley (1656-1742). Por meio de cálculos e de observações dos astros, Halley verificou que esse cometa apresentava aparições periódicas. O tempo que tal corpo celeste leva para

completar sua órbita em torno do Sol é de aproximadamente 76 anos.

• A questão 7 aborda a próxima aparição do cometa Halley. Verifique se os alunos sabem que a última passagem foi em 1986, sendo necessário realizar a soma de 76 anos para descobrir.

### Atividade a mais

- Pesquise com os alunos histórias em quadrinhos que abordem temas sobre o Universo. A fim de desenvolver a interpretação de texto, peça a eles que observem as imagens e tentem descobrir qual é o assunto tratado na história. Solicite-lhes que leiam os diálogos e expliquem o que entenderam da narrativa. Além de estabelecer uma conexão com o componente curricular de **Língua Portuguesa** no trabalho com os gêneros textuais, esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 4** da BNCC, pois incentiva a interpretação de diferentes linguagens (visual e escrita).

- Após a leitura, peça aos alunos que elaborem uma tira baseada na história em quadrinhos na qual explorem as principais ideias abordadas no material analisado. Trabalhe esta atividade em parceria com o professor do componente curricular de **Língua Portuguesa**.

- Ao final, solicite aos alunos que troquem as tiras entre si, proporcionando um intercâmbio de experiências e de ideias.

## Sistema Solar

O texto a seguir apresenta informações sobre sondas espaciais. Leia-o.

Projetadas e desenvolvidas pela Agência Espacial Norte-Americana (Nasa), as sondas Voyager 1 e Voyager 2 foram lançadas ao espaço em 1977, com objetivo de conduzir estudos sobre os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Foi por meio dessas sondas, por exemplo, que o ser humano descobriu vulcanismo em outro astro do Sistema Solar. Um dos satélites naturais de Júpiter, chamado IO, tinha vulcões ativos.

Em 2012 e 2018, as duas sondas Voyager entraram no espaço interestelar. Atualmente, a bilhões de quilômetros de distância da Terra, ambas possibilitam o estudo desse espaço pelos cientistas.

### Glossário



Representação da estrutura das sondas espaciais Voyager 1 e 2. Professor, professora: Ao abordar o tema sonda espacial, comente com os alunos que as sondas Voyager 1 e 2 são idênticas.

Além das missões espaciais que enviaram as sondas Voyager 1 e 2 ao espaço, inúmeras outras foram realizadas ao longo dos anos. Elas possibilitaram ao ser humano, por exemplo, conhecer mais sobre o Sistema Solar e seus astros e, então, propor sua estrutura e organização. Atualmente, sabe-se que os planetas e outros astros que compõem tal sistema giram ao redor do Sol em órbita elíptica.

O Sol, por sua vez, concentra 99% da massa presente no Sistema Solar. Isso explica por que ele exerce uma forte atração gravitacional sobre os demais corpos, como os planetas, fazendo-os girar ao seu redor.

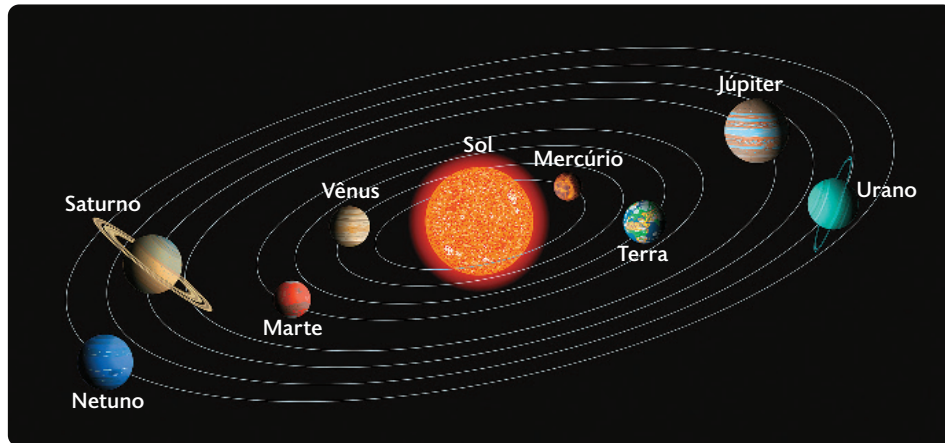
### Glossário

**Sonda espacial:** veículo espacial não tripulado, utilizado para o estudo do Universo e seus astros.



A seguir, vamos estudar com mais detalhes o Sistema Solar e seus planetas constituintes.

Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância entre os astros. Cores-fantasia.



Representação do Sistema Solar e seus planetas constituintes.

Fonte de pesquisa: NASA. *Planets*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>. Acesso em: 3 maio 2022.

## Planetas rochosos

Os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são classificados como **planetas rochosos**. Eles se caracterizam por ter superfície com grande quantidade de rochas, a chamada crosta. Além disso, os planetas rochosos têm poucos ou nenhum satélite natural e são menores e mais densos que os planetas gasosos.

Devido à maior proximidade com o Sol, as órbitas dos planetas rochosos são menores e, por isso, eles levam menos tempo para dar uma volta completa ao redor dessa estrela. Conheça a seguir mais informações sobre cada um dos planetas rochosos.

### Mercúrio

Localiza-se a, aproximadamente, 58 milhões de km do Sol e leva cerca de 88 dias terrestres para dar uma volta completa ao redor dessa estrela. Esse planeta tem diâmetro de 4,9 mil km e temperatura média na superfície variando de  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $430\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A atmosfera de Mercúrio é quase inexistente. Ela contém, principalmente, sódio (Na) e gás hélio, além de uma pequena quantidade de outros gases.



Representação do planeta Mercúrio.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

## Atividade a mais

- Se julgar interessante, promova uma peça teatral sobre o Sistema Solar. Uma referência possível para a peça pode ser encontrada no *link* indicado a seguir. Disponível em: <http://www.oba.org.br/mural/pecateatral.htm>. Acesso em: 14 jun. 2022. Esta atividade permite uma conexão com o componente curricular de **Arte** e a abordagem da **Competência geral 3** da BNCC, pois encoraja os alunos a fruir algumas manifestações artísticas.

- Verifique com a direção da escola se há um espaço disponível para a apresentação da peça e um local para os alunos realizarem os ensaios. Averigue a possibilidade de utilizar materiais acessíveis e de baixo custo. Verifique também se é viável convidar a comunidade escolar para assistir à apresentação teatral dos alunos.

- Divida os alunos em grupos, sendo um deles responsável pela interpretação, necessitando ensaiar as falas e os movimentos, e outro pela confecção de adereços, vestimentas e cenário, além da maquiagem dos atores.

- Acesse com os alunos o simulador indicado a seguir. Disponível em: <https://www.solarsystemscope.com/>. Acesso em: 9 jun. 2022. Nele, eles podem clicar nos corpos celestes e obter informações gerais sobre a órbita e a estrutura de cada um deles. Ao clicar nos planetas, os alunos poderão ver os corpos presentes nas órbitas, como as luas. Esse simulador permite maior interatividade com eles, contribuindo para a aprendizagem do tema, além de contemplar a **Competência geral 5** da BNCC, pois incentiva o uso de tecnologias digitais para acessar informações e conhecimentos.

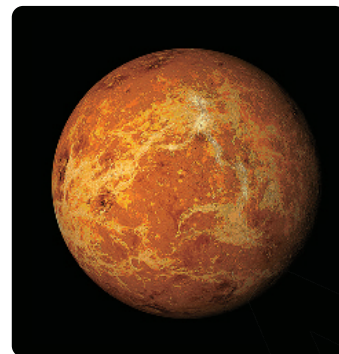
- Relembre os alunos da importância da atmosfera para a manutenção da temperatura. Averigue se eles percebem que a composição química da atmosfera dos planetas interfere em suas temperaturas médias.

- Ao comentar sobre a temperatura da Terra, apresente aos alunos a reportagem indicada a seguir. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-aumento-alarmande-da-temperatura-global>. Acesso em: 14 jun. 2022.

## Vênus

Localiza-se a 108 milhões de km do Sol e leva, aproximadamente, 225 dias terrestres para dar uma volta ao redor dessa estrela. Vênus tem cerca de 12 mil km de diâmetro, e a temperatura média na sua superfície é de 470 °C.

A atmosfera desse planeta é formada, principalmente, por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Em virtude de sua atmosfera e da proximidade com o Sol, Vênus é o planeta mais quente do Sistema Solar. Esse planeta pode ser visto a olho nu da superfície terrestre e é conhecido como Estrela-d'alva ou Estrela Vespertina. Assim como Mercúrio, Vênus não tem satélites naturais.



KANAKO/SHUTTERSTOCK

Representação do planeta Vênus.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

## Marte

Localiza-se a, aproximadamente, 228 milhões de km do Sol e leva cerca de 687 dias terrestres para completar uma volta ao redor dessa estrela. Marte tem cerca de 6,8 mil km de diâmetro, e a temperatura média na sua superfície varia de -153 °C a 20 °C.



MICHAEL ROSSKOPHEN/SHUTTERSTOCK

Representação do planeta Marte.

Marte apresenta atmosfera rica em dióxido de carbono com pequenas quantidades de outros gases. Além disso, tem dois satélites naturais e é conhecido como Planeta Vermelho, pois a olho nu é visto da superfície terrestre com uma coloração avermelhada.

## Terra

Localiza-se a, aproximadamente, 149,5 milhões de km do Sol e leva cerca de 365 dias para completar uma volta ao redor dessa estrela. A Terra tem cerca de 12,7 mil km de diâmetro, e a temperatura média na sua superfície varia de -88 °C a 58 °C.



TYRANNOSAURUS REV/SHUTTERSTOCK

Representação do planeta Terra.

**Questão 8.** Quais são os principais gases que compõem a atmosfera da Terra?

Questão 8. Resposta: O objetivo desta questão é os alunos expressarem seus conhecimentos prévios sobre o tema. Espera-se que eles citem o gás nitrogênio, o gás oxigênio, o gás carbônico, o vapor de água, entre outros gases.

34

- Questione os alunos sobre como as ações humanas têm alterado a temperatura média da Terra. Trata-se de um momento oportuno para abordar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** e desenvolver um trabalho com a **Compe-**

**tência geral 7** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 5** da BNCC, pois encoraja os alunos a argumentar e a expor pontos de vista que promovam a consciência socioambiental.

## Planetas gasosos

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

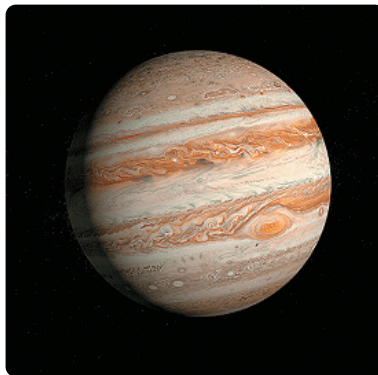
Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são conhecidos como **planetas gasosos**. Eles são os mais distantes do Sol, constituídos principalmente por gases e apresentam muitos satélites naturais e anéis, compostos por poeira, pequenas rochas e gelo. Conheça a seguir mais informações sobre esses planetas.

### Júpiter

Localiza-se a, aproximadamente, 778 milhões de km do Sol e leva cerca de 11,8 anos terrestres para completar uma volta ao redor dessa estrela. Tem 142,9 mil km de diâmetro e temperatura média de  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Júpiter é o maior planeta do Sistema Solar – seu diâmetro é cerca de 11 vezes maior que o da Terra.

Representação do planeta Júpiter.



TRISTAN 3D/SHUTTERSTOCK

De acordo com a Agência Espacial Americana (Nasa), até o ano de 2018, haviam sido identificados 79 satélites naturais de Júpiter. Desses satélites, quatro são chamados luas galileanas, pois foram descobertos em 1610 por Galileu Galilei. São eles: Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

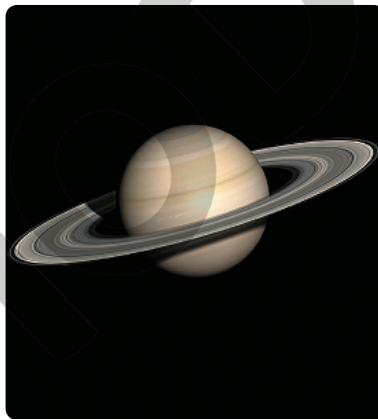
Júpiter é constituído, principalmente, pelos gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e hélio. Esse planeta também apresenta três anéis finos, embora eles não sejam facilmente visíveis.

### Saturno

Localiza-se a 1,42 bilhão de km do Sol e leva, aproximadamente, 29 anos terrestres para completar uma volta ao redor dessa estrela. Tem 120,5 mil km de diâmetro, e a temperatura média é de  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Saturno é o segundo maior planeta do Sistema Solar e o último dos planetas visíveis a olho nu. Ele ficou conhecido como planeta dos anéis. De acordo com a Nasa, até o ano de 2018, haviam sido confirmados 53 satélites naturais na órbita de Saturno.

A atmosfera desse planeta é composta, principalmente, por gases hidrogênio e hélio.



Representação do planeta Saturno.

MARCEL CLEMENS/SHUTTERSTOCK

### Atividade a mais

- Divida a turma em quatro grupos e peça a cada equipe que pesquise informações sobre os planetas gasosos. Sugira os seguintes sites a eles:

**JÚPITER.** *Centro Ciência Viva do Algarve.* Disponível em: [http://www.ccvalg.pt/astrologia/sistema\\_solar/jupiter.htm](http://www.ccvalg.pt/astrologia/sistema_solar/jupiter.htm). Acesso em: 14 jun. 2022.

**HAMILTON, Calvin J.** Saturno. *Astronomia e Astrofísica – UFRGS.* Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/solar/saturn.htm>. Acesso em: 14 jun. 2022.

**URANO.** *Centro Ciência Viva do Algarve.* Disponível em: [http://www.ccvalg.pt/astrologia/sistema\\_solar/urano.htm](http://www.ccvalg.pt/astrologia/sistema_solar/urano.htm). Acesso em: 14 jun. 2022.

**NEPTUNO.** *Centro Ciência Viva do Algarve.* Disponível em: [https://ccvalg.pt/astrologia/sistema\\_solar/neptuno.htm](https://ccvalg.pt/astrologia/sistema_solar/neptuno.htm). Acesso em: 14 jun. 2022.

- Distribua cartolina e lápis de cor para cada grupo e peça aos alunos que ilustrem e escrevam as principais informações sobre o planeta escolhido. Solicite-lhes, ainda, que apresentem seus trabalhos aos colegas. É importante incentivar o trabalho em grupo, a troca de ideias e a cooperação entre os alunos.
- Questione sobre a estrutura e a atmosfera de cada planeta e peça-lhes que listem as semelhanças e as diferenças entre cada um deles e a Terra. Pergunte também se seria possível haver vida em algum deles. Espera-se que os alunos concluam que não, pois, mesmo que houvesse água, ela permaneceria no estado sólido por causa das baixas temperaturas em suas atmosferas. Esta abordagem permite o trabalho com a habilidade **EF09CI16** da BNCC, pois incentiva os alunos a selecionar argumentos sobre a viabilidade de vida fora da Terra.

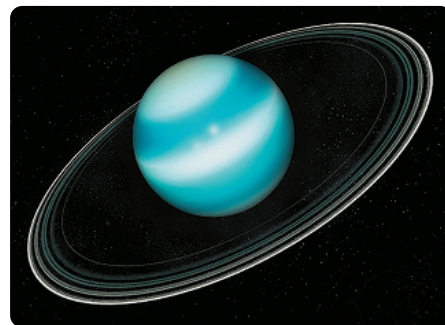


• Averigue com a escola a possibilidade de visitar um planetário próximo. No *site* da Associação Brasileira de Planetários, presente no **Livro do Aluno**, é possível pesquisar planetários fixos ou móveis, disponíveis em cada estado do Brasil. Se não for viável, peça aos alunos que utilizem algum aplicativo de visualização do céu para dispositivos móveis e localizem os planetas do Sistema Solar no céu noturno. Com antecedência, verifique um dia de boa percepção e quais planetas estarão visíveis no dia e na região de observação, para instruir os alunos sobre quais planetas eles devem localizar e a direção em que deverão olhar. A utilização de tecnologia nas observações astronômicas possibilita que os alunos utilizem ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.

## Urano

Localiza-se a, aproximadamente, 2,8 bilhões de km do Sol e leva cerca de 84 anos terrestres para completar uma volta ao redor dessa estrela. Tem diâmetro de 51,1 mil km, e a temperatura média é de  $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Representação do planeta Urano.



BLUE CANOVA/SHUTTERSTOCK

Urano é o terceiro maior planeta do Sistema Solar e o que apresenta maior quantidade de anéis, totalizando 13. De acordo com a Nasa, até 2018, já tinham sido identificados 27 satélites naturais de Urano.

A atmosfera de Urano é composta, basicamente, pelos gases hidrogênio, hélio e metano ( $\text{CH}_4$ ).

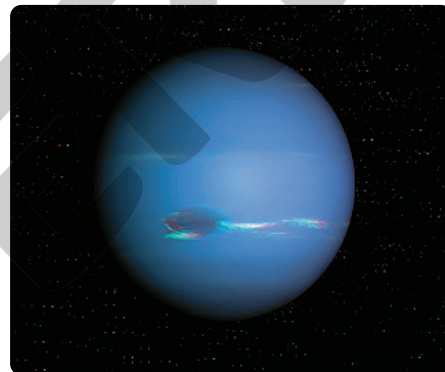
## Netuno

Localiza-se a, aproximadamente, 4,5 bilhões de km do Sol e leva cerca de 165 anos terrestres para completar uma volta ao redor dessa estrela. Netuno tem cerca de 49 mil km de diâmetro, e sua temperatura média é de  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

De acordo com a Nasa, até 2018, já haviam sido identificados seis anéis e confirmados 13 satélites naturais de Netuno.

Netuno foi o primeiro planeta a ser previsto por meio de cálculos matemáticos e só depois foi observado por telescópios.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



MARCEL CLEMENS/SHUTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Representação do planeta Netuno.

A atmosfera desse planeta é composta de hidrogênio, hélio e outros gases.

## Sugestões complementares

Nos planetários podemos observar detalhes do céu noturno e dos astros celestes por meio de projeções e simulações que ocorrem em uma cúpula. Para saber se há um planetário perto de você, acesse o *site* da Associação Brasileira de Planetários e realize uma pesquisa.

PLANETÁRIOS do Brasil. Associação Brasileira de Planetários. Disponível em: <https://planetarios.org.br/planetarios-do-brasil/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

## Evolução das estrelas

Analise a imagem e leia o trecho da reportagem a seguir.

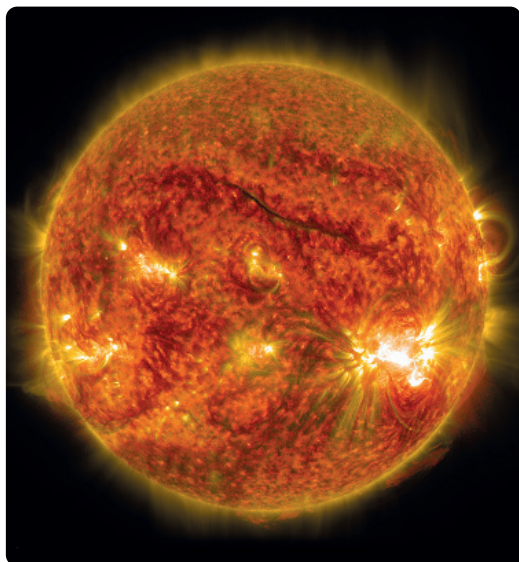


Imagem do Sol, visto do espaço, com destaque às explosões que ocorrem em sua superfície. Imagem capturada pela sonda Solar Dynamics Observatory (SDO), em 2014.

**Questão 9.** De acordo com pesquisas científicas, à medida que o Sol envelhece, ele se torna mais brilhante e libera maior quantidade de energia luminosa e calor para o Sistema Solar. Considerando esse fato, o que pode acontecer com a vida no planeta Terra à medida que o Sol envelhece? **Questão 9. Resposta nas orientações ao professor.**

O Sol é uma estrela. As estrelas são corpos luminosos com temperaturas muito elevadas. Em seu interior ocorrem reações químicas que liberam grande quantidade de energia, sendo a luz uma das formas dela. A energia gerada no núcleo da estrela chega à sua superfície e é irradiada para o espaço. É por esse motivo que as estrelas brilham.

As estrelas podem ser classificadas de acordo com diferentes aspectos, como sua massa, composição química, brilho, idade, luminosidade, dimensão e temperatura. A cor de uma estrela, por exemplo, indica a temperatura de sua superfície. Estrelas que têm temperaturas mais elevadas emitem luz azulada ou branca, enquanto as que apresentam temperaturas mais baixas emitem luz laranja ou vermelha.

### O que será do Sol quando ele morrer?

Restam-lhe 5 bilhões de anos de vida. Mas o que será de nossa estrela maior depois disso? [...]

[...]

O Sol está na metade da sua existência. Seu fim será marcado pela falta de hidrogênio em seu núcleo, que provocará um colapso em seu centro.

Essas reações nucleares fazem com que o Sol inche em uma gigante vermelha que eventualmente pode engolir Mercúrio e Vênus. Mas este não é o fim da história.

[...]

O QUE SERÁ do Sol quando ele morrer? *Tilt Uol*, 18 jul. 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/07/18/o-que-sera-do-sol-quando-ele-morrer.htm>. Acesso em: 29 mar. 2022.

• A questão 9 aborda pesquisas científicas acerca do envelhecimento do Sol. Se necessário, peça aos alunos que realizem uma pesquisa sobre o assunto, para que eles possam apresentar mais detalhes em suas respostas.

Esses corpos celestes são constituídos principalmente pelo gás hidrogênio, que é transformado em gás hélio por meio de reações nucleares que também liberam grande quantidade de energia.

• Explique aos alunos que o Sol tem uma vida estimada de 10 bilhões de anos. Como supõe-se que o Sistema Solar tenha cerca de 5 bilhões de anos, o Sol atingirá seu fim em 5 bilhões de anos. Acredita-se que, quando isso ocorrer, a superfície da Terra registrará a temperatura de 700 °C, ou seja, haverá passagem da água do estado líquido para o gasoso.

• Estima-se que o centro desse astro chegará a uma temperatura de 100 milhões de graus kelvin. Explique que o Sol se tornará uma estrela gigante vermelha com grande luminosidade e consumirá Mercúrio, Vênus, a Terra e parte da órbita de Marte.

37

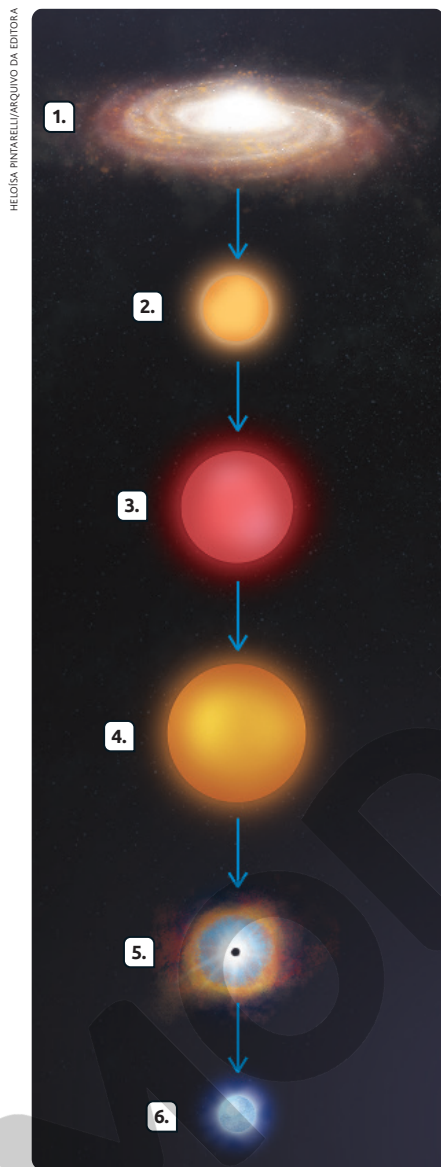
### Resposta

**Questão 9.** O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre como esse processo de envelhecimento que está em andamento pode interferir na vida da Terra e, conseqüentemente, na própria existência humana, retomando os conhecimentos prévios deles sobre a relação entre a luz solar e a vida na Terra. Espera-se que os alunos respondam que a vida como conhecemos hoje pode

ser muito prejudicada ou, até mesmo, desaparecer, visto que a temperatura média da superfície da Terra aumentará significativamente, tornando-se inadequada às formas de vida. Além disso, a água de rios, mares e oceanos poderá evaporar por completo, inviabilizando a existência da quase totalidade das espécies.

• A abordagem dos conteúdos das páginas 37 e 38 contribui para o desenvolvimento da habilidade EF09CI17 da BNCC, pois eles tratam do ciclo evolutivo de uma estrela, incluindo o Sol.

Assim como as demais estrelas, o Sol apresenta um ciclo evolutivo, o qual envolve nascimento, vida e morte. Confira a seguir.



Representação do ciclo evolutivo de uma estrela de tamanho semelhante ao do Sol, desde seu nascimento até sua morte.

1. No início do nascimento de uma estrela, a atração gravitacional faz ocorrer a aglomeração de uma grande nuvem de gás e poeira existentes nas galáxias, formando estruturas chamadas **protoestrelas**. Essas estruturas apresentam uma região central densa e uma área de poeira e gases ao seu redor.
2. O acúmulo de massa faz a temperatura da protoestrela aumentar a ponto de iniciar reações de  **fusão nuclear**  do hidrogênio.
3. Conforme o gás hidrogênio da estrela é consumido, ela realiza fusão nuclear do gás hélio em seu núcleo. Nessa fase, o núcleo estelar se contrai e a parte externa se expande, aumentando sua luminosidade e se tornando mais avermelhada. Essa fase é conhecida como  **gigante vermelha** .
4. Nas estrelas que têm massa até oito vezes maior que a do Sol, pode ocorrer a transformação de gás hélio em carbono (C) e oxigênio (O). Esse processo aumenta ainda mais sua luminosidade e resulta nas chamadas  **supergigantes vermelhas** .
5. Após as fases mencionadas anteriormente, a massa da estrela reduz e a parte externa dela é lançada para fora, restando apenas o núcleo envolto por gases. Essa fase é conhecida como  **nebulosa planetária** .
6. As estrelas que apresentam menor massa, como o Sol, transformam-se em  **anãs brancas** . Esse tipo de corpo celeste se caracteriza por ser denso e formado por carbono e oxigênio.

#### Glossário

Fonte de pesquisa: SARAIVA, Maria de Fátima O. Etapas evolutivas das estrelas. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/estrelas.htm>. Acesso em: 16 mar. 2022.

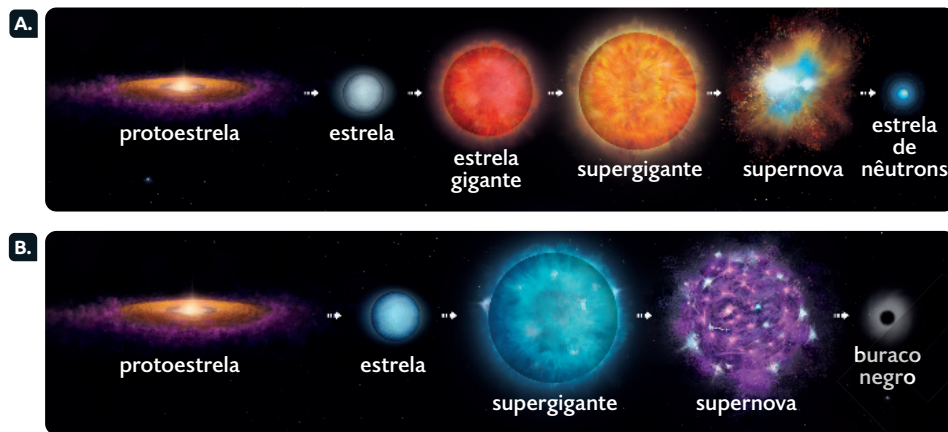
Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



O Sol é classificado como uma estrela anã amarela, que tem tamanho e temperatura de uma estrela média. A temperatura média em seu núcleo é de 15 milhões °C, enquanto em sua superfície a temperatura média é de 5,5 mil °C.

A estrela do Sistema Solar se formou há, aproximadamente, 4,6 bilhões de anos, sendo composta basicamente de hidrogênio e hélio. Atualmente, o Sol se encontra na fase em que ocorre a fusão nuclear do hidrogênio, representada na etapa 2 do esquema sobre o ciclo evolutivo estelar, na página anterior. Estudos científicos sobre o Sol indicam que ele se encontrará na fase de gigante vermelha em aproximadamente 6,5 bilhões de anos.

Se a estrela tiver uma massa inicial maior que oito vezes a massa do Sol, o ciclo evolutivo é diferente do apresentado anteriormente. Verifique a seguir.



Representação do ciclo evolutivo de dois grupos de estrelas: as que apresentam massa entre oito e 25 vezes a massa do Sol (grupo A) e as que apresentam massa superior a 25 massas solares (grupo B).

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: COMINS, Neil F.; KAUFMANN III, William J. *Descobrimo o universo*. Tradução: Eduardo Neto Ferreira. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 424.

Como você pôde analisar, dependendo da massa inicial da estrela, nas fases finais, é possível, por exemplo, haver a formação de uma supernova, em vez de uma nebulosa planetária. Além disso, dependendo da massa da estrela, a supernova poderá dar origem a um buraco negro (imagem B) ou a uma estrela de nêutrons. **Glossário**

### Sugestões complementares

Navegando pelo *site* do *Zênite*, você encontrará curiosidades, imagens de astros do Universo e mais informações sobre a Astronomia. Vale a pena conferir.

Professor, professora: Antes de explorar a ilustração do ciclo evolutivo estelar, se achar conveniente, comente com os alunos que o hidrogênio é considerado o combustível da estrela e que o tempo de esgotamento dele depende da massa inicial da estrela. Além disso, estrelas de menor tamanho têm maior tempo de vida estável. Isso ocorre porque estrelas de dimensões menores consomem menos combustível do que as de dimensões maiores.

39

- O conteúdo abordado nesta página favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI17** da BNCC, pois incentiva os alunos a analisar o ciclo evolutivo das estrelas.

- Enfatize aos alunos que o ciclo evolutivo das estrelas depende de suas massas, ocorrendo, no caso de estrelas com até oito vezes a massa do Sol, a formação de uma nebulosa planetária e, se a massa inicial for maior, a constituição de uma supernova, que, posteriormente, pode originar um buraco negro ou uma estrela de nêutrons.

- É relevante reforçar a importância da tecnologia nas descobertas astronômicas. Esse assunto permite a abordagem do tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**. Explique aos alunos que muitas representações são construídas com base nos dados de diversos equipamentos. Algumas informações captadas por esses instrumentos não são visíveis ao olho do ser humano.

## Objetivos

- Conhecer registros históricos de diferentes civilizações sobre a origem do Universo.
- Valorizar a diversidade cultural.

• Esta seção permite o trabalho da **Competência geral 1** da BNCC, pois ela mostra que o conhecimento é uma construção histórica e cultural, e do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural** ao apresentar as explicações de diferentes povos para a origem do Universo.

• Questione se, nos dias atuais, os agricultores e os pescadores ainda observam os astros nas suas atividades. Averigue se os alunos reconhecem que alguns profissionais continuam se baseando nos astros. Explique que os pescadores ainda seguem um calendário lunar para escolherem os melhores períodos para a pesca. Assim, a astronomia influencia o dia a dia de muitas pessoas e, independentemente das explicações utilizadas para compreender os fenômenos astronômicos, elas ainda orientam suas atividades por meio de suas observações.

## O tema é ...

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Diversidade cultural

### A origem do Universo

Registros históricos mostram que diversas civilizações criaram narrativas mitológicas sobre a origem do Universo. Nesses mitos, transmitidos de geração a geração, seres com poderes sobrenaturais criaram o céu e a Terra, a noite e o dia, as estrelas e outros astros do Universo.

Em geral, as explicações mitológicas sobre a origem do Universo são bem diferentes das que consideramos atualmente, com base em estudos científicos. No entanto, elas foram importantes ao longo do tempo, pois levantaram muitas questões sobre o Universo.

Verifique, a seguir, algumas explicações mitológicas sobre a origem do Universo.

#### Egito Antigo

Uma explicação do Egito antigo sobre a origem do Universo inclui nove divindades, que surgiram do deus criador, Atum, e do deus dos oceanos primordiais, Nun. Atum criou Shu, deusa do ar, e Tefnut, deus da umidade. Shu e Tefnut geraram Geb, deus da terra, e Nut, a deusa dos céus. Os seres humanos vieram das lágrimas de Rá.



Representação das divindades egípcias Nun – à esquerda – e Atum – à direita.

#### Grécia Antiga

Inicialmente existia somente o Caos, a desordem. Caos gerou Érebo, a escuridão profunda, que se casou com Nix, a noite. Nasceu então Hemera, o dia. Assim, começou a haver ordem e se formou Gaia, a Terra. Da união entre Gaia e Tártaro (o mundo subterrâneo) surgiram Urano, o céu, Montes, as montanhas, e Pontos, o mar.

Representação de explicação mitológica grega sobre a origem do Universo.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO GAFFA/ARQUIVO DA EDITORA

40

## Atividade a mais

• Acesse com os alunos a lenda babilônica para a origem do Universo indicada a seguir e peça-lhes que eles realizem sua leitura.

> O MITO babilônico da criação. *GHTC*. Disponíveis em:

<https://www.ghtc.usp.br/Universo/pag07.html>

<https://www.ghtc.usp.br/Universo/pag08.html>

<https://www.ghtc.usp.br/Universo/pag09.html>  
Acessos em: 14 jun. 2022.

• Em seguida, distribua folhas sulfite e lápis de cor aos alunos. Peça-lhes que façam uma ilustração com base na lenda de criação do Universo apresentada. Aproveite a oportunidade para estabelecer uma conexão com o componente curricular de **Arte** e a **Competên-**

**cia geral 3** da BNCC, encorajando os alunos a fruir manifestações artísticas. Peça-lhes que apresentem seus desenhos e expliquem sua interpretação da lenda. Trata-se de uma oportunidade de trabalhar o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**. É importante conhecer as crenças dos povos antigos sobre a origem do Universo, dos astros e dos seres vivos e valorizar esses conhecimentos.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

## China Antiga

No começo havia um ovo e dentro dele estavam Yin e Yang, a escuridão e a luz, o feminino e o masculino, o frio e o calor, o seco e o molhado. Essas forças opostas quebraram o ovo, e o que era pesado desceu e formou a terra e o que era leve flutuou e constituiu o céu.

Representação de explicação mitológica chinesa sobre a origem do Universo.



RODRIGO GAFA/ARQUIVO DA EDITORA

## Índia Antiga

De acordo com a cultura da Índia Antiga, o Universo não é criado uma única vez, mas sim recriado e destruído em intervalos de tempo específicos. Nessa cultura, o Universo é representado por um deus chamado Brahman.

Quando Brahman acorda, o mundo se cria, e após 8,76 bilhões de anos, ele dorme e o mundo se desfaz. Trata-se de um ciclo sem começo específico, em que o período de um dia para esse deus equivale a 4 bilhões e 380 milhões de anos terrestres.



Representação do deus Brahman, criador do Universo na mitologia indiana.

ROGÉRIO CASAGRANDE/ARQUIVO DA EDITORA

Agora, responda às questões a seguir no caderno.

Questões 1, 2 e 3. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Comente sobre a teoria científica e as explicações dos fenômenos naturais feitas por diferentes povos, comparando-as.
2. Converse com um colega sobre a importância dessas explicações para as antigas civilizações.
3. Atualmente, a teoria científica mais aceita sobre a origem do Universo é a do Big Bang. Em sua opinião, ela é definitiva ou poderá mudar com o passar do tempo? Justifique sua resposta.

41

- Ao abordar a questão 1, se preciso, peça aos alunos que retomem o conteúdo sobre as teorias científicas na página 20 e analisem se as lendas têm explicações baseadas em dados e informações que podem ser averiguadas.

- Caso eles tenham dificuldades para responder à questão 2, pergunte-lhes se as lendas têm apenas o objetivo de explicar as observações dos fenômenos da natureza ou se elas faziam parte de suas crenças.

- Aproveite para acompanhar o aprendizado dos alunos na questão 3, verificando se eles compreendem que uma teoria científica não é uma verdade absoluta.

## Respostas

**Questão 1.** Os alunos podem comentar que muitas das explicações dos fenômenos feitas pelos diferentes povos são narrativas fantásticas baseadas em crenças e deuses, e que o conhecimento científico é baseado em observações e fatos.

**Questão 2.** Os alunos podem comentar que as explicações feitas pelos diferentes povos não serviam apenas para tentar esclarecer os fenômenos, mas também tinham utilidades práticas no cotidiano das pessoas, pois elas acreditavam que os deuses podiam curar doenças, animar os indivíduos, trazer fertilidade ao solo, entre outras funções.

**Questão 3.** Espera-se que os alunos reconheçam que a ciência está em constante construção. Na Astronomia e na Física, novos equipamentos podem trazer dados que reforçarão, complementarão ou, até mesmo, refutarão as ideias atuais.

- A fim de complementar as questões, faça outras perguntas aos alunos: “O que eles gostariam de aprender com pessoas de outra cultura?” e “O que gostariam de ensinar a elas?”. Assim, pergunte a eles sobre a importância de pessoas de diferentes culturas colaborarem entre si na troca de conhecimentos.



• A atividade 1 tem o objetivo de lembrar as principais características dos planetas rochosos e dos planetas gasosos. Se necessário, revise o conteúdo das páginas 33 a 36 com os alunos.

• Se for preciso auxiliar os alunos na resposta à atividade 2, pergunte-lhes se a luz tem velocidade e peça-lhes que digam o que sabem sobre a unidade de medida anos-luz.

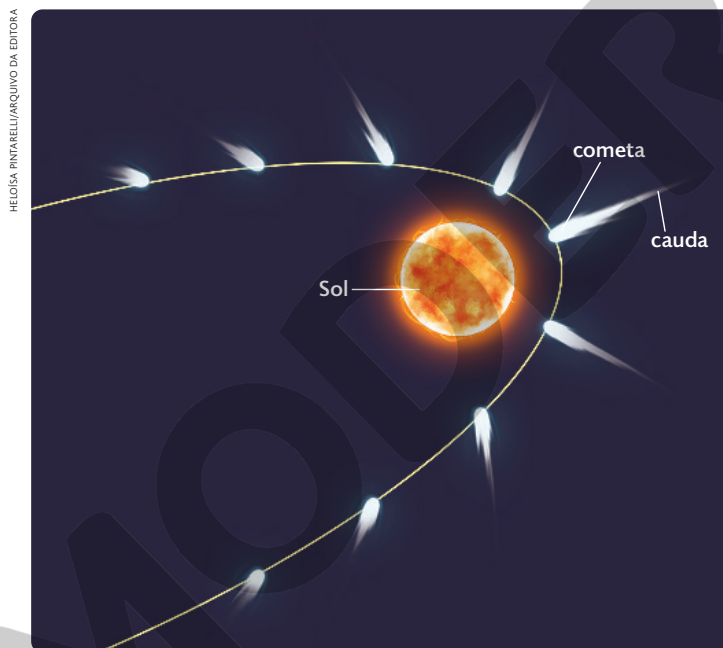
• A atividade 3 trata da proximidade do Sol em relação ao planeta Terra e da sua classificação como estrela média. Se necessário, realize uma atividade prática com os alunos para que eles constatem a influência da distância na percepção do tamanho de um objeto. Para isso, disponha um objeto volumoso bastante distante de um objeto menor para que os alunos percebam que o objeto volumoso pode parecer menor devido à distância.

• Caso os alunos tenham dificuldades para responder à atividade 4, peça-lhes que relembrem as diferenças entre asteroides, cometas e meteoroides.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Quais são as principais características dos planetas rochosos e dos planetas gasosos? 1. Resposta nas orientações ao professor.
2. Se observarmos o céu noturno durante algumas horas seguidas, poderemos notar um movimento aparente das estrelas.
  - A luz das estrelas é emitida no momento em que as observamos no céu? Justifique sua resposta. 2. Resposta nas orientações ao professor.
3. O Sol é considerado uma estrela média, tanto em seu tamanho como em sua temperatura. Ele é muito menor que diversas outras estrelas, e seu brilho também é menos intenso. Porém, da Terra, percebemos o Sol como a estrela de maior tamanho e brilho. Por quê? 3. Resposta: Porque o Sol está bem mais próximo da Terra do que as outras estrelas.
4. A ilustração a seguir representa a órbita de um cometa ao redor do Sol. Verifique a cauda dele nas diferentes posições ao redor da estrela.



Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima O. Corpos menores do Sistema Solar. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/comast/comast.htm>. Acesso em: 2 ago. 2022.

Representação da órbita de um cometa ao redor do Sol.

- a) O que é um cometa? 4. a) Resposta: Cometas são corpos celestes constituídos principalmente por gelo e poeira e orbitam o Sol.
- b) Por que sua cauda é mais brilhante próxima ao Sol? 4. b) Resposta nas orientações ao professor.

42

## Respostas

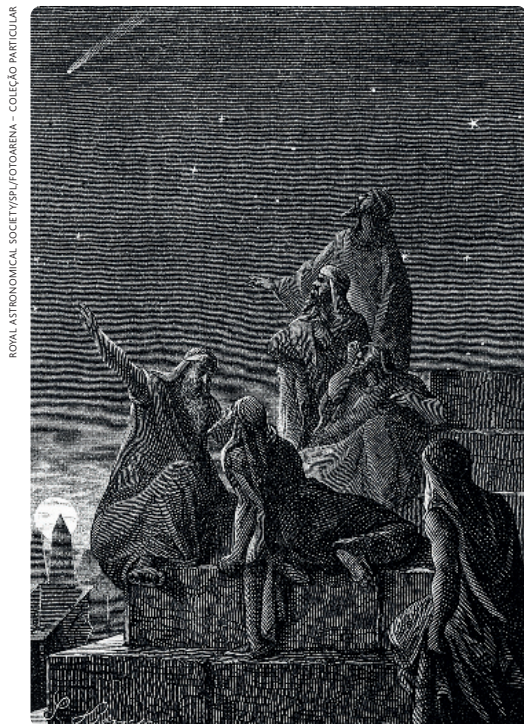
1. Espera-se que os alunos comentem que os planetas rochosos têm superfície com grande quantidade de rochas, poucos ou nenhum satélite e são menores, porém densos. Por sua vez, os planetas gasosos, em cuja constituição prevalecem gases, apresentam muitos satélites naturais e anéis, além de terem tamanhos proporcionalmente maiores quando

comparados aos planetas terrestres.

2. A luz das estrelas que observamos no céu não corresponde àquela que está sendo emitida naquele momento. Isso porque as estrelas estão muito distantes da Terra. Em geral, elas se encontram a anos-luz da Terra, ou seja, a luz foi emitida há muitos anos.

4. b) Porque, ao passar próximo ao Sol, a temperatura elevada faz com que maior quantidade de materiais congelados se torne gasosa. Os gases arrastam os grãos de poeira, formando uma nuvem chamada cabeleira ao redor do núcleo e uma cauda que, ao refletir a luz solar, torna-se brilhante.

5. Há muito tempo, o ser humano se interessa pelos astros. Já foram encontrados registros astronômicos que datam de aproximadamente 7000 anos na China, na Babilônia e no Egito. Com base nesses registros, os pesquisadores acreditam que a observação dos astros era feita principalmente com a finalidade de explicar acontecimentos do cotidiano, como a cheia de rios e a melhor época para colheita e plantio.



5. a) Resposta: Espera-se que os alunos respondam que, além de determinar a cheia de rios e a melhor época para colheita, os povos utilizavam a observação dos astros para marcar o tempo, determinar a reprodução dos animais, orientar a época de caça; na religiosidade, principalmente na mitologia, em orientações espaciais, entre outras aplicações.

Gravura de Leon Benett representando astrônomos babilônicos observando os astros, feita em 1877.

- a) Além da determinação da cheia de rios e melhor época para colheita, por quais outros motivos os povos da Antiguidade observavam os astros? Faça uma pesquisa para responder a essa questão.
- b) Você já ouviu falar sobre algum povo que utilizava observações dos astros para explicar algum acontecimento? Em caso afirmativo, o que você sabe sobre eles?  
5. b) Resposta nas orientações ao professor.
- c) O conhecimento é influenciado pela cultura. Pensando nisso, você considera importante haver trocas de conhecimento entre os diferentes povos? Por quê?  
5. c) Resposta nas orientações ao professor.
- d) Em épocas como a representada na gravura, a comunicação entre diferentes regiões e povos, quando possível, era demorada. Atualmente, uma informação pode ser compartilhada com um grande número de pessoas em poucos segundos. Converse com um colega sobre como esse fato pode impactar a produção de conhecimento atualmente. Depois, compartilhem com a turma suas conclusões.  
5. d) Resposta nas orientações ao professor.

43

• A atividade 5 aborda a observação dos astros que ocorre há milhares de anos por diferentes civilizações e para várias finalidades, portanto trata-se de conhecimentos que foram construídos historicamente pela humanidade. Esta atividade permite o trabalho sobre a produção e a evolução do conhecimento científico, contribuindo para o desenvolvimento da **Competência geral 1**.

• Ao discutir os itens **c** e **d**, aproveite para relacioná-los com a pandemia da COVID-19 citando que a colaboração e a troca de conhecimento entre vários laboratórios ao redor do mundo possibilitaram o desenvolvimento de vacinas em um tempo menor do que se praticava até então. Comente também que isso só foi possível graças a pesquisas anteriores e ao conhecimento acumulado historicamente.

### Respostas

5. b) Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos exponham seus conhecimentos sobre a observação dos astros por diferentes povos. Eles podem citar que, no Egito Antigo, previa-se as cheias anuais do rio Nilo observando os astros. Essa informação era importante para determinar as épocas de cultivo em suas margens.

c) Resposta pessoal. Esta questão visa levar os alunos a refletir sobre a importância das trocas e colaborações entre os povos e fazê-los reconhecer que o próprio desenvolvimento técnico-científico e cultural não se deu de uma maneira isolada, mas por meio de interações entre diversos grupos afastados ou não, contemporâneos ou não.

d) Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre como o conhecimento atual é produzido e a importância de seu compartilhamento. Como sugestão de resposta, os alunos

podem concluir que a partilha de informações e o rápido acesso de outras pessoas contribuem para o fortalecimento de determinados conhecimentos, a reelaboração ou a rejeição de outros e a produção de novos conhecimentos. Além disso, permite o acesso deles a tecnologias em diferentes regiões do planeta e facilita pesquisas nas mais variadas áreas, fazendo com que muitos desses trabalhos sejam iniciados por meio de diversos conhecimentos já produzidos.

• Na atividade 6, se for necessário auxiliar os alunos na resposta aos itens, lembre-os de que os meteoros parecem estrelas caindo do céu. Com relação à luminosidade durante a observação do céu, pergunte se eles já observaram o céu longe da área urbana.

Se julgar oportuno, acesse a matéria completa e leia-a com os alunos. A utilização de um gênero textual diferente na abordagem desta atividade contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 6**.

• Caso os alunos tenham dificuldades para responder à atividade 7, explique-lhes a qual ilustração da página 39 a imagem desta atividade corresponde. Oriente-os a ler novamente o ciclo evolutivo das estrelas caso eles não completem a frase corretamente.

### Resposta

6. b ) Os meteoros são visíveis a olho nu porque ficam incandescentes, ou seja, emitem luz, e fenômenos luminosos são mais visíveis quando em ambientes escuros. Assim, as luzes artificiais urbanas da superfície terrestre podem ofuscar a luz proveniente dos meteoros no céu. Aproveite e diga que, para enxergar os meteoros, é necessário que o céu não esteja nublado, pois a presença das nuvens dificulta a observação deles por alguém na superfície da Terra. Nesse caso, as nuvens, que se formam principalmente na troposfera, ocultam os meteoros que atingem as camadas superiores.

6. O trecho da reportagem a seguir apresenta um fenômeno astronômico. Leia-o e em seguida responda às questões.

### Chuva de meteoros Lírida tem pico nesta madrugada

*Até 18 meteoros por hora poderão ser vistos em céu limpo*

[...]

Segundo o Observatório Nacional, até 18 meteoros por hora poderão ser vistos nas condições ideais: céu limpo e local pouco iluminado. [...]

FRAGA, Fernando. Chuva de meteoros Lírida tem pico nesta madrugada. *Agência Brasil*, 22 abr. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-04/chuva-de-meteoros-lirida-tem-pico-nesta-madrugada>. Acesso em: 27 jul. 2022.

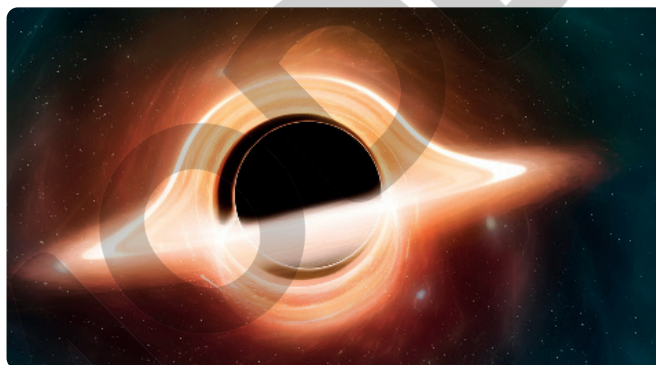
- a) Como os meteoros são popularmente conhecidos? Em sua opinião, por que eles recebem esse nome?
- b) Explique por que o trecho da reportagem deu a recomendação reproduzida a seguir. 6. b) Resposta nas orientações ao professor.

[...]

Segundo o Observatório Nacional, até 18 meteoros por hora poderão ser vistos nas condições ideais: céu limpo e local pouco iluminado. [...]"

7. Analise a imagem e reescreva a frase a seguir no caderno, substituindo as letras A, B, C e D pelas palavras ou expressões entre parênteses que a completam corretamente. 7. Resposta: A – muito maiores; B – supernova; C – massa; D – intensos.

MARK GARLICK/SRI/FOTOBRENA



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação de um buraco negro elaborada pela Nasa.

Os buracos negros se formam de estrelas A (menores/muito maiores) que o Sol, após o estágio conhecido como B (supernova/gigante vermelha). Eles são regiões com grande C (massa/luminosidade) e, por isso, produzem campos gravitacionais D (fracos/intensos). 6. a) Resposta: Os meteoros são popularmente conhecidos como estrelas cadentes. Espera-se que os alunos digam que esse fenômeno é conhecido por esse termo porque, quando os meteoroides atravessam a atmosfera terrestre, eles se tornam incandescentes e deixam um rastro de luz no céu, ou seja, parece que o céu é "cortado" por estrelas.

44



8. O maior meteorito encontrado no Brasil foi o Bendegó, em 1784. Ele recebeu esse nome porque foi descoberto próximo ao riacho Bendegó, no interior da Bahia. Com massa de 5,6 toneladas e com 2,2 m de comprimento, seu choque com o solo deu origem a uma pequena cratera. Pesquisadores acreditam que ele tenha 1 bilhão de anos, mas a data em que chegou à Terra continua desconhecida. Depois de muito esforço, ele foi transportado para o Rio de Janeiro, onde se encontrava em exposição, no Museu Nacional. Mesmo com o incêndio ocorrido em 2 de setembro de 2018, que destruiu a maior parte do Museu Nacional do Rio de Janeiro, o meteorito de Bendegó permaneceu praticamente intacto.

HISTORIC IMAGES/ALAMY/FOTORENA



Transporte do meteorito de Bendegó, em 1887.



CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS

Meteorito de Bendegó armazenado, durante a recuperação do Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 2020.

8. a) Resposta: O meteorito de Bendegó é do tipo siderito, composto principalmente por ferro e níquel.

a) Pesquise qual é a composição do meteorito de Bendegó.

b) Muitas vezes, as pessoas usam os termos **meteoróide**, **meteoro** e **meteorito** como sinônimos. No entanto, eles têm significados diferentes. Explique com suas palavras o que são cada um deles.

8. b) Resposta nas orientações ao professor.

c) Comente com os colegas sobre o que acidentes como o ocorrido no Museu Nacional do Rio de Janeiro podem ocasionar para a sociedade.

9. Relacione as palavras apresentadas a seguir com as respectivas frases, formando pares de letras e números.

1. estrelas

2. planetas

3. galáxias

4. meteorito

a) Corpos esféricos rochosos ou gasosos, sem luz própria e que têm órbita definida em torno de uma estrela.

b) Regiões do espaço com grande concentração de gases e poeira interestelar contendo bilhões de estrelas e que podem abrigar sistemas planetários.

c) Corpos luminosos e esféricos, constituídos predominantemente por hidrogênio e hélio em altas temperaturas.

d) Parte de corpo celeste que penetrou na atmosfera terrestre e atingiu a superfície do planeta. 9. Resposta: a – 2; b – 3; c – 1; d – 4.

8. c) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos comentem que desastres como o ocorrido no Museu Nacional do Rio de Janeiro prejudicam estudos científicos e históricos que ajudam a compreender o passado, o presente e o futuro da humanidade.

45

• Ao trabalhar a atividade 8, acompanhe se os alunos conseguem compreender que o meteorito de Bendegó é formado principalmente por ferro e níquel e auxilie-os na identificação de fontes de pesquisa confiáveis.

Quando os alunos responderem ao item a, pergunte-lhes se é possível relacionar a composição do meteorito Bendegó ao fato de este ter resistido ao incêndio ocorrido em 2018. Averigue se eles associam o alto ponto de fusão de seus componentes como uma possível explicação para que tenha resistido ao incêndio.

### Um texto a mais

• Aproveite o assunto do item c para enfatizar a importância dos museus e acervos para a conservação da história e da ciência de um país. Sobre o desenvolvimento dos museus, leia o trecho do texto a seguir.

Foi no Renascimento que surgiram os primeiros sinais de uma organização que se pode denominar de Museu, a partir de coleções particulares de nobres e estudiosos que cultivavam o prazer de reunir os mais variados objetos. Agrupados aleatoriamente em pequenos espaços, esses objetos eram visitados apenas por convidados privilegiados [...]

GRUZMAN, Carla; SIQUEIRA, Vera Helena F. de. *O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, 2007. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N2.pdf). Acesso em: 14 jun. 2022.

• Na atividade 9, se necessário, peça aos alunos que retomem os conceitos de estrela, planeta, galáxia e meteorito deste capítulo.

### Resposta

8. b) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que meteoróides são corpos rochosos de tamanho menor que os asteroides, podendo ser apenas pedaços destes. Meteoro é um fenômeno causado pelo atrito do meteoróide com o ar quando penetra na atmosfera, tornando-se in-

candescente e deixando um rastro de luz. Meteoritos, por sua vez, são partes dos meteoróides que, ao passarem pela atmosfera terrestre, não foram queimadas por inteiro e, então, atingem a superfície terrestre.

## Objetivos do capítulo

- Conhecer alguns eventos relacionados à origem e à diversificação dos seres vivos na Terra.
- Conhecer hipóteses científicas sobre a origem da vida na Terra.
- Compreender o conceito de geração espontânea.
- Conhecer a astrobiologia e as evidências de vida em outros planetas.

## Justificativas

Os conteúdos abordados no capítulo são importantes para que os alunos conheçam os estudos científicos sobre a origem da vida na Terra, compreendendo as condições que outros planetas do Sistema Solar devem ter a fim de que seja possível a presença de vida nesses locais, bem como a sobrevivência humana. Dessa forma, este estudo fornece subsídios para o trabalho com a habilidade **EF09CI16** da BNCC. Os temas do capítulo permitem, ainda, a valorização do conhecimento científico construído historicamente e a compreensão de fenômenos naturais, de modo que os alunos desenvolvam as **Competências gerais 1 e 2** e as **Competências específicas de Ciências da Natureza 1 e 3**.

- Antes de iniciar o trabalho com esta página, pergunte aos alunos quantos anos eles acham que o planeta Terra tem.
- Ao abordar as questões 1 a 3, peça-lhes que ilustrem como imaginam a Terra no início de sua formação. Em seguida, oriente-os a apresentar seus desenhos e a explicar como eles imaginam que era a superfície da Terra e quais mudanças ocorreram ao longo do tempo para possibilitar a existência da vida como a conhecemos. Aproveite as informações e as percepções iniciais deles para introduzir o tema tratado neste capítulo.

Auxilie os alunos a perceber que a temperatura do planeta e a composição da atmosfera se modificaram ao longo do tempo, permitindo o surgimento e a manutenção da vida na Terra.

## CAPÍTULO

# 2 A vida na Terra

**Questão 1. Resposta:** O trecho de reportagem trata das condições extremas da Terra primitiva e de seres vivos capazes de sobreviver nessas situações (bactérias e arqueias), além das condições que permitiram o surgimento de cianobactérias, capazes de realizar a fotossíntese, resultando na liberação do gás oxigênio.

[...]

Do surgimento do planeta, 4,6 bilhões de anos atrás, até o fim do **Arqueano**, período geológico encerrado há 2,5 bilhões de anos, a atmosfera terrestre praticamente não tinha oxigênio: era **anóxica**, assim como os mares, que também eram mais rasos e ácidos. Apenas seres unicelulares primitivos, como bactérias e **arqueias**, prosperavam naquelas condições. Uma transformação importante começou por volta de 2,4 bilhões de anos atrás, quando as condições químicas desses ambientes mudaram e permitiram **vicejar** os microrganismos (cianobactérias) capazes de fazer fotossíntese e liberar oxigênio. [...]

ZORZETTO, Ricardo. Testemunhas de uma Terra primitiva. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, fev. 2022. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/testemunhas-de-uma-terra-primitiva/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

## Glossário

**Anóxico:** refere-se àquilo que é desprovido de oxigênio.

**Vicejar:** desenvolver-se.

**Questão 1.** Qual é o assunto abordado no trecho de reportagem?

**Questão 2.** De acordo com o texto, quais eram as características da Terra primitiva?

**Questão 3.** Que condições existentes na Terra atualmente permitem a existência da vida como a conhecemos hoje? **Questão 3. Resposta nas orientações ao professor.**

MARK GARLICK/SPR/FOTORENA



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

**Questão 2. Resposta:** A Terra primitiva era anóxica, ou seja, não tinha oxigênio na atmosfera. Além disso, os mares eram rasos, ácidos e sem gás oxigênio.

Representação da Terra primitiva.

Como podemos perceber no trecho de reportagem, o planeta Terra nem sempre apresentou características como as que conhecemos atualmente. Ele teria surgido há cerca de 4,6 bilhões de anos e, desde então, passou por diversas transformações que permitiram o surgimento e a evolução da vida como a conhecemos hoje.

46

## Resposta

**Questão 3.** Temperaturas médias adequadas, disponibilidade de água em estado líquido, luz solar e atmosfera terrestre. Esta última, por exemplo, apresenta disponibilidade de gases essenciais para a vida, como o gás oxigênio e o gás carbônico, auxilia na manutenção da temperatura terrestre e protege os seres vivos da ação nociva dos raios solares.

Acredita-se que a Terra primitiva apresentava condições extremas, como intensa atividade vulcânica, altas temperaturas e bombardeamento por asteroides, as quais são consideradas inapropriadas para abrigar formas de vida como as que conhecemos hoje.

Com o passar do tempo, a superfície terrestre foi resfriando e parte do vapor de água da atmosfera se condensou e se transformou em água ( $H_2O$ ) no estado líquido, formando os primeiros oceanos. Nessa época, possivelmente, surgiram os primeiros seres vivos. Posteriormente, a concentração de gás oxigênio ( $O_2$ ) na atmosfera terrestre foi se estabilizando e formou-se uma camada de gás ozônio ( $O_3$ ). Essas condições possibilitaram o surgimento de novas formas de vida. **Professor, professora: Os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das substâncias serão apresentadas na primeira ocorrência, por capítulo.**



estromatólito

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação dos primeiros oceanos no éon Arqueano. Nessa imagem é possível identificar estromatólitos.

As diversas transformações mencionadas anteriormente e algumas características da Terra permitiram que, com o tempo, ela passasse a abrigar grande diversidade de seres vivos, como observamos atualmente. A seguir, vamos conhecer algumas dessas características.

## Condições necessárias à vida na Terra

A Terra localiza-se em uma região do Sistema Solar conhecida como **zona habitável**. A zona habitável de uma estrela refere-se à região na qual é possível encontrar condições favoráveis ao desenvolvimento da vida, como a presença de água líquida. Ela está diretamente relacionada à distância em que o corpo celeste se encontra em relação à sua estrela.

Além de estar localizado na zona habitável, que possibilita temperaturas nem muito elevadas nem muito baixas, outras condições são importantes para que um astro abrigue formas de vida. Leia a seguir.

- O corpo celeste deve estar próximo o suficiente de uma estrela para que ela seja sua fonte de energia (luz e calor), a fim de manter o metabolismo dos seres vivos.
- O corpo celeste deve ser estável e durar bilhões de anos, possibilitando que a vida se origine e evolua.

- Comente com os alunos que o surgimento da vida na Terra dependeu de diversos fatores, como a composição e a estrutura interna do planeta, a presença de atmosfera e até mesmo a posição da Terra no Sistema Solar.

### Um texto a mais

- Ao trabalhar com os alunos os conteúdos desta página, apresente-lhes mais informações sobre a zona habitável.

[...]

Zona de Habitabilidade é o termo científico para uma região de um sistema estelar, planetário ou galáctico que reúne as condições físico-químicas necessárias para o desenvolvimento da vida.

[...]

O que é necessário ao desenvolvimento da vida?

Para que se estabeleça a possibilidade de desenvolvimento de vida fora da Terra, três condições iniciais devem ser satisfeitas:

- O objeto não pode ser muito quente ou muito frio, deve ter temperatura adequada para conter água líquida.
- O objeto deve ter alguma fonte que forneça energia (luz estelar, calor interno ou energia química), para manter o metabolismo dos seres vivos.
- O objeto deve ser estável a ponto de durar bilhões de anos, permitindo que a vida surja e se desenvolva.

Resumindo, Zona de Habitabilidade (ZH) é a resposta para a pergunta: onde procurar vida no Universo?

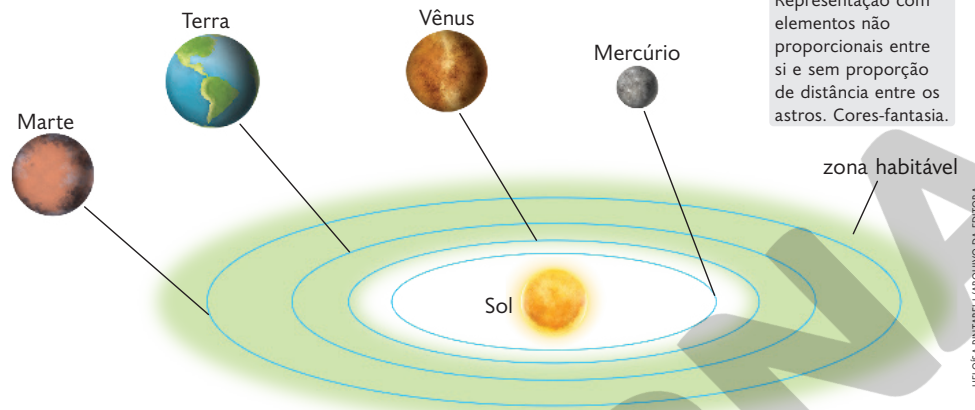
SOUZA, Alexandre B. de; MARTINS, Evelyn C. F. M.; BONFIM, Víctor de Souza. Aula 8: Zona de habitabilidade: estelar, planetária e galáctica. Univap. Disponível em: [https://www1.univap.br/spilling/AB/Aula\\_8%20Zona%20de%20habitabilidade.pdf](https://www1.univap.br/spilling/AB/Aula_8%20Zona%20de%20habitabilidade.pdf). Acesso em: 15 jun. 2022.



• Enfatize que, apesar de o planeta Marte estar em uma posição dentro da zona habitável do Sistema Solar, outras características dele não permitiram a manutenção de vida humana no planeta. Comente que, nos dias atuais, há diversas pesquisas para tentar descobrir se já houve alguma forma de vida em Marte.

Sobre este tema, solicite aos alunos que realizem uma pesquisa. Eles devem investigar as missões espaciais que estão estudando o planeta Marte e apresentar alguns dos resultados dessas missões, como indícios da presença de água congelada no subsolo marciano, marcas no solo que parecem ter sido causadas por correntes de água, entre outras descobertas.

A distância que a Terra se localiza em relação ao Sol e a presença e composição de sua atmosfera estão diretamente relacionadas à sua capacidade de abrigar vida. Verifique na imagem uma representação da posição que a Terra e outros planetas do Sistema Solar ocupam na zona habitável da estrela Sol.



Representação de zona habitável do Sistema Solar, destacada em verde na imagem, e dos planetas que se localizam nessa área.

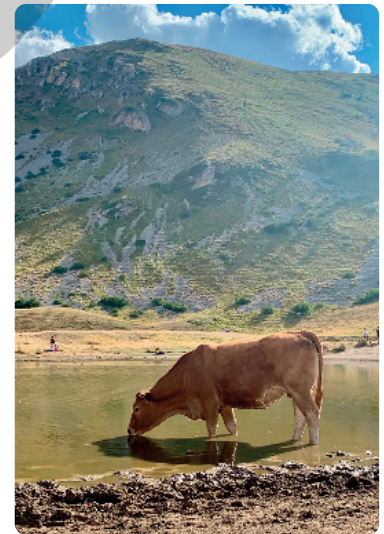
Fonte de pesquisa: NASA. *Kepler-22b*: comfortably circling within the habitable zone. 5 dez. 2011. Disponível em: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/kepler/multimedia/images/kepler-22b-diagram.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/multimedia/images/kepler-22b-diagram.html). Acesso em: 9 maio 2022.

A Terra encontra-se a uma distância de aproximadamente 150 milhões de quilômetros do Sol. Essa distância é suficiente para possibilitar que a Terra mantenha uma temperatura que viabiliza a presença de água no estado físico líquido.

A água líquida é essencial para os seres vivos, pois participa das reações químicas que ocorrem nas células e do transporte de substâncias que ocorrem nos organismos. Portanto, a presença dessa substância é considerada um indicativo de viabilidade de vida em um planeta ou outro astro.

A presença de atmosfera e sua composição permitem reter parte do calor proveniente do Sol próximo à superfície da Terra, contribuindo para manter sua temperatura média adequada à vida. Além disso, na atmosfera terrestre encontra-se a camada de ozônio, que bloqueia parte dos raios ultravioleta do Sol, nocivos aos seres vivos.

Vaca bebendo água em um rio sob a luz solar no Parque Nacional Gran Sasso, na Itália, em 2020.



Além das características citadas anteriormente, a atmosfera terrestre é composta de gases que viabilizam a vida, como o gás oxigênio, que participa da respiração de muitos seres vivos, e o dióxido de carbono ou gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), utilizado na fotossíntese pelos seres vivos autótrofos.

Apesar de as condições apresentadas serem essenciais à vida, há organismos, como algumas bactérias e arqueias, citadas no início deste capítulo, que podem viver em condições adversas à maioria dos seres vivos. Eles são chamados **extremófilos**.

## Tardígrados

Você já ouviu falar em **tardígrados** ou **ursos-d'água**, como também são chamados?

Os tardígrados são animais que têm chamado a atenção de pesquisadores. Eles são seres vivos microscópicos com tamanho entre 0,05 mm a 1,25 mm e corpo cilíndrico com oito pernas. Dependendo da espécie, cada perna pode ter de quatro a oito garras. Mas não é só sua aparência pouco comum que chama a atenção. Até o momento, os tardígrados são considerados as criaturas mais resistentes do planeta.

Esses animais são capazes de sobreviver a condições que muitos dos seres vivos não suportariam, como temperaturas de cerca de  $-271\text{ }^\circ\text{C}$  a  $150\text{ }^\circ\text{C}$ , pressões equivalentes ao vácuo do espaço e altas radiações.

A maioria das espécies de tardígrados vive em águas frescas de rios e lagos. No entanto, quando colocados em situações extremas, como períodos de seca, perdem praticamente toda a água do corpo e entram em um estado no qual as atividades metabólicas ficam suspensas. Quando a água se torna disponível novamente e as condições voltam a ser adequadas, os tardígrados restabelecem o metabolismo.

Algumas missões espaciais já levaram tardígrados ao espaço, a fim de estudar, por exemplo, seu comportamento diante das condições inóspitas, obter informações que contribuiriam para a sobrevivência humana fora da Terra e ajudar a elucidar a origem dos seres vivos.



Tardígrados (*Echiniscus testudo*). Imagem obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 270 vezes. Colorizada em computador.

POWER AND SYREDS/SHUTTERSTOCK

• Ao abordar os organismos extremófilos, comente com os alunos que esses seres dispõem de características que permitem sua sobrevivência em ambientes com altas temperaturas, elevada concentração de sais, baixas temperaturas, alta incidência de radiação ultravioleta, muita acidez, entre outras condições que muitos seres vivos não conseguiriam suportar. Diga a eles que as bactérias são a maioria dos organismos extremófilos. O estudo desses seres permite que os alunos desenvolvam a habilidade **EF09CI16**, pois lhes são dados argumentos para que discutam a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida.

### Um texto a mais

• Ao trabalhar com os alunos os conteúdos sobre tardígrados, converse com eles também a respeito das teorias de que esses seres vivos sejam terrestres ou extraterrestres.

[...]

### Tardígrados: terráqueos ou extraterrestres?

A panspermia é a teoria que defende que a vida na Terra foi trazida por corpos de fora como meteoros, ou seja, defende que o início da vida no nosso planeta é alienígena. Devido à capacidade dos tardígrados em sobreviver em locais inóspitos, algumas pessoas defendem que os tardígrados tenham origem extraterrestre, mas a pesquisadora da Universidade Rural de Pernambuco, Célia Rocha, afirma que é impossível que o tardígrado tenha origem extraterrestre, pois toda a história evolutiva deles, incluindo inúmeros registros fósseis, está documentada como uma existência desenvolvida no planeta Terra.

[...]

RIBEIRO, Aline. A importância dos tardígrados para as missões espaciais. *Espaço do Conhecimento – UFMG*, 15 mar. 2022.

Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/a-importancia-dos-tardigrados-para-as-missoes-espaciais/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

• O tópico **A busca por vida em outros planetas** permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**, pois aborda a utilização de telescópios, sondas e outros instrumentos para observação e estudos de planetas e outros corpos celestes. Além disso, a temática favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI16** da BNCC, uma vez que instiga os alunos a refletir sobre a viabilidade de vida fora do planeta Terra.

• Ao tratar da questão **4**, incentive-os a desenvolver uma **leitura inferencial**. Para isso, pergunte-lhes em quais componentes do ambiente o carbono é encontrado, relacionando o tema da questão com os conhecimentos prévios deles. Com essa abordagem, eles devem perceber que a presença de carbono pode indicar a existência, em algum momento, de seres vivos em Marte.

• Inicie o estudo deste tópico fazendo aos alunos algumas perguntas, como as indicadas a seguir.

> Quantos astros vocês acham que há no Universo?

> Vocês acreditam que é possível existir vida em algum astro do Universo que não seja a Terra?

> Caso considerem possível a existência de vida em diferentes locais do Universo, como acham que seriam esses seres vivos?

> Vocês já assistiram a algum filme de ficção científica que retrata a vida fora da Terra? Em caso afirmativo, como eram os seres vivos nesses outros astros?

• A respeito da quantidade de astros presentes no Universo, comente que, considerando apenas os planetas, estima-se que há cerca de 100 bilhões, dos quais aproximadamente 17 bilhões são semelhantes à Terra.

• Leve os alunos a refletir sobre os limites dos filmes de ficção científica, a maioria dos quais considera a existência apenas de vida semelhante à humana, não explorando outras possibilidades.

## A busca por vida em outros planetas

Leia o trecho de reportagem a seguir.

Glossário

### Vida ancestral pode ser uma das explicações da última descoberta em Marte

[...]

Uma nova análise de amostras de sedimentos coletadas pelo veículo espacial revelou a presença de carbono – e a possível existência de vida antiga no planeta vermelho é apenas uma explicação potencial para o motivo de sua existência.

[...]

STRICKLAND, Ashley. Vida ancestral pode ser uma das explicações da última descoberta em Marte. *CNN Brasil*, 17 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/vida-ancestral-pode-ser-uma-das-explicacoes-da-ultima-descoberta-em-marte/>. Acesso em: 9 maio 2022.

**Questão 4.** Por que a descoberta de carbono em Marte pode ser uma possível evidência de vida antiga nesse planeta?

A possibilidade da existência de outros planetas semelhantes à Terra e com condições de abrigar vida é um questionamento feito pelo ser humano desde a Grécia Antiga. Nessa época, alguns filósofos, como o grego Demócrito (460 a.C.-370 a.C.), acreditavam que existiam no Universo outros planetas, alguns diferentes e outros semelhantes à Terra. Já outros filósofos, como os gregos Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) e Platão (427 a.C.-347 a.C.), acreditavam que a Terra era única no Universo e apenas nela era possível a existência da vida.

Com o desenvolvimento de instrumentos de observação, como os telescópios, e da tecnologia espacial, muito foi descoberto a respeito do Universo. Hoje sabemos que, além do Sistema Solar, existem outros sistemas planetários que têm planetas com algumas características semelhantes à Terra. No entanto, até o momento, o ser humano não comprovou a existência de vida em outros planetas.

O telescópio Hubble foi o primeiro grande telescópio a ser lançado no espaço, em 1990.

Ao longo de mais de 30 anos em operação, esse telescópio possibilitou ao ser humano explorar o Universo e seus astros. Hubble é responsável, por exemplo, por fornecer dados e imagens de planetas e astros não apenas do Sistema Solar. Possibilitou também conhecer mais precisamente a idade do Universo, a formação de galáxias e a evolução das estrelas.



Telescópio Hubble. Imagem capturada por tripulante da nave Atlantis, durante última missão a serviço desse telescópio, em 2009.

**Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos argumentem em suas respostas que o carbono é um elemento químico que faz parte do organismo de todos os seres vivos que conhecemos atualmente. Por isso, encontrar esse elemento químico poderia ser um indicativo de que pelo menos em algum momento Marte tenha abrigado vida.



Um dos planetas do Sistema Solar mais estudados em relação a evidências de vida é Marte, pois se acredita que no passado esse planeta apresentava condições propícias à vida. **Professor, professora:** A imagem da superfície de Marte é um mosaico de várias imagens capturadas pela câmera Mars Hand Lens Imager presente na sonda Curiosity.

Diversos estudos feitos com o auxílio de sondas espaciais revelaram indícios não somente da presença de carbono, elemento químico encontrado em todo ser vivo, mas também de água congelada abaixo da superfície de Marte. Essas descobertas sugerem que em algum momento de sua história esse planeta pode ter tido água no estado líquido, formando corpos de água.

Marte tem sido cogitado por alguns pesquisadores como um possível planeta a ser colonizado por seres humanos. Nesse sentido, diversos estudos têm sido desenvolvidos. Porém, muitos desafios teriam de ser superados para que essa colonização ocorresse.

A atmosfera de Marte é composta principalmente por dióxido de carbono (95%) e contém apenas traços de outros gases, como o gás oxigênio, necessário à respiração humana. Além disso, as baixas temperaturas e pressões da atmosfera marciana dificultam a presença de água líquida, e o planeta tem alta incidência de radiação ultravioleta. Todos esses desafios teriam de ser superados, inclusive o de obter alimentos em condições tão hostis.

Considerando o ponto da órbita de Marte em que ele se encontra mais próximo da Terra, a distância é de cerca de 60 milhões de quilômetros da Terra. Apesar de toda expectativa, ainda não existe tecnologia para uma viagem humana até Marte.

Além de Marte, as luas de Júpiter e Saturno também são cogitadas pelos pesquisadores como possíveis candidatas a abrigar ou terem abrigado formas de vida.

Fora do Sistema Solar já foram identificados diversos **exoplanetas** que estariam na zona habitável de sua estrela.

**Exoplaneta:** planeta localizado fora do Sistema Solar, orbitando uma estrela que não é o Sol.

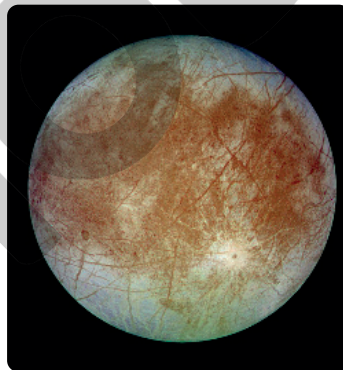
Europa, lua de Júpiter. Imagem obtida em 2017 pela extinta nave espacial Galileu, da Nasa, que orbitava Júpiter e suas luas.



PL-CALTECH/MSS/NASA

Imagem da superfície de Marte obtida por meio da sonda Curiosity da (Nasa), em 2016.

Imagens não proporcionais entre si.



GALILEO PROJECT/UNASA

- Comente que a **Astrobiologia** é a ciência que estuda o surgimento e a evolução da vida na Terra, assim como a possibilidade de existência de vida em outros planetas ou corpos celestes.

- Pergunte aos alunos se eles acham mais provável que a vida fora da Terra seja semelhante à dos seres humanos ou diferente dela. Incentive-os a apresentar seus pontos de vista e, em seguida, leve-os a perceber que a busca por vida fora do planeta Terra não está, necessariamente, relacionada à procura por vida semelhante aos seres humanos, mas sim de seres vivos em geral, em especial microrganismos.

- Informe aos alunos que a Astrobiologia geralmente usa como modelo de vida os seres vivos microscópicos, pois muitos deles apresentam resistência a condições extremas.

- Caso necessite de mais informações sobre a Astrobiologia, consulte o livro *Astrobiologia: uma ciência emergente*, produzido pela Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

• Comente com os alunos que, apesar de conseguirmos identificar planetas e outros corpos celestes em zonas habitáveis de outras estrelas, a composição desses planetas e de suas atmosferas é bem diferente da apresentada pela Terra. Portanto, acredita-se que as formas de vida que esses planetas podem abrigar são microscópicas e diferentes daquelas que vemos na Terra.

Enfatize que, nesse caso, e considerando a tecnologia que temos atualmente, o único planeta acessível e conhecido por nós capaz de abrigar os seres humanos é a própria Terra. Assim, necessitamos cada vez mais agir com responsabilidade a fim de diminuir os impactos das nossas ações na natureza, garantindo uma boa qualidade de vida para as próximas gerações.

Um exemplo de exoplaneta é o Proxima Centauri b, localizado a 4 anos-luz da Terra. Ele orbita a estrela Proxima Centauri, a mais próxima do Sistema Solar já descoberta, e estaria localizado na zona habitável, possibilitando, portanto, a existência de água no estado líquido.

Porém, apesar de estar na zona habitável, até o momento pouco se sabe sobre as condições de sua atmosfera e a incidência de radiação, por exemplo.

Representação do exoplaneta Proxima Centauri b.

Mesmo que o exoplaneta Proxima Centauri b apresente condições semelhantes à Terra e seja um dos exoplanetas mais próximos a ela, atualmente não seria possível uma viagem interplanetária até esse astro. Isso porque ainda não há tecnologias capazes de viajar a longas distâncias em altas velocidades, de modo a tornar viável o deslocamento a distâncias como de 4 anos-luz.

Portanto, até o momento, a Terra é o único planeta capaz de abrigar a vida como conhecemos. E mesmo que exista outro astro com as mesmas características, dentro ou fora do Sistema Solar, o ser humano ainda não desenvolveu tecnologia suficiente para uma possível colonização.

Dessa maneira, é importante cuidar do planeta Terra e conservá-lo, utilizando de forma responsável e sustentável os recursos presentes nele, a fim de que eles também possam ser usados pelas gerações futuras. Além disso, é preciso que todos estejam atentos e contribuam para minimizar problemas ambientais eminentes, como o aquecimento global.

A **responsabilidade** é uma competência relacionada ao comprometimento na forma como agimos nos âmbitos pessoal, social, ambiental ou profissional. Ela nos leva a assumir as consequências de nossos atos, pois eles podem afetar o ambiente e outros seres vivos ao nosso redor.

### Sugestões complementares

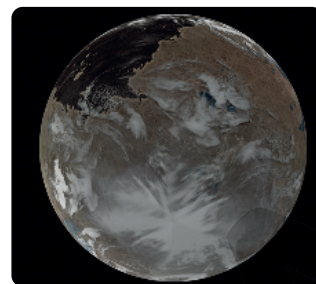
No livro *Desvendando o Universo*, você pode realizar uma viagem pelo espaço, adquirindo conhecimentos, por exemplo, a respeito de como a vida surgiu na Terra, se existe vida em outros planetas e do que a Terra é composta. Além disso, por meio dessa leitura, poderá compreender os problemas causados à sociedade pela pseudociência e pelas falsas notícias, conhecidas como *fake news*.

#### Glossário

*Desvendando o Universo*, de Stephen e Lucy Hawking. São Paulo: Seguinte, 2021.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



NASA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

## Origem da vida na Terra

Questão 5. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do assunto. Anote as principais informações na lousa e retome-as em momentos oportunos da aula.

**Questão 5.** Em sua opinião, como surgiu a vida na Terra?

O surgimento e a diversificação dos seres vivos na Terra foram alguns dos importantes fatos que ocorreram no planeta ao longo do tempo. Mas como esses seres vivos surgiram na Terra?

Há muito tempo o ser humano tenta compreender e responder a essa questão. Muitos povos criaram diversas lendas e mitos para tentar explicar esse assunto. Leia a seguir a explicação do grupo africano dogons sobre a criação do mundo.

Um deus chamado Amma criou o Sol e a Lua, que tinham a forma de vasos. Depois, fez bolinhas de barro e com elas fez as estrelas e as espalhou no espaço.

Amma viu a Terra e decidiu unir-se a ela. Eles tiveram um filho que nasceu na forma de chacal. Amma uniu-se à Terra novamente e eles tiveram gêmeos. Os dois nasceram verdes, com a parte superior do corpo na forma humana e a inferior com formato de serpente e oito membros. Eles eram os espíritos chamados Nummo e subiam aos céus para receber instruções do seu pai. Os Nummo representavam a força vital e a água, pois estavam nos mares, nos rios e na chuva.



Dançarinos dogons em Tiredi, Mali, no continente africano, em 2014.

Um dia, quando olharam para cima, os Nummo viram sua mãe nua e, para vesti-la, desceram feixes de fibras de plantas, cobrindo-a. O primeiro filho, o chacal, com inveja, atacou sua mãe e a contaminou. Amma então resolveu criar seres vivos sem a Terra. Mas não nasceram mais gêmeos, nasceram homem e mulher a partir de uma única alma.

Fonte de pesquisa: WIKLE, Thomas. Living and spiritual worlds of Mali's Dogon people. *Focus on Geography*. Disponível em: <http://www.focusongeography.org/publications/articles/mali/index.html>. Acesso em: 6 jun. 2022.

Como você pôde perceber no texto, os dogons observavam os astros no céu e, assim como várias outras culturas, acreditavam que eles estariam relacionados à origem do Universo e dos seres vivos.

No meio científico também se buscam respostas para essa questão.

• No trabalho com a questão 5 e na explicação dos Dogons sobre a criação do mundo, enfatize aos alunos a importância do respeito às diferentes culturas, valorizando a diversidade de indivíduos, sem preconceitos de qualquer natureza, desenvolvendo a **Competência geral 9** da BNCC e o tema contemporâneo transversal **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras**. Esta questão possibilita, ainda, o trabalho com a **Competência geral 2** e com a **Competência específica de Ciências da Natureza 3**, pois incentiva os alunos a formular hipóteses com base em conhecimentos prévios e científicos, promovendo a investigação e a busca por respostas.

Permita aos alunos que exponham para a turma as suas respostas, enfatizando que os colegas devem respeitar as opiniões e os conhecimentos dos outros.



- Comente com os alunos que a geração espontânea não é uma proposição sobre a origem da vida na Terra, como as hipóteses heterotróficas, autotróficas ou da panspermia. Ela foi proposta para explicar como se originam os seres vivos nas condições atuais da Terra.

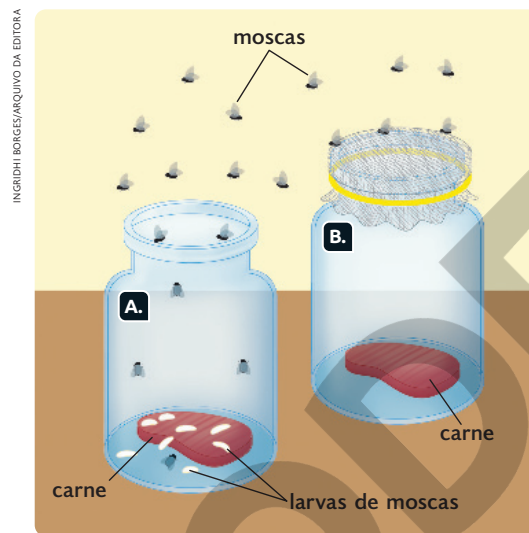
- A geração espontânea era considerada verdadeira para o naturalista francês Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, mais conhecido como Lamarck (1744-1829), que a incorporou em sua teoria sobre a evolução dos seres vivos, como será estudado posteriormente.

- Ao abordar os experimentos desenvolvidos por Redi, Needham, Spallanzani e Pasteur, enfatize aos alunos as características do método científico baseado na investigação e na experimentação. Além disso, é possível identificar o caráter mutável do conhecimento científico. Explique que, à medida que novos experimentos são realizados, o conhecimento sobre determinado assunto pode ser revisto, complementado, alterado ou refutado, como ocorreu com a ideia da geração espontânea.

Ao longo do tempo, os cientistas elaboraram várias teorias e hipóteses sobre a origem da vida na Terra. Vamos iniciar por duas delas: a abiogênese (ou geração espontânea) e a biogênese. Antes de estudá-las, devemos nos lembrar de que as ideias surgiam das observações e depois os cientistas lançavam ideias e experimentos para comprovar se suas hipóteses seriam corretas ou não.

Quando analisamos carne em decomposição, percebemos que há larvas nela. Até o século XIX, o surgimento dessas larvas era explicado por algumas pessoas por meio da hipótese da geração espontânea. De acordo com ela, acreditava-se que partes da carne crua se transformavam em larvas de mosca, ou seja, os seres vivos se formavam de uma matéria inanimada, sem vida.

Mas muitos cientistas não consideravam essa explicação correta. Por isso, ainda no século XVII, muitos pesquisadores desenvolveram experimentos sobre o tema. Entre eles destacou-se o médico italiano Francesco Redi (1626-1697). Verifique a seguir.



Redi colocou carne em dois recipientes. Um deles (A) ficou destampado, enquanto o outro (B) foi coberto por uma gaze. Depois de um tempo, o pesquisador constatou que apareceram larvas apenas no recipiente destampado (A), no qual moscas tiveram contato com a carne.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

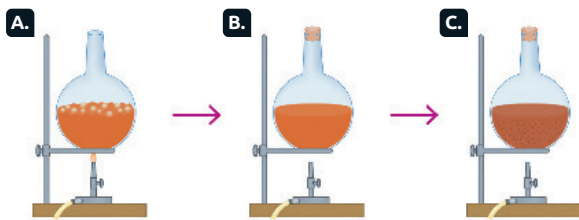
Fonte de pesquisa: VIDA e Educação em Ciências: 3 - A origem da vida na Terra. p. 23. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/imprensa/rededor/EnsinoCiencias/VidEd\\_2011\\_2012/VidEd\\_v2\\_Semana\\_03.pdf](https://midia.atp.usp.br/imprensa/rededor/EnsinoCiencias/VidEd_2011_2012/VidEd_v2_Semana_03.pdf). Acesso em: 9 maio 2022.

Representação do experimento realizado por Redi.

Diante dos resultados de suas observações, Redi concluiu que as larvas se originavam de ovos deixados pelas moscas que pousavam na carne. Ele defendia a hipótese da biogênese, que afirma que os seres vivos provêm de outros seres vivos, e não da matéria inanimada. Assim, seu experimento confirmou a hipótese por ele defendida.

Embora experimentos como o de Redi levassem a crer que a geração espontânea não era válida, a descoberta dos microrganismos, no século XVII, fez muitos estudiosos se valerem da geração espontânea para explicar o surgimento desses seres vivos.

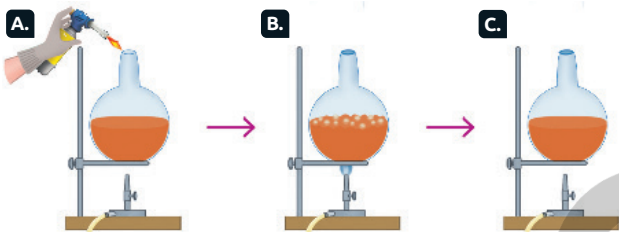
Um dos estudiosos defensores da hipótese da geração espontânea era o naturalista inglês John Tuberville Needham (1713-1781). Analise a seguir.



Representação do experimento realizado por Needham.

- Needham colocou caldo de carne em um recipiente e o ferveu a fim de eliminar os seres vivos microscópicos presentes no caldo de carne e no recipiente.
- Posteriormente, Needham usou uma rolha para vedar o recipiente, impedindo que microrganismos do ambiente entrassem nesse recipiente.
- Depois de alguns dias, o naturalista observou a presença de seres vivos microscópicos no caldo de carne, concluindo que eles surgiram nesse recipiente por meio da geração espontânea.

Outros estudiosos discordavam da geração espontânea, como o italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799). Ele reproduziu o experimento de Needham fazendo algumas alterações. Confira a seguir.



Representação do experimento realizado por Spallanzani.

- Spallanzani colocou caldo de carne dentro do recipiente e, em seguida, utilizando fogo, derreteu sua abertura, tornando-o completamente lacrado e impedindo a entrada de ar.
- Posteriormente, o caldo de carne e o ar presentes dentro do recipiente foram expostos à temperatura mais alta e por mais tempo do que no experimento realizado por Needham.
- Após alguns dias, não se observou a presença de seres vivos microscópicos no caldo de carne.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: TEIXEIRA, Luís Antônio; PALMA, Ana. O mistério de geração 2: o debate pega fogo. *Fiocruz*, 29 nov. 2021. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-misterio-de-geracao-2-o-debate-pegafogo/>. Acesso em: 9 maio 2022.

Fonte de pesquisa: TEIXEIRA, Luís Antônio; PALMA, Ana. O mistério de geração 2: o debate pega fogo. *Fiocruz*, 29 nov. 2021. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-misterio-de-geracao-2-o-debate-pegafogo/>. Acesso em: 9 maio 2022.

- Ao abordar os experimentos de Needham, realize a atividade proposta a seguir.

### Atividade a mais

- Peça aos alunos que representem o experimento de Needham em seus cadernos. Em seguida, solicite que levantem hipóteses sobre o aparecimento de microrganismos nos frascos desse experimento. O levantamento de hipóteses e a argumentação com base em análise de dados científicos contribuem para o desenvolvimento da **Competência geral 7** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 5** da BNCC.

Observe as hipóteses e a argumentação levantadas pelos alunos. Verifique se eles são capazes de perceber falhas no processo de esterilização do caldo de carne no experimento de Needham, bem como a possibilidade de vedação insuficiente do recipiente, o que poderia ter permitido a entrada de microrganismos do ambiente. Além disso, eles podem citar a ocorrência de esporos de microrganismos, os quais são resistentes a temperaturas elevadas, relevando tal comportamento nas condições do experimento do naturalista.

- Esta abordagem possibilita que os alunos tenham contato com etapas do método científico, de modo a perceber que os resultados dos experimentos podem ser diferentes dos esperados ou ser afetados por erros experimentais.

• Ao abordar com os alunos o experimento de Pasteur, enfatize a eles a sua importância e o motivo pelo qual experimentos como de Spallanzani não foram aceitos. Comente com eles que, na época em que tais experimentos foram realizados, acreditava-se na força vital para que ocorresse a geração espontânea. Essa força estaria presente, por exemplo, no ar. O experimento de Spallanzani não foi aceito pelos adeptos da hipótese da biogênese porque, em seus testes, não havia entrada de ar. O grande mérito de Pasteur foi desenvolver um experimento que permitisse a entrada de ar, não sendo, portanto, questionado pelos defensores da força vital, e evitasse a contaminação do caldo de carne. O formato do frasco usado por Pasteur foi essencial para que o experimento fosse mais aceito em sua época.

### Um texto a mais

• Além da questão relacionada à geração espontânea, Louis Pasteur contribuiu de outras maneiras para o desenvolvimento científico. Caso considere oportuno, leia o texto a seguir para os alunos, que é sobre esse pesquisador.

[...] Formado em química, seu interesse inicial foi a cristalografia; porém logo se voltou para os estudos práticos sobre as doenças da fermentação do vinagre, do vinho e da cerveja, e depois para os estudos sobre infecções que afligiam seres humanos e [outros] animais. Desenvolveu então vacinas contra o antraz e a raiva e deu origem a muitas pesquisas bem-sucedidas no combate a uma série de outras doenças.

[...] Ainda em 1863, por diretiva de Napoleão III, iniciou um estudo sobre as doenças dos vinhos, que por razões desconhecidas algumas vezes se transformavam em vinagre ou amargavam ou mesmo deterioravam. Pasteur demonstrou ser a decomposição bacteriana responsável por esses efeitos e, apesar de inicialmente considerar a introdução de algum antisséptico no vinho, descobriu que um tratamento térmico seria uma solução mais viável — [...] na verdade, método já empregado por camponeses em algumas re-

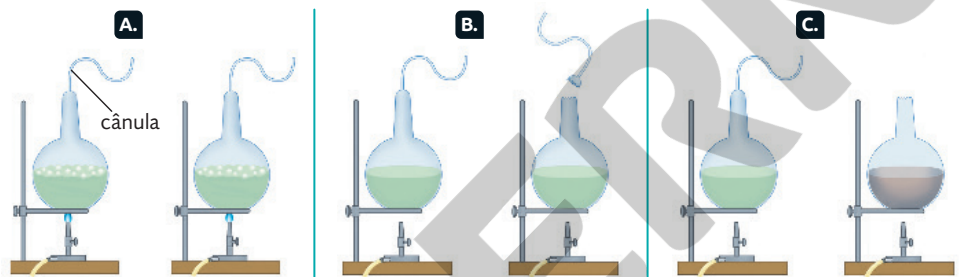
Com os resultados de sua pesquisa, Spallanzani comparou-os ao experimento realizado por Needham e chegou a algumas conclusões. Para ele, no experimento de Needham, a temperatura à qual foram expostos o ar e o caldo de carne, presentes no interior do recipiente, não foi suficiente para eliminar os seres vivos microscópicos. Além disso, Spallanzani sugeriu que Needham não vedou adequadamente o recipiente, permitindo a entrada de ar com microrganismos no recipiente.

Além de Needham e Spallanzani, outros cientistas fizeram mais estudos sobre o tema. O químico francês Louis Pasteur (1822-1895), por exemplo, contribuiu para verificar que a geração espontânea não era válida nem mesmo para os microrganismos. Verifique a seguir.



MICHELE BRIGES/ALAMY/FOTODIRENA

Pintura de Louis Pasteur feita pelo pintor finlandês Albert Edelfelt (1854-1905), na enciclopédia universal Harmsworth's na década de 1940.



ILUSTRAÇÕES: INGRIDHI BORGES/ARQUIVO DA EDITORA

Representação do experimento realizado por Pasteur.

Fonte de pesquisa: SADAVA, David. *et al. Vida: a ciência da Biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1. p. 71.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

- Pasteur utilizou recipientes de vidro com extensões, conhecidas como cânulas, que permitem a entrada de ar no recipiente, mas impedem que microrganismos tenham contato com o interior dele. Em cada um dos recipientes, Pasteur colocou um líquido com substâncias que favoreciam o crescimento de microrganismos. Em seguida, ferveu os líquidos para eliminar todos os microrganismos que pudessem existir no interior deles.
- Após a fervura, retirou a cânula de um dos recipientes. Depois disso, deixou os recipientes em repouso por alguns dias, todos expostos às condições do ambiente.
- Após esse período, o pesquisador observou o desenvolvimento de microrganismos somente no recipiente cuja cânula havia sido retirada.

O resultado obtido por Pasteur permitiu verificar que os microrganismos que se originaram nos recipientes eram provenientes de outros presentes no ar.

56

giões da Espanha e de outros lugares. [...] A pasteurização — o aquecimento da cerveja ou do vinho por um curto período a 50 - 60 °C — foi logo aplicada a uma série de alimentos, especialmente ao leite e seus derivados.

[...]

SIMMONS, John. *Os 100 maiores cientistas da história: uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente*. 3. ed. Rio de Janeiro: Difel, 2003. p. 51-54.



## Pasteur e suas contribuições para a ciência

Analise a foto a seguir. **Questões a, b e c. Respostas nas orientações ao professor.**



Embalagem de leite.

a) Ao verificar o rótulo de alguns alimentos, como o leite, é possível ler o termo **pasteurizado**. Em sua opinião, qual é o significado desse termo?

Além de contribuir para consolidar a teoria da biogênese, Pasteur realizou outros estudos envolvendo microrganismos que resultaram, por exemplo, no desenvolvimento de uma técnica chamada **pasteurização**, cujo nome é uma homenagem ao cientista.

O desenvolvimento da pasteurização foi possível quando mercadores franceses pediram a Pasteur que descobrisse por que os vinhos que eles vendiam se transformavam em vinagre com o tempo e, por isso, não podiam ser comercializados. Pasteur descobriu que isso acontecia porque no vinho havia bactérias que utilizavam o açúcar presente na bebida como fonte de energia para realizar a **fermentação**, modificando a bebida.

### Glossário

Como solução, Pasteur sugeriu que o aquecimento das bebidas poderia eliminar grande parte dessas bactérias, retardando a fermentação.

A pasteurização é utilizada até hoje em bancos de leite materno, na produção de bebidas, alimentos, medicamentos e outros produtos, a fim de eliminar microrganismos que podem causar doenças ou alterar as características do material, por exemplo.



Processo de pasteurização do leite materno em banco de leite do Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, em 2016.

Agora, responda no caderno às questões a seguir.

- b) O que o desenvolvimento da técnica de pasteurização por Pasteur e o experimento que comprovou a biogênese têm em comum?
- c) Você considera que a ciência recebe a valorização necessária para poder contribuir com a sociedade? Converse com os colegas sobre a importância de valorizar os estudos científicos e os cientistas.

- Ao abordar o processo de pasteurização, enfatize aos alunos que ele se refere a um tratamento térmico que elimina microrganismos termossensíveis e que a temperatura atingida durante o processo não passa de 100 °C. Explique que o aquecimento pode ser feito de diferentes formas, como pela injeção de vapor, por imersão em água quente, por aquecimento direto, entre outras.

- Ao trabalhar a questão **a**, se possível, leve o rótulo de produtos que passam por pasteurização e apresente-os aos alunos. Pergunte-lhes se existe algum motivo para que produtos pasteurizados sejam normalmente líquidos.

- Caso tenham dificuldade para responder à questão **b**, enfatize para eles que, em ambos os processos, os microrganismos são eliminados e questione-os a respeito da forma como isso acontece.

- Antes de os alunos responderem à questão **c**, avalie se eles compreenderam a importância da pasteurização e suas várias aplicações.

## Respostas

**Questão a.** O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dessa técnica de esterilização. Eles podem responder que ela é empregada para eliminar microrganismos que podem estar presentes nos alimentos, tornando-os seguros para o consumo.

**Questão b.** O uso do calor para eliminar microrganismos.

**Questão c.** Resposta pessoal. Esta questão tem como objetivo levar os alunos a refletir sobre a importância da ciência e de valorizá-la. Incentive-os a explicar a visão deles de como é a valorização das ciências no país em que vivem e no mundo.

## Sugestão de avaliação

Quando iniciar o conteúdo que aborda a origem da vida na Terra, aproveite para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos quanto ao assunto e ressalte a importância de respeitar as diferentes culturas, bem como suas explicações relativas à origem da vida na Terra. Caso os alunos questionem sobre o criacionismo, incentive-os a expressar livremente suas opiniões. Lembre-os de que a visão criacionista da vida deriva do conhecimento religioso, que se baseia em dogmas, ou seja, princípios estabelecidos em uma doutrina religiosa como certos e indiscutíveis. Enfatize, ainda, que todo tipo de conhecimento deve ser respeitado. Destaque, porém, que a base da explicação religiosa da origem da vida é diferente da explicação científica, que se apoia em fatos e evidências. Mostre a eles que a ciência é uma das formas de entender e explicar o mundo, mas não é a única; existem outras que também devem ser respeitadas. Se achar pertinente, lembre a lenda indígena que relata a origem do mundo, na página 22.

• O estudo das diferentes hipóteses sobre a origem da vida possibilita o trabalho com a **Competência geral 1** e com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC, pois aborda o conhecimento construído ao longo do tempo, enfatizando a importância dos diferentes estudos para compreender a história da vida na Terra, bem como o caráter provisório do conhecimento científico.

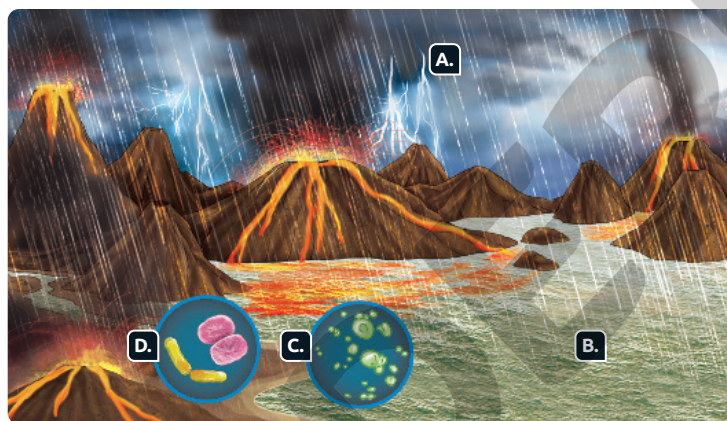
## Hipóteses sobre a origem da vida na Terra

Após o embate entre geração espontânea e biogênese, a segunda ideia passou a ser amplamente aceita.

Mas como teria surgido o primeiro ser vivo? Para buscar responder a esse questionamento, os cientistas passaram a desenvolver hipóteses. A seguir, estudaremos duas hipóteses sobre a origem dos primeiros seres vivos.

### Hipóteses heterotróficas

Na década de 1920, o bioquímico russo Aleksandr Ivanovich Oparin (1894-1980) propôs uma hipótese sobre a origem da vida na Terra. Além dele, o biólogo inglês John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) também desenvolveu estudos propondo explicações semelhantes. A junção dessas explicações sobre a origem da vida ficou conhecida como a **Hipótese de Haldane e Oparin**. Confira a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

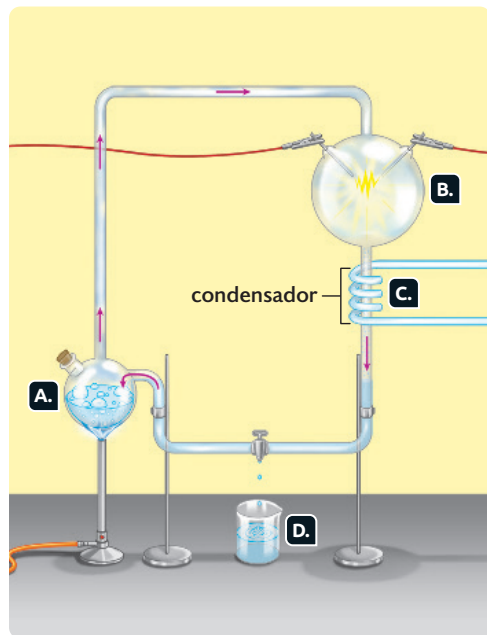
Fonte de pesquisa: O MUNDO em que vivemos. São Paulo: Abril Cultural. p. 44. v. 1.

— Representação da Hipótese de Haldane e Oparin sobre a origem da vida na Terra.

- Haldane e Oparin consideravam que a atmosfera terrestre era formada por vapor de água e gases, como metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono, amônia ( $\text{NH}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}_2$ ). Nesse ambiente primitivo, havia grande incidência de radiação ultravioleta, muita chuva e descargas elétricas. A energia proveniente dessas descargas elétricas e do Sol provocou reações químicas entre os componentes da atmosfera, resultando em compostos orgânicos simples.
- Com as chuvas, esses compostos orgânicos foram levados para oceanos e rios, onde se acumularam e reagiram entre si e com compostos do ambiente. Com o tempo, formaram-se compostos orgânicos complexos.
- Ao longo de milhões de anos, esses compostos complexos agregaram-se e foram delimitados por uma membrana, que permitiu a eles separar o ambiente interno do externo e desenvolver um metabolismo simples. Essas estruturas eram chamadas **coacervados**.
- Ao longo do tempo, os coacervados tornaram-se mais complexos e, assim, originaram os primeiros seres vivos.

Com o desenvolvimento da Hipótese de Haldane e Oparin, os cientistas fizeram experimentos para testá-la. Um deles foi realizado pelos químicos estadunidenses Stanley Lloyd Miller (1930-2007) e Harold Clayton Urey (1893-1981), em 1953.

Miller e Urey simularam em laboratório condições semelhantes às que Oparin e Haldane acreditavam existir na Terra primitiva para verificar se moléculas orgânicas poderiam se formar dos elementos supostamente presentes na atmosfera terrestre daquela época. Confira a seguir.



Representação do experimento de Miller e Urey.

No experimento de Miller e Urey, um recipiente (A) foi utilizado para representar os corpos de água.

Conectado a ele, havia outro recipiente (B) com uma mistura de gases semelhante à composição da atmosfera primitiva da Hipótese de Haldane e Oparin. Durante o experimento, o recipiente A foi aquecido, resultando na formação de vapor de água, que, por meio de tubulações, passava pelo B. Nele, o vapor de água e os gases recebiam descargas elétricas.

Ao passar pela área de resfriamento do condensador (C), esse vapor se condensava.

Amostras (D) eram coletadas para análises e a água líquida retornava para o recipiente A.

Fonte de pesquisa: SADAVA, David. *et al. Vida: a ciência da biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1. p. 72.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Na Hipótese de Haldane e Oparin e nos experimentos de Miller e Urey, os compostos orgânicos simples formados eram, basicamente, aminoácidos. Eles são componentes estruturais das proteínas, que fazem parte da estrutura e do funcionamento das células.

Na década de 1980, novos experimentos e estudos propuseram que os primeiros compostos orgânicos seriam semelhantes ao ácido ribonucleico (RNA). Isso porque o RNA tem a capacidade de se autorreplicar, ou seja, formar cópias de si mesmo e, em algumas espécies de seres vivos, exercer papéis semelhantes aos de enzimas. Essa nova hipótese ficou conhecida como **Mundo de RNA**.

**RNA:** tipo de ácido nucleico que faz parte das células dos seres vivos e exerce papéis diversos, como os relacionados à produção de proteínas.

#### Glossário

- Explique aos alunos que uma das grandes questões sobre como teriam surgido os seres vivos diz respeito à transmissão de características biológicas, ou seja, ao material genético. De acordo com estudos da década de 1980, o RNA é o material genético de alguns vírus e, ao mesmo tempo, atua catalisando reações químicas, isto é, aumenta a velocidade de determinadas reações químicas. Com base nessas evidências, foi proposta a hipótese de que o RNA é a molécula central da origem dos seres vivos, da qual o metabolismo e as células teriam evoluído.

#### Algo a mais

- Se julgar interessante, leia mais informações sobre a hipótese do Mundo de RNA no artigo indicado a seguir.

OLIVEIRA, Mariana C. de; MENCK, Carlos F. M. O mundo de RNA e a origem da complexidade da vida. In: MATIOLI, Sergio Russo; FERNANDES, Flora M. C. (ed.). *Biologia molecular e evolução*. Ribeirão Preto: Holos, 2012.



- Destaque para os alunos que as condições da Terra, quando do surgimento dos seres vivos, eram diferentes das atuais. Explique que a temperatura média do planeta era mais alta e que praticamente não existia gás oxigênio nos ambientes. Essas condições são similares às que ocorrem nas fontes hidrotermais.

- Informe aos alunos que, além das descobertas de seres vivos nas fontes hidrotermais, outra evidência que dá suporte à hipótese autotrófica é o fato de as reações químicas propostas na hipótese de Wächtershäuser já terem sido reproduzidas em laboratório. Esse pesquisador tem desenvolvido estudos também sobre como seriam as primeiras membranas das células. Caso queira ler mais informações a respeito desse assunto, consulte o site Seara da Ciência, da Universidade Federal do Ceará, indicado a seguir. Disponível em: <https://seara.ufc.br/pt/secoes-especiais-de-ciencia-e-tecnologia/secoes-especiais-biologia/origem-da-vida/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

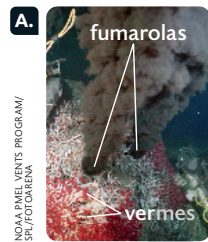
Tanto a Hipótese de Haldane e Oparin como a teoria do Mundo de RNA consideravam que os primeiros seres vivos da Terra não eram capazes de produzir o próprio alimento e obtinham a energia de que precisavam de compostos orgânicos presentes no meio. Por isso, elas ficaram conhecidas como **hipóteses heterotróficas** sobre a origem da vida na Terra.

## Hipóteses autotróficas

Mesmo com os experimentos de Miller e Urey, muitos cientistas não concordaram com as hipóteses heterotróficas. Entre os argumentos contrários a elas, os pesquisadores pontuaram que a Terra primitiva era praticamente desprovida de metano e amônia e não havia matéria orgânica suficiente para servir de alimento aos primeiros seres vivos. Dessa maneira, eles propuseram hipóteses afirmando que eles eram autotróficos, ou seja, produziam o próprio alimento. Por isso, elas foram chamadas **hipóteses autotróficas**.

Entre as hipóteses autotróficas, destacam-se as que consideram que os primeiros seres vivos surgiram em ambientes semelhantes às fontes termais, como a hipótese proposta pelo cientista alemão Günter Wächtershäuser (1938-). Para ele, os primeiros compostos orgânicos e seres vivos teriam surgido na superfície de rochas termais, no fundo dos oceanos.

Descobertas posteriores aos estudos desse cientista mostram que em fontes hidrotermais há seres vivos como bactérias, capazes de utilizar os compostos químicos presentes nesse ambiente como fonte de energia para a produção de matéria orgânica. Com isso, reforçou-se a hipótese de Wächtershäuser. Analise a seguir.



Fonte hidrotermal no oceano Pacífico, mostrando fumarolas e vermes *Riftia pachyptila*.



Verme: pode atingir aproximadamente 3 m de comprimento.

Vermes *Riftia pachyptila* no oceano Pacífico.

- Nas fontes hidrotermais, a água do oceano infiltra pelas fissuras da crosta oceânica e entra em contato com o magma do interior da Terra, atingindo alta temperatura. Além disso, muitos minerais que compõem as rochas da crosta reagem quimicamente, sendo lançados com a água para fora das fissuras. A água proveniente delas entra em contato com a água fria do oceano, produzindo as chamadas fumarolas.
- Nesses ambientes, existem seres vivos, como os vermes (*Riftia pachyptila*), que se associam a bactérias **quimioautotróficas**, capazes de produzir compostos orgânicos por meio da reação química de componentes liberados pelas fontes hidrotermais. Esses microrganismos autotróficos são a base de cadeias alimentares observadas nesses ambientes, que incluem caramujos, caranguejos e peixes, por exemplo.

**Glossário**

## Panspermia

As hipóteses que você estudou até aqui consideram que a vida surgiu na Terra e que os primeiros seres vivos poderiam ser heterotróficos ou autotróficos.

No entanto, algumas hipóteses científicas consideram que os primeiros compostos orgânicos, ou mesmo os primeiros seres vivos, teriam surgido em outras partes do Universo e chegado à Terra por meio de meteoritos. Essas hipóteses são conhecidas como **Panspermia**.



DENNIS K. JOHNSON/ALAMY/FOTARENA

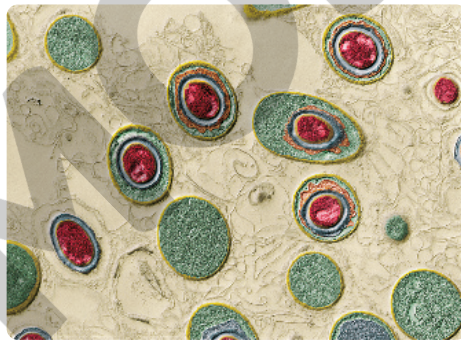
Turista observando o meteorito Hoba, na Namíbia, África, em 2021. Esse meteorito tem cerca de 60 toneladas.

Acredita-se que o filósofo grego Anaxágoras (499 a.C.-428 a.C.) tenha sido um dos primeiros a dizer que a vida teria surgido fora da Terra e, posteriormente, chegado a este planeta.

De acordo com estudos recentes, é possível que rochas de outros astros cheguem à Terra. Por exemplo, existem meteoritos constituídos de rochas encontradas em Marte. Além disso, estudos sobre a resistência dos esporos de bactérias indicam que elas conseguiriam sobreviver a uma viagem no espaço.

Os esporos de bactérias são formas de resistência desses seres vivos a condições adversas. Por isso, permitem a eles sobreviver nesse tipo de condição.

Esporos de bactéria *Bacillus anthracis*. Imagem obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 10 000 vezes. Colorizada por computador.



EYE OF SCIENCE/SPR/FOTARENA

- Relembre os alunos da diferença entre meteoróide, meteoro e meteorito. Meteoróide refere-se a corpos celestes pequenos e com composição rochosa que vagueiam pelo espaço. Alguns meteoróides podem entrar em contato com a atmosfera terrestre. Nesse caso, o atrito com as partículas da atmosfera faz o meteoróide se incendiar, dando origem ao meteoro, chamado popularmente estrela cadente, pois forma um rastro luminoso.

Caso o meteoro não seja desintegrado por completo ao atravessar a atmosfera terrestre, alguns fragmentos atingem a superfície terrestre, passando a ser chamados meteoritos.

- Se necessário, para facilitar o entendimento dos alunos, faça um esquema na lousa representando esses corpos celestes no espaço e na Terra. Para isso, ilustre parte do globo terrestre e da atmosfera e represente uma pequena esfera fora dela. Identifique essa esfera como sendo um meteoróide. Em seguida, ilustre outra esfera na atmosfera terrestre e indique-a como sendo um meteoro. Posteriormente, ilustre uma terceira esfera já em algum ponto da superfície terrestre e identifique-a como sendo um meteorito.

- Quando terminar de abordar o conteúdo relacionado às hipóteses sobre a origem da vida na Terra, peça aos alunos que digam se eles já assistiram a algum filme ou série que trata desse tema. Caso algum deles responda que sim, peça-lhe que compartilhe detalhes com a turma. Essa abordagem os leva a compartilhar experiências que fazem parte das **culturas juvenis** e que estão conectadas ao conteúdo deste capítulo.

### Glossário

• Nas atividades 1 e 2, espera-se que os alunos relembrem as condições em que os primeiros seres vivos foram formados de acordo com a hipótese de Haldane e Oparin. Caso eles tenham dificuldade para responder, pergunte-lhes que gases existiam na atmosfera segundo essa hipótese e a quais condições ambientais as substâncias estavam sujeitas.

• Ao abordar a atividade 3, auxilie os alunos pedindo-lhes que se recordem do experimento realizado por Needham e pergunte-lhes se as condições às quais o frasco ficou sujeito realmente foram suficientes para matar os microrganismos e vedá-lo.

• Na atividade 4, se necessário, peça aos alunos que informem a ideia fundamental da abiogênese e pesquisem as condições em que os fungos se desenvolvem.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à atividade 5, pergunte-lhes se existem estudos e possibilidades de haver vida fora do planeta Terra.

## Respostas

2. A hipótese de Haldane e Oparin afirma que as primeiras moléculas se formaram por meio de reações químicas entre os gases da atmosfera, resultando em moléculas simples que foram se acumulando nos oceanos. Essas moléculas simples eram os aminoácidos, os quais se uniram, formando substâncias mais complexas – as proteínas. O meio líquido teria ficado rico em substâncias químicas necessárias à vida. Ao longo de milhões de anos, as proteínas teriam se agrupado, constituindo agregados chamados coacervados.

3. Porque, com a observação dos microrganismos por meio do microscópio, os pesquisadores perceberam que, mesmo quando aqueciam líquidos, após alguns dias poderiam ser observadas bactérias nesses materiais. Isso os levou a acreditar que, embora a geração espontânea não ocorresse para seres vivos maiores, como vegetais e animais, ela ocorreria para os microrganismos.

4. b) Resposta pessoal. Os esporos (ou pequenas partes do fungo) poderiam estar presentes no pão

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Segundo a Hipótese de Haldane e Oparin, em que meio teriam se originado os primeiros seres vivos? **1. Resposta:** Em um meio líquido, rico em aminoácidos e proteínas.
2. Como a Hipótese de Haldane e Oparin explica a origem dos primeiros seres vivos na Terra? **2. Resposta nas orientações ao professor.**
3. Por que a descoberta dos microrganismos fez muitos pesquisadores voltarem a acreditar na hipótese da geração espontânea? **3. Resposta nas orientações ao professor.**
4. Francisco guardou uma fatia de pão em um recipiente. Após alguns dias, ele percebeu que estava embolorado.

4. a) Resposta: De acordo com a ideia da geração espontânea, seres inanimados, nesse caso, o pão, deram origem aos seres vivos, no caso, os fungos.



Fatia de pão embolorado.

5. Resposta: O estudo desses organismos extremófilos permite entender melhor seus mecanismos de sobrevivência e como esses seres vivos alteram o ambiente. Assim, é possível, por exemplo, identificar possíveis planetas habitados por seres vivos analisando apenas as características físicas e químicas desses astros. Sabendo que o bolor é um fungo, responda às questões a seguir.

- a) Como o aparecimento de bolor na fatia de pão seria explicado pela hipótese da geração espontânea?
  - b) Explique a presença dos bolores no pão. Se necessário, faça uma pesquisa a respeito da reprodução dos fungos. **4. b) Resposta nas orientações ao professor.**
  - c) Alguns alimentos são embalados a vácuo, ou seja, o ar é totalmente removido do interior da embalagem. Com base em sua resposta ao item b, explique qual é a importância do vácuo na conservação dos alimentos embalados. **4. c) Resposta nas orientações ao professor.**
5. Qual é a importância para a Astrobiologia de estudar os microrganismos extremófilos existentes na Terra? Se necessário, faça uma pesquisa.

DANI VINCEK/SHUTTERSTOCK

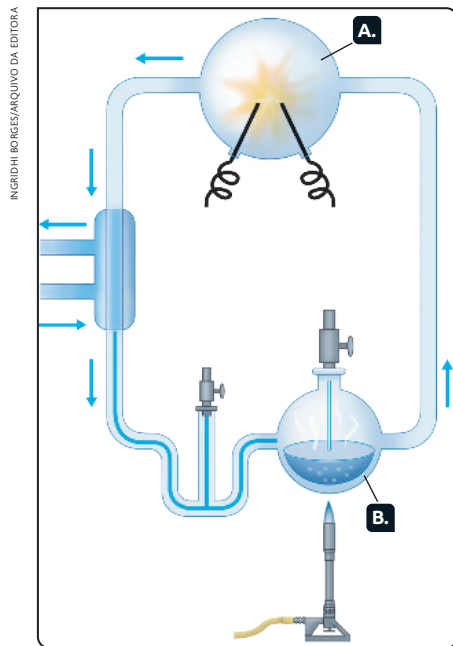
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

quando Francisco o comprou ou no ar. Nesse caso, os esporos presentes no ar entraram em contato com o pão e depositaram-se nele. Quando o pão foi armazenado, os esporos presentes nele se desenvolveram, dando origem ao bolor.

c) Espera-se que os alunos respondam que a remoção do gás oxigênio ao redor dos produtos inibe o crescimento e a proliferação dos fungos aeróbicos, evitando, assim, a deterioração do alimento.



6. Analise a imagem a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: SADAVA, David. *et al. Vida: a ciência da biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1. p. 72.

Representação de um dos experimentos realizados para investigar hipóteses de origem da vida na Terra.

6. a) Resposta: Miller e Urey. Hipótese heterotrófica.
- a) A imagem representa o experimento realizado por quais cientistas? Eles defendiam qual ideia de origem da vida?
- b) O que os recipientes A e B representavam?
- c) Esse experimento fortaleceu ou enfraqueceu a Hipótese de Haldane e Oparin? Por quê? 6. c) Resposta nas orientações ao professor.

6. b) Resposta: O recipiente A representava a atmosfera primitiva, e o recipiente B, os corpos de água, onde teriam surgido os primeiros seres vivos.

7. Identifique a alternativa correta sobre a geração espontânea.

- a) Em seu experimento, Pasteur concluiu que os seres vivos microscópicos surgiram em um recipiente contendo caldo de carne por meio da geração espontânea.
- b) Em seu experimento, Redi concluiu que as larvas presentes na carne crua se originavam de ovos deixados pelas moscas que pousavam na carne, contrapondo a ideia da geração espontânea.
- c) Em seu experimento, Needham verificou que os microrganismos que se originaram nos recipientes eram provenientes de outros presentes no ar.
- d) Em seu experimento, Spallanzani confirmou a ideia de geração espontânea que acreditava que os seres vivos se formavam de uma matéria sem vida, no caso, um pedaço de carne crua. 7. Resposta: Alternativa b.

63

**Resposta**

6. c) Esse experimento fortaleceu a hipótese de Haldane e Oparin, pois Miller e Urey conseguiram obter compostos orgânicos simples mediante as reações químicas dos gases que supostamente constituíam a atmosfera primitiva.

• Caso os alunos tenham dificuldade de responder à atividade 6, induza-os a lembrar do experimento de Miller e Urey mencionando que, em experimentos para verificar a formação de moléculas orgânicas, determinados cientistas submetem vapor de água e outros gases a descargas elétricas. Antes de fornecer essas informações, aproveite esta atividade para desenvolver com eles o **pensamento computacional**. Peça-lhes que analisem o esquema observando as setas e interpretem o que está acontecendo no experimento. Espera-se que eles decomponham o problema ao analisar o que está ocorrendo em cada recipiente separadamente e reconheçam padrões ao identificar a formação de gases em um recipiente e as descargas elétricas no outro.

• Ao trabalhar a atividade 7, caso os alunos apresentem dificuldades para respondê-la, oriente-os a retomar os conteúdos das páginas 54 a 56. Depois, leia com eles cada alternativa incorreta corrigindo-a.

• A atividade 8 colabora para o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 6**, uma vez que os alunos exploram um texto do gênero reportagem para refletir sobre questões das Ciências da Natureza. Caso eles tenham dificuldade para responder, peça-lhes que pensem em todas as condições que foram necessárias para o desenvolvimento da vida humana na Terra.

### Metodologias ativas

Na atividade 9, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **debate**. Para isso, confira recomendações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Depois que os grupos estiverem divididos em defensores da biogênese e defensores da abiogênese, permita que eles pesquisem informações para auxiliá-los em seus argumentos. Defina regras para o debate e atue como mediador da discussão. Ao final dela, oriente-os a fazer uma avaliação do debate.

Esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 1**, pois, ao simularem os debates relacionados à discussão dos conhecimentos científicos que eram realizados no passado, os alunos exercitam a reflexão e a análise crítica, além de perceberem como o conhecimento é provisório e histórico.

8. Leia o texto a seguir e responda às questões propostas.

8. a) Resposta pessoal. Esta questão tem como objetivo que os alunos organizem argumentos que podem dar indicativos da existência de vida fora do planeta Terra ou de condições desfavoráveis à vida em outros planetas. Eles podem citar como favoráveis à vida, por exemplo, a temperatura média adequada na superfície do planeta e a presença de água no estado líquido e de certos gases atmosféricos, como o gás oxigênio e o gás carbônico.

Então, não há ninguém lá fora? Para registrar o número de planetas que se calcula que existam no Universo é necessário colocar o algarismo 1 seguido de 22 zeros: 100000000000000000000000. Será que todos eles estão vazios, exceto o nosso? Carl Sagan dizia: “Se não existe vida fora da Terra, então o Universo é um grande desperdício de espaço”. Carlos Briones [...] afirma que é muito provável que encontremos vida fora da Terra, até mesmo em breve e em nosso próprio Sistema Solar: “Em Marte e, por exemplo, em dois satélites de Júpiter nos quais parece haver água debaixo de grandes camadas de gelo”. A água é um ingrediente essencial para cozinhar a sopa biológica que transforma a química em vida. Mas outra coisa é que seja vida inteligente capaz de viajar e de se comunicar com outros planetas.

BARCA, Antônio J. Os óvnis voltam aos EUA de mãos dadas com um informe do Pentágono. *El País*, 3 jul. 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-07-03/ovnis-quais-sao-as-possibilidades-de-que-sejam-extraterrestres.html>. Acesso em: 4 maio 2022.

- a) Com base no texto e no que estudou neste capítulo, que argumentos você utilizaria para explicar a possibilidade de existir vida fora da Terra?
- b) Explique o que o autor quis dizer com o seguinte trecho do texto: “Mas outra coisa é que seja vida inteligente capaz de viajar e de se comunicar com outros planetas”. 8. b) Resposta nas orientações ao professor.
- c) Faça uma pesquisa sobre a busca de vida em outros planetas ou em outras partes do Universo. Você pode incluir os projetos de pesquisa desenvolvidos nessa área e manchetes sobre o assunto. Apresente-a aos colegas. 8. c) Resposta nas orientações ao professor.

9. Em sala de aula, simule o ambiente em que os cientistas do passado debatiam sobre suas hipóteses e experimentos. Junte-se a cinco colegas e organize-se em dois grupos de três alunos. Uma equipe deverá defender a geração espontânea e a outra, a ideia contrária a essa teoria. Realizem um debate em que cada grupo deve levantar pontos e argumentos que possam contrariar a ideia do outro ou colocá-la em dúvida.

9. Resposta: O objetivo desta atividade é os alunos desenvolverem argumentos para defender diferentes pontos de vista sobre a origem da vida.

64

### Respostas

8. b) Espera-se que os alunos percebam que seria mais fácil encontrar formas de vida simples do que vida inteligente, pois esta necessita de condições específicas para se desenvolver.

c) Resposta pessoal. Espera-se que, por meio de suas pesquisas, os alunos compreendam que existem diversos estudos sendo realizados com o objetivo de localizar vida fora da Terra. Além disso, almeja-se que eles selecionem alguns desses estudos para apresentar aos colegas.

## O que eu estudei?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

Questões 1 a 9. Respostas nas orientações ao professor.

1. No início do tema **Alguns aspectos da Ciência e do Universo**, você respondeu a uma questão sobre a relação entre a situação vivenciada pela pessoa ao ligar o televisor e o método científico. Como você responderia a ela após o estudo desta unidade?
2. Qual das teorias sobre a posição e o movimento dos astros no Sistema Solar é mais semelhante à aceita atualmente? Explique sua resposta.
3. Na abertura desta unidade, você respondeu a uma questão a respeito de seus conhecimentos sobre a teoria do Big Bang. Analise sua resposta, complementando-a ou corrigindo-a após o estudo desta unidade.
4. Diferencie o conhecimento científico do transmitido por meio de lendas e contos nas diferentes culturas.
5. Analise as imagens a seguir.

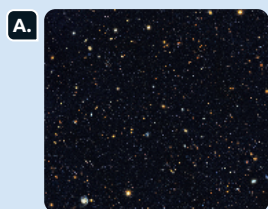
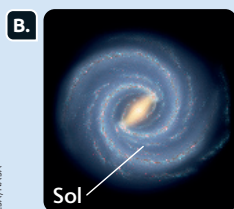
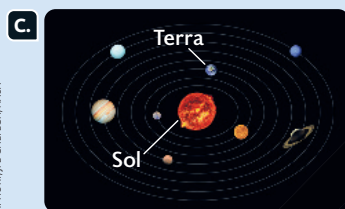


Imagem mostrando cerca de 15 mil galáxias em uma pequena região do espaço.



Representação da Via Láctea vista do espaço.



Representação do Sistema Solar.

Representações com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância entre os astros. Cores-fantasia.

Considere que você precise explicar para uma pessoa a respeito da imensidão do Universo e da localização da Terra nele. Para isso, elabore um breve texto, em uma folha de papel avulsa, relacionando as três imagens apresentadas e a explicação que você daria a essa pessoa.

6. Explique a diferença entre a hipótese heterotrófica e a autotrófica.
7. Como os trabalhos de Pasteur auxiliam na manutenção da saúde das pessoas até os dias atuais?
8. Elabore um texto confrontando os resultados obtidos nos experimentos realizados por Needham e Spallanzani e as ideias defendidas por cada um deles.
9. Elabore um esquema que resuma as ideias da origem do Universo e da vida na Terra abordadas nesta unidade.

65

• Confira orientações para cada atividade dessa seção no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?** da primeira parte deste **Manual do professor**.

## Respostas

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos confrontem os conhecimentos prévios com os aprendidos na unidade. Eles devem reconhecer a relação entre a situação e a investigação científica, uma vez que ambas envolvem o uso e a aplicação do método científico.

2. Espera-se que os alunos citem a teoria heliocêntrica, com a ressalva de que o Sol não é o centro do Universo, como defende essa teoria, mas apenas mais uma das bilhões de estrelas existentes.

3. Espera-se que os alunos reconheçam que a teoria do Big Bang trata da origem do Universo. De acordo com ela, o Universo teria se originado de um estado bastante denso, que começou a se expandir rapidamente, dando início à organização da matéria e de tudo aquilo que existe no Universo.

4. Espera-se que os alunos comentem que o conhecimento científico é baseado em fatos e evidências, enquanto o transmitido por meio de lendas tem como base crenças e mitos, não tendo rigor científico. Contudo, é importante respeitar as diferentes formas de conhecimento e visões de mundo.

5. O objetivo desta questão é que os alunos reflitam sobre a estrutura e a organização do Universo, reconhecendo que o Sistema Solar, onde se encontra o Sol e a Terra, é apenas uma pequena porção da Via Láctea, composta por bilhões de outros planetas e estrelas. Além disso, a Via Láctea é uma entre trilhões de outras galáxias existentes no Universo.

6. Os defensores da hipótese heterotrófica acreditam que os primeiros seres vivos seriam heterótrofos e que só posteriormente surgiram os seres autótrofos. Já a hipótese autotrófica defende que os primeiros seres vivos seriam autótrofos e que, depois, surgiram os seres heterótrofos.

7. O processo desenvolvido por Pasteur auxi-

lia na manutenção da saúde porque ele permite a conservação dos alimentos por mais tempo.

8. O objetivo desta questão é que os alunos elaborem um texto descrevendo os resultados obtidos pelos dois cientistas em seus experimentos, debatendo ideias e apresentando argumentos opostos. Espera-se que eles reflitam sobre a importância desses resul-

tados e de discussões para o aprimoramento das metodologias de cada cientista, elevando o valor de seus resultados.

9. O objetivo desta atividade é levar os alunos a esquematizar, de maneira resumida, o que compreenderam a respeito das ideias debatidas sobre a origem do Universo e a vida na Terra.



- Inicie a abordagem desta página solicitando aos alunos que descrevam o que veem na foto. Caso algum deles identifique o animal camuflado, peça-lhe que ajude os outros colegas a localizá-lo. Se considerar interessante, apresente mais imagens dessa lagartixa acessando o *link* indicado a seguir. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.org/projects/photo-ark/animal/uropלטus-sikorae/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

- Explique aos alunos que alguns animais apresentam estratégias para se proteger de predadores ou para auxiliá-los a obter alimentos, caçando suas presas. Explique que uma dessas estratégias é a camuflagem, uma característica da lagartixa (*Uroplatus sikorae*) apresentada nesta página, pois sua pele muda de coloração de acordo com o ambiente em que se encontra, assemelhando-se a ele. Isso contribui para que ela passe despercebida pelos seus predadores e também pelas suas presas.

- Oriente os alunos a observar a árvore em que a lagartixa está, a fim de perceberem que se trata de uma árvore com líquens. Leve-os a observar que a pele da lagartixa se assemelha ao ambiente. Durante o dia, o animal encontra-se praticamente imóvel, ficando imperceptível nesse período.

- Explique aos alunos que essa lagartixa é nativa de Madagascar, um animal noturno cuja dieta se baseia principalmente no consumo de insetos. As fêmeas alimentam-se também de caracóis, provavelmente por causa do cálcio presente nas conchas, elemento necessário para formarem os ovos no período reprodutivo. A fêmea põe de dois a quatro ovos na serapilheira e a eclosão deles pode levar de 30 a 90 dias.

## UNIDADE

# 2

## Genética e evolução



Lagartixa (*Uroplatus sikorae*) no Parque Nacional Andasibe-Mantadia, em Madagascar, África, em 2014.

66

- Quanto à conservação dessa espécie, explique aos alunos que, embora seja capaz de sobreviver em áreas com algum grau de degradação ambiental, ela não é encontrada em áreas desmatadas. Também há registros de pessoas que a criam como animal de estimação, o que caracteriza uma ação criminosa, pois trata-se de uma atividade humana que impacta o ambiente natural. Assim, essa abordagem trabalha a **Competência específica de Ciências da Natureza 5** da BNCC.

ALEX HIRDE/SP/FOTOGARENA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Analise atentamente a imagem. Possivelmente, você não identificou facilmente o animal que está presente nela. E essa é a dificuldade que muitos outros animais têm de enxergar a lagartixa (*Uroplatus sikorae*) no ambiente. Essa espécie é capaz de se camuflar no lugar em que se encontra, como no tronco de uma árvore. Tal estratégia dificulta que outros animais a enxerguem. Assim, a lagartixa consegue se esconder dos predadores e de suas presas, tendo mais chances de sobreviver. Pode parecer algo simples essa estratégia de camuflagem, mas ela certamente é importante para a manutenção dessa espécie de lagartixa no ambiente.

### Iniciando a conversa

Questões 1 a 4. Respostas nas orientações ao professor.

1. Cite outro animal, diferente do apresentado na imagem, que é capaz de se camuflar no ambiente.
2. Como a característica de se camuflar pode ser transmitida aos descendentes?
3. Em sua opinião, todas as características podem ser transmitidas aos descendentes? Explique.
4. Explique por que a conservação dos ecossistemas é essencial para a proteção das espécies de seres vivos no ambiente.

### Agora vamos estudar...

- a hereditariedade;
- a relação entre DNA e hereditariedade;
- os experimentos de Mendel;
- algumas síndromes genéticas;
- a evolução dos seres vivos e as teorias evolutivas;
- algumas evidências da evolução;
- a evolução humana;
- a diversidade biológica;
- as unidades de conservação e a conservação do meio ambiente.

67

- Se achar conveniente, apresente aos alunos imagens de outros animais cuja camuflagem é uma estratégia, como o bicho-pau, que se assemelha ao caule e aos gravetos de árvores, e a raposa-do-ártico, cuja pelagem lhe permite ficar escondida na neve.
- Na questão 1, caso os alunos tenham dificuldades para responder, mencione alguns animais que possivelmente já observaram, como corujas e borboletas.

### Sugestão de avaliação

Aproveite as questões 2 e 3 para verificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da transmissão de informações genéticas e se eles compreendem que certas características são transmitidas por meio do material genético herdado dos pais. Anote as respostas, pois, se apresentarem alguma concepção equivocada, será possível esclarecer o assunto durante o estudo desta unidade.

- Ao abordar a questão 4, pergunte se eles já ouviram falar de animais que saem de seu habitat natural e invadem cidades. Pergunte como esse fato pode estar relacionado à questão, com o intuito de conferir se eles percebem que isso ocorre porque o ser humano não está conservando o habitat desses animais.

### Respostas

**Questão 1.** Os alunos podem citar os camaleões, algumas espécies de borboletas, bichos-pau, louva-a-deus, polvos e aves, como o urutau.

**Questão 2.** O objetivo desta questão é fazer os alunos reconhecerem a importância da reprodução para compreender como algumas características são transmitidas a descendentes. Espera-se que eles respondam que isso é possível por meio da

reprodução, pois essa característica é transmitida pelo material genético que é herdado dos pais.

**Questão 3.** O objetivo desta questão é fazer os alunos refletirem acerca do tema e compreenderem que nem todas as características são transmitidas. Essa é uma oportunidade de entenderem as ideias que permeavam a mente humana em determinados períodos da história.

**Questão 4.** O objetivo desta questão é levar os alunos a associar os seres vivos ao ambiente. Espera-se que eles reconheçam que os seres vivos se relacionam com os componentes do ambiente para obter alimento e abrigo, por exemplo. Sendo assim, as alterações ambientais prejudicam essas relações e, conseqüentemente, a manutenção das espécies no ambiente.



## Objetivos do capítulo

- Compreender o que é hereditariedade.
- Conhecer o conceito de DNA, genes, alelos, cromatina e cromossomos.
- Identificar os conceitos de genótipo, fenótipo, homocigotos e heterocigotos.
- Conhecer alguns experimentos de Mendel.
- Utilizar o Quadrado de Punnett.
- Analisar heredogramas.
- Compreender o que são síndromes genéticas.
- Conhecer o papel da bioética.

## Justificativas

Os conteúdos abordados neste capítulo são fundamentais para os alunos entenderem os conceitos que abrangem o estudo da genética. Além dos mecanismos da hereditariedade, o estudo dos conceitos genéticos mostra como as características são formadas e as probabilidades de determinadas condições aparecerem nas gerações subsequentes. Esse conteúdo desenvolve as habilidades **EF09CI08** e **EF09CI09**.

- O objetivo da questão 1 é levar os alunos a refletir acerca da influência da hereditariedade sobre as características das pessoas. Peça-lhes que desenvolvam a **leitura inferencial**, na qual eles poderão compreender o texto por meio de indícios apresentados pelo autor e relacioná-lo com possíveis conhecimentos prévios. Oriente-os a ler o seguinte trecho: “Isso se refere a características herdadas dos pais e ancestrais de uma pessoa.”. Peça-lhes, então, para dizer o que entenderam.
- A questão 2 visa à reflexão sobre a inexistência de raças humanas em termos biológicos. Confira se os alunos compreenderam que as diferenças no DNA são mínimas.
- A abordagem da xenofobia, nesse contexto, contribui para o desenvolvimento da competência socioemocional **respeito**, pois os alunos percebem que é fundamental o respeito às diferentes origens e culturas.

## CAPÍTULO

# 3 Hereditariedade

Leia o trecho da reportagem a seguir.

[...]

A terminologia mudou de raça para ancestralidade. Isso se refere a características herdadas dos pais e ancestrais de uma pessoa.

[...]

Estudos subsequentes ajudaram a verificar que a sequência base (as unidades que compõem a informação genética) no DNA humano é 99,9% idêntica, o que esvaziou completamente o argumento de encontrar um parâmetro confiável para definir raças.

[...]

BOVE, Lorenza Coppola. Racismo: como a ciência desmantelou a teoria de que existem diferentes raças humanas. *BBC News Brasil*, 12 jul. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53325050>. Acesso em: 5 abr. 2022.



Pessoas de diferentes ancestralidades.

**Questão 1.** O que determina as características de cada pessoa?

**Questão 2.** De acordo com o trecho da reportagem, é correto afirmar que existem raças humanas? Explique.

Comumente, o conceito de raças humanas é utilizado como uma forma de separar as pessoas em grupos distintos. Contudo, como podemos perceber no trecho da reportagem, não há fundamento científico para esse conceito.

A pigmentação da pele, por exemplo, é influenciada por fatores genéticos determinados por genes, os quais estão presentes em todos os seres humanos. Assim, a diferença de coloração da pele é apenas a variação de uma determinada característica em uma única espécie, a humana.

**Questão 2. Resposta:** O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre as semelhanças e diferenças entre os indivíduos e sobre a temática de existência de raças humanas. Espera-se que eles respondam que não é correto afirmar que existem raças humanas em termos biológicos, uma vez que as diferenças genéticas entre pessoas são mínimas.

Muitas vezes, o termo raça é usado inadequadamente para segregar as pessoas de acordo com sua origem ou características físicas, podendo resultar em racismo e xenofobia. Somos diferentes uns dos outros, e essas diferenças devem ser respeitadas. Lembre-se de que o **respeito** é uma competência relacionada ao agir de maneira correta com o próximo, compreendendo e respeitando as diferenças, como as físicas, as culturais e as de pensamentos.

**Xenofobia:** refere-se ao preconceito com relação a pessoas de outros locais, por exemplo, de outros países.

Além dos fatores genéticos, nossas características são influenciadas por fatores ambientais, culturais e sociais.

68

- Explique aos alunos que, embora o conceito de raça humana não ocorra em termos biológicos, o racismo é um fato histórico e deve ser combatido. A abordagem do tema permite exercitar a **Competência específica de Ciências da Natureza 5** e a **Competência geral 7** da BNCC, pois leva os alunos a argumentar e defender pontos de vista que promovam o respeito a si próprio e ao outro, valorizando a diversidade. Essa abordagem também colabora para o desenvolvendo do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**.

## Algo a mais

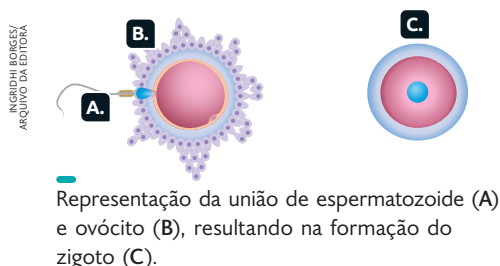
- Se achar interessante, leia o artigo *Raças humanas como uma questão sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências*. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cdQ33WZyW38wbFdWmggsXFz>. Acesso em: 14 jun. 2022.



## DNA e hereditariedade

Muitas das características observadas nos indivíduos são transmitidas de pais para filhos por meio da reprodução. A transmissão das características de uma geração para outra é chamada **hereditariedade**. Já a Ciência que se dedica a essa área de estudo é a **Genética**.

Após diversos estudos, descobriu-se que o material genético do ser humano e dos demais seres vivos é o ácido desoxirribonucleico, conhecido pela sigla **DNA**. Esse material genético está presente nas células nucleadas que compõem o corpo humano, inclusive em seus gametas. Essas células sexuais são capazes de armazenar informações e transmiti-las dos progenitores para a sua prole por meio da reprodução. Confira a seguir.



Representação da união de espermatozoide (A) e ovócito (B), resultando na formação do zigoto (C).

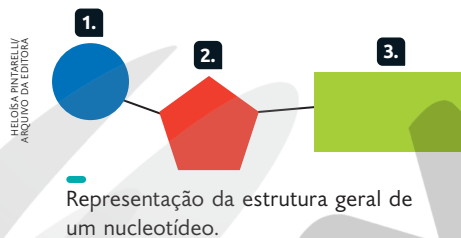
Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

Na reprodução humana, o **espermatozoide (A)** carrega o material genético proveniente do pai. Já o **ovócito (B)** carrega o material genético proveniente da mãe.

Ambas as células se unem na fecundação, formando o **zigoto (C)**. Nele estão as informações dos progenitores, que correspondem ao material genético do novo indivíduo.

Após a descoberta do DNA como material genético, os cientistas investigaram a estrutura dessa molécula. Como resultado desses estudos, eles identificaram que o DNA é composto de nucleotídeos. Analise a seguir.



Representação da estrutura geral de um nucleotídeo.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. *et al. Introdução à genética*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 230.

Cada nucleotídeo é composto de **fosfato (1)**, que contém o elemento químico fósforo (P), de um carboidrato chamado **desoxirribose (2)** e de uma **base nitrogenada (3)**, que contém o elemento químico nitrogênio (N). As bases nitrogenadas do DNA podem ser de quatro tipos: timina (T), adenina (A), guanina (G) ou citosina (C).

69

• Ao tratar da sigla do ácido desoxirribonucleico, explique para os alunos que a sigla DNA vem do inglês *deoxyribonucleic acid*.

### Um texto a mais

• É interessante mencionar aos alunos os experimentos em que a descoberta da molécula de DNA ocorreu, valorizando a História da ciência e as **Competências específicas de Ciências da Natureza 1 e 2** e a **Competência geral 1** da BNCC. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir para eles.

Frederick Griffith fez uma curiosa observação durante os experimentos com a bactéria *Streptococcus pneumoniae*, realizados em 1928. Essa bactéria, que causa pneumonia em humanos, normalmente é letal em camundongos. Entretanto, algumas linhagens dessa espécie bacteriana evoluíram para serem menos virulentas (menos capazes de causar doença ou morte). [...] Griffith usou duas linhagens [...] Uma linhagem era um tipo virulento mortal para a maioria dos animais de laboratório. [...] identificada como S. A outra linhagem de Griffith era um tipo não virulento mutante que cresce em camundongos, mas não é letal. [...] é chamada R.

Griffith matou algumas células virulentas por aquecimento. Ele então injetou as células mortas por calor em camundongos, que sobreviveram, mostrando que o envoltório das células não causa a morte. Entretanto, os camundongos em que foi injetada uma mistura de células virulentas mortas pelo calor e células vivas não virulentas morreram. Além disso, as células vivas podiam ser isoladas dos camundongos mortos. Essas células formavam colônias lisas e eram virulentas ao serem injetadas subsequentemente. De algum modo, os restos celulares das células S aquecidas

tinham convertido células R vivas em células S vivas. [...]

A etapa seguinte foi determinar que componente químico das células doadoras mortas causava essa transformação. A substância em questão tinha mudado o genótipo da linhagem receptora e, portanto, seria uma candidata a ser o material genético. [...] A mistura perdia sua capacidade transformante apenas quando

a mistura doadora era tratada com a enzima desoxirribonuclease (DNase), que fragmenta o DNA. [...] Hoje, sabe-se que os fragmentos do DNA transformante que conferem virulência entram no cromossomo bacteriano e substituem suas contrapartes que conferem não virulência.

GRIFFITHS, Anthony J. F. *et al. Introdução à Genética*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 218-219.

## Atividade a mais

- Para facilitar a compreensão acerca da estrutura da molécula de DNA e do modelo de dupla hélice, construa um modelo com os alunos. Providencie os seguintes materiais: 20 palitos de sorvete; 36 pedaços de papel em branco, com  $7 \times 3$  cm, para colar no centro dos palitos; 2 pedaços de barbante com 1 m cada; 38 pedaços de canudo plástico de mesma cor com 3,5 cm cada; lápis de cor; tesoura com pontas arredondadas; e cola. Esta atividade proporciona o reaproveitamento de alguns materiais que inicialmente foram utilizados para outra finalidade e que podem ser encontrados facilmente. Essa quantidade de material é suficiente para construir apenas uma molécula de DNA.

- Fure, antecipadamente, cada extremidade dos palitos de sorvete formando um orifício em que seja possível passar o barbante. Os alunos devem fazer um traço com o lápis dividindo os pedaços de papel ao meio, formando duas metades. Oriente-os a escrever em uma das metades citosina (C), e na outra guanina (G), formando 18 pares de citosina com guanina. Eles devem fazer o mesmo para formar 18 pares de adenina (A) com timina (T). Em seguida, oriente-os a pintar os pares de base de papel com quatro cores diferentes, uma para cada base nitrogenada.

- Oriente-os a iniciar a construção colando um par de base nitrogenada por palito. Eles devem transpassar uma das extremidades do barbante em um dos orifícios do palito. Em seguida, devem transpassar um pedaço de canudo na extremidade do barbante até alcançar o palito colocado anteriormente. Esse processo deve ser repetido em ambas as extremidades dos palitos até formar a fita dupla do DNA. Eles devem dar um nó nas extremidades dos barbantes após colocar o último palito de sorvete. Diga que devem segurar cada extremidade da fita do DNA e torcê-la até que o modelo assuma a forma helicoidal da molécula de DNA. Ao final da atividade, solicite que alguns alunos, voluntariamente, expliquem a

Na metade do século XX, vários pesquisadores tentavam compreender como os nucleotídeos estavam organizados para formar a molécula de DNA.

Por volta de 1950, o pesquisador austríaco Erwin Chargaff (1905-2002) fez alguns experimentos e concluiu que a molécula de DNA sempre contém a mesma quantidade de adenina e timina e a mesma quantidade de guanina e citosina.

Nessa época, a química britânica Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) produziu imagens da molécula de DNA utilizando uma técnica chamada difração por raios X. Por meio dela, é possível investigar os átomos e as moléculas e produzir imagens em uma chapa fotográfica.

Com base nas descobertas de Chargaff sobre os nucleotídeos, nas anotações e imagens produzidas por Franklin, bem como nas informações obtidas dos estudos de outros pesquisadores, o cientista estadunidense James Dewey Watson (1928-) e o cientista britânico Francis Crick (1916-2004) propuseram um modelo para a molécula de DNA.

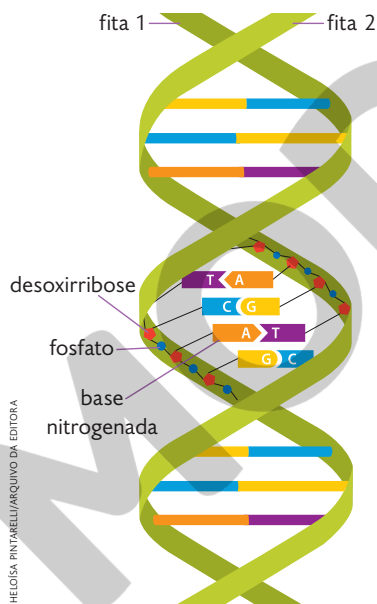
James D. Watson (à esquerda) e Francis Crick (à direita), com o modelo de parte de uma molécula de DNA, em 1953.



A. BARRINGTON BROWN, GONVILLE & CAULIS COLLEGE/SPR/FOTOMARENA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

O modelo proposto por Watson e Crick ficou conhecido como dupla-hélice e é aceito até hoje. Verifique a seguir.



HELOISA PINTARELLI/ARQUIVO DA EDITORA

70

De acordo com o modelo de dupla-hélice, a molécula de DNA é formada por duas fitas (1 e 2) unidas entre si e organizadas de modo semelhante a uma escada em espiral.

As laterais das fitas são formadas pelas desoxirriboses e pelos fosfatos. As bases nitrogenadas localizam-se na região central da dupla-fita e ligam uma fita à outra. A base nitrogenada adenina (A) de uma fita sempre faz ligação com uma timina (T) da outra fita. Já a base nitrogenada guanina (G) sempre se liga a uma citosina (C).

Representação do modelo de dupla-hélice do DNA, proposto por Watson e Crick. Note que as bases nitrogenadas adenina (A) e timina (T) são complementares, assim como guanina (G) e citosina (C).

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. *et al. Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 232.

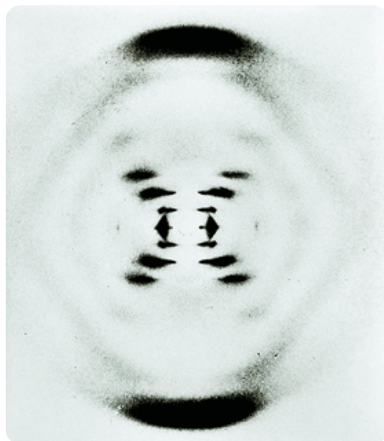
Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

representação do modelo produzido para o restante da turma.

- Esta atividade desenvolve a **Competência geral 2** da BNCC ao reconstruir, de maneira prática, um modelo da dupla hélice baseando-se nos conhecimentos concebidos no campo da Genética.

- Ao tratar da estrutura da molécula de DNA e da técnica de raios X, esta página contempla o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**.

Como estudamos anteriormente, as imagens obtidas por Rosalind Franklin e outros pesquisadores nos experimentos com raios X foram fundamentais para que Watson e Crick propusessem o modelo de dupla-hélice do DNA. Analise a foto a seguir.



O padrão de bandas (em preto), observado na imagem, possibilitou identificar características sobre a estrutura da molécula de DNA. Por exemplo, o X formado pelas bandas indica a natureza helicoidal do DNA.

Imagem da molécula de DNA, obtida por Rosalind Elsie Franklin em seus experimentos com raios X, em 1953.



Retrato de Rosalind Elsie Franklin.

#### Glossário

O conhecimento sobre o modelo da estrutura da molécula de DNA foi importante para compreender os mecanismos envolvidos na hereditariedade.

Como estudamos, o DNA apresenta uma sequência de bases nitrogenadas. Alguns trechos dessa sequência contêm informações para a produção de moléculas que exercem papéis específicos no organismo, como as proteínas. Esses trechos de DNA são chamados **genes**.

As proteínas são os principais constituintes das células e participam tanto de sua estrutura quanto de seu funcionamento. Então, por conter informações relacionadas à produção de proteínas, podemos dizer que o DNA está relacionado a muitas das características dos seres vivos.

A produção das proteínas é orientada pelo DNA e auxiliada por outras moléculas, como o ácido ribonucleico, conhecido pela sigla RNA. Assim, embora as informações genéticas estejam armazenadas no DNA, o RNA é essencial para que essas informações se manifestem como características nos seres vivos.

Uma proteína consiste em uma ou mais cadeias de aminoácidos, ligados em sequência. Determinados tipos de RNA participam do processo de produção de proteínas nos seres vivos, traduzindo as informações contidas no DNA, selecionando os aminoácidos específicos e orientando a união deles.

71

• Geralmente, apenas a descoberta da estrutura da molécula de DNA de Watson e Crick é reconhecida. Explique aos alunos que a ciência é executada por diferentes cientistas alocados em vários grupos de pesquisa científica, distribuídos em universidades e centros de pesquisa em todo o planeta. Assim, a molécula de DNA foi elucidada graças ao trabalho de diversos grupos, como os de Chargaff e Rosalind Franklin.

• Apresente mais informações sobre a história da química britânica Rosalind Franklin. Comente que o pai dela não queria que ela frequentasse a universidade. No entanto, ela enfrentou essa resistência e obteve o título de doutorado em Físico-Química na Universidade de Cambridge. Rosalind estudou a estrutura molecular de diversas substâncias e materiais utilizando a cristalografia de raios X, incluindo a estrutura do DNA. Apesar de suas imagens terem ajudado a desvendar a estrutura do DNA, Franklin não recebeu créditos em vida, pois sua contribuição foi revelada após sua morte.

Esse tema permite o trabalho com noções de **práticas de pesquisa**, para isso, solicite aos alunos uma pesquisa sobre a descoberta da estrutura de dupla hélice do DNA, a importância das imagens feitas por Rosalind Franklin e as questões éticas relacionadas à essa descoberta científica.

• Questione os alunos sobre o trabalho desenvolvido por Rosalind Franklin e o deles somente muitos anos após sua realização. Aproveite a oportunidade para mostrar que a ciência é uma construção humana e que está sujeita a mudanças, sendo, portanto, fundamental acompanhar seu desenvol-

vimento histórico. Essa abordagem contribui para o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** e a **Competência geral 1** da BNCC. Esse momento é apropriado também para valorizar o papel da mulher no desenvolvimento da sociedade e da ciência.



• Explique aos alunos que, antes de se descobrir que a informação genética estava relacionada à molécula de DNA, cientistas acreditavam que ela estaria presente apenas em proteínas. Com os experimentos do bacteriologista inglês Frederick Griffith (1877-1941) e contribuições dos trabalhos do bacteriologista canadense Oswald T. Avery (1877-1955), do geneticista canadense-estadunidense Colin M. MacLeod (1909-1972) e do biólogo estadunidense Maclyn McCarty (1911-2005), houve a elucidação do papel do DNA na hereditariedade.

• Explique aos alunos que a síntese de proteínas é orientada indiretamente pelo DNA, que é transcrito para uma molécula de RNA mensageiro, a qual interage com o ribossomo e com o RNA transportador, o que propicia a síntese proteica. O ribossomo é formado por RNA ribossômico e proteínas. Assim, o RNA participa do mecanismo da transcrição das informações genéticas, atuando como uma molécula intermediária entre DNA e proteínas.

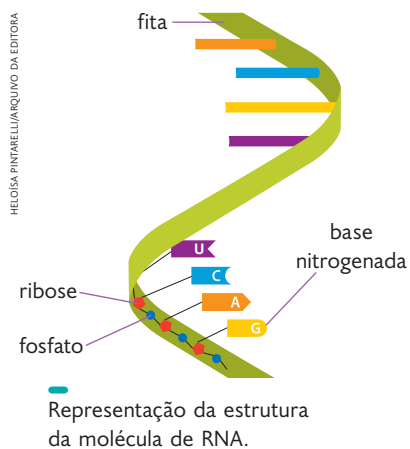
• Pergunte aos alunos se já ouviram falar na tecnologia de RNA mensageiro, aplicada em algumas vacinas contra o SARS-CoV-2. Explique que o conhecimento acerca da molécula de RNA e o desenvolvimento tecnológico permitiram que vacinas desse tipo fossem desenvolvidas. Essa abordagem promove o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão 3, oriente-os a comparar a representação do RNA desta página com a representação do DNA da página 70, observando todo os componentes que formam essas moléculas.

### Resposta

**Questão 3.** O objetivo desta questão é que os alunos analisem a imagem e comparem a estrutura das moléculas de DNA e RNA. Espera-se que eles reconheçam que a molécula de DNA é composta de dupla fita em espiral, enquanto a molécula de RNA apresenta uma única fita. Além disso, em vez de timina, o RNA apresenta a base nitrogenada uracila e o carboidrato é a ribose. Como semelhança, eles podem citar que ambas as moléculas apresentam a mesma estrutura básica dos nucleotídeos e, por isso, contêm porção de fosfato e carboidrato.

**Questão 3.** Analise a imagem a seguir e identifique semelhanças e diferenças entre a molécula de DNA e a de RNA. **Questão 3. Resposta nas orientações ao professor.**



O RNA é formado por uma única fita. Além disso, ele contém o carboidrato ribose, em vez de desoxirribose, e apresenta a base nitrogenada uracila (U), em vez de timina. Também tem as bases nitrogenadas adenina (A), citosina (C) e guanina (G).

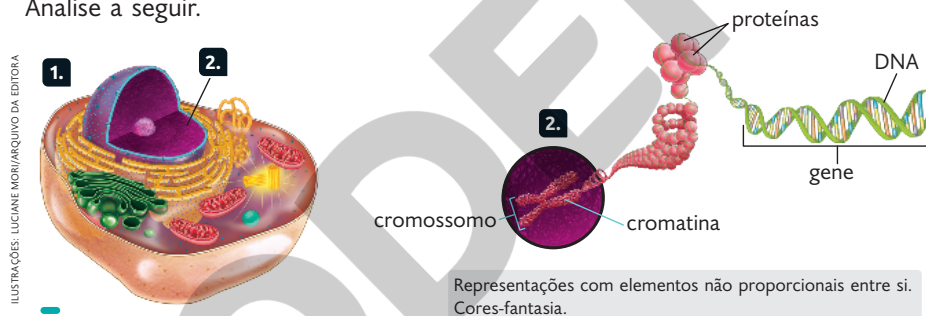
O ácido ribonucleico pode ser de diferentes tipos e ter diferentes papéis na célula, como auxiliar na produção de proteínas.

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. *et al. Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 256.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

## Cromossomos

O DNA presente no núcleo das células eucarióticas se encontra organizado em estruturas chamadas **cromossomos**. Cada cromossomo humano contém vários genes. Analise a seguir.



Representação de célula animal em corte (imagem 1), mostrando suas estruturas internas, e detalhe do cromossomo e sua organização (imagem 2).

Fontes de pesquisa: REECE, Jane B. *et al. Biologia de Campbell*. Tradução: Anne D. Villela *et al.* 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 100.

SADAVA, David. *et al. Vida: a ciência da biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1. p. 220.

A maior parte das moléculas de DNA das células eucarióticas encontra-se no interior do núcleo.

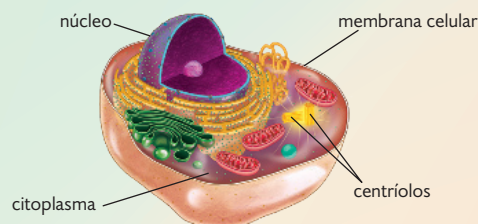
No núcleo, o DNA se associa a proteínas, formando a chamada cromatina, a qual se condensa e se organiza em cromossomos.

Os cromossomos são estruturas visíveis, principalmente durante a divisão celular, quando se encontram altamente condensadas. **Professor, professora: Comente com os alunos que na imagem da célula animal o cromossomo se encontra duplicado, processo que ocorre durante a divisão celular. Se achar conveniente, identifique com eles cada uma das cromátides desse cromossomo.**

72

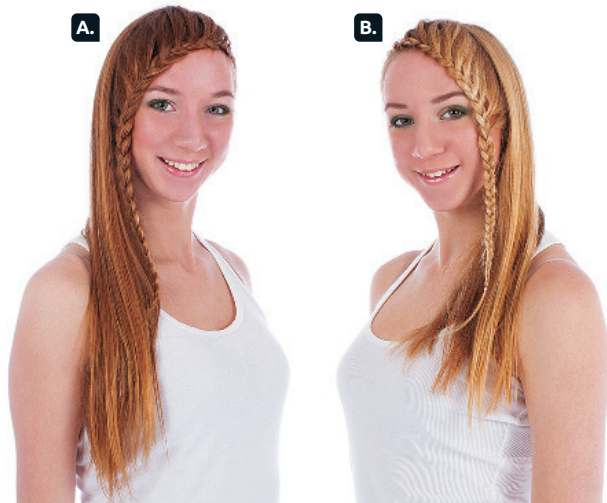
### Atividade a mais

• Quando utilizar a representação da célula animal para abordar os cromossomos, aproveite para avaliar se os alunos conseguem identificar algumas de suas organelas. Peça-lhes que representem o desenho em uma folha e indiquem os respectivos nomes.



Fonte de pesquisa: REECE, Jane B. *et al. Biologia de Campbell*. Tradução: Anne D. Villela *et al.* 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 100.

O conjunto de informações genéticas de um ser vivo é chamado **genótipo**. A expressão desse genótipo resulta em certas características, como cor da pele, cor do cabelo e altura, que, nos seres vivos, correspondem ao seu **fenótipo**. Diferentemente do genótipo, o fenótipo pode sofrer influência de outros fatores, além dos genéticos. Podemos perceber esses conceitos no exemplo a seguir.



As gêmeas idênticas da imagem apresentam o mesmo genótipo, porém fenótipos diferentes.

A gêmea **A** tingiu os cabelos com uma coloração mais escura que a cor natural percebida na **B**.

A gêmea **B**, por sua vez, cortou o cabelo, deixando-o mais curto que o da gêmea **A**.

— Gêmeas idênticas.

Como você pôde perceber no exemplo das gêmeas, as características como a cor do cabelo da gêmea **A** e o comprimento do cabelo da gêmea **B** não são determinadas apenas pelo genótipo, mas sofrem influência do estilo e gosto de cada uma delas.

A forma e o número de cromossomos podem variar de uma espécie para outra. Nos seres humanos, por exemplo, as **células somáticas** contêm 46 cromossomos organizados aos pares, ou seja, elas têm 23 pares de cromossomos. Já as células reprodutivas – o ovócito e o espermatozoide – contêm um representante de cada par, totalizando 23 cromossomos.

#### Glossário

**Questão 4.** Com base nos conhecimentos sobre a formação do zigoto, qual é a importância de as células reprodutivas apresentarem 23 cromossomos, e não 46 cromossomos?

O conjunto de cromossomos de um indivíduo é chamado **cariótipo**. No caso dos seres humanos, o cariótipo é de 46 cromossomos. Além disso, podemos afirmar que os seres humanos têm 23 pares de cromossomos chamados **homólogos**. Para cada par, um dos cromossomos homólogos vem do pai e o outro, da mãe.

Para analisar o cariótipo de um indivíduo, os cromossomos são observados com o auxílio de microscópio durante a divisão celular, porque nesse processo eles se encontram duplicados e mais condensados, facilitando sua observação.

**Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos reconheçam que, durante a fecundação, ocorre a união do material genético do espermatozoide com o do ovócito. Desse modo, quando ocorre a fecundação, forma-se um zigoto com 46 cromossomos, garantindo, assim, a manutenção do número cromossômico da espécie. **73**

- Explique aos alunos que o fenótipo se refere à forma de uma característica e pode sofrer influência do ambiente. No caso do ser humano, o fenótipo pode ser influenciado também pelo estilo de vida: uma pessoa pode ter tendência genética para uma estatura alta, mas, se faltarem nutrientes em sua alimentação, como em caso de desnutrição infantil, é possível que o indivíduo não alcance a estatura codificada no DNA pelo seu genótipo. É importante que os alunos compreendam que o genótipo não é determinístico, ou seja, em genética, trabalha-se com probabilidades de ocorrência, considerando os diversos fatores que influenciam na manifestação de uma característica.

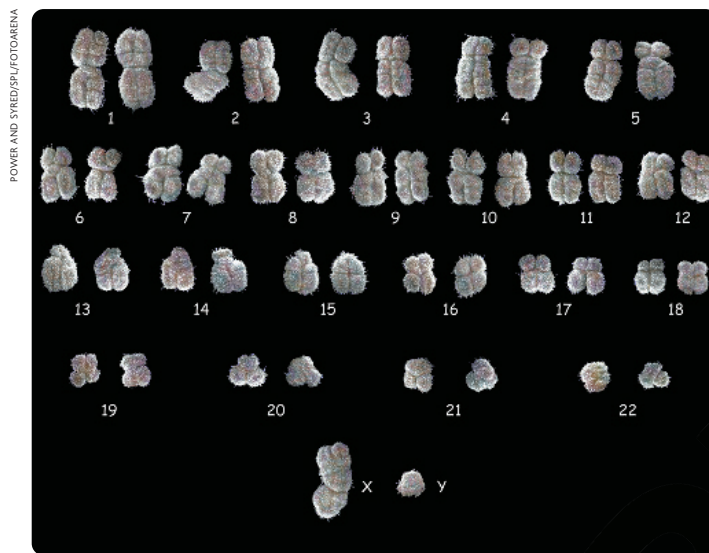
- Se os alunos apresentarem dificuldade para responder à questão 4, pergunte-lhes se as células reprodutivas com um número diferente de 23 cromossomos seriam capazes de formar um zigoto com o número de cromossomos característico dos seres humano; 46.

- Comente com os alunos que pode ocorrer a formação de zigotos humanos com quantidade de cromossomos diferente de 46. Na maioria dos casos, esses zigotos são inviáveis, ou seja, não se desenvolvem. No entanto, dependendo de qual cromossomo está a mais ou a menos, o zigoto poderá se desenvolver e resultar em uma pessoa que apresenta uma síndrome genética cromossômica numérica, como será estudado ainda neste capítulo.

- É comum os alunos terem dificuldades para compreender o conceito de genes alelos. Explique-lhes que os cromossomos homólogos apresentam os mesmos genes, ou seja, têm as informações relacionadas às mesmas características. No entanto, isso não significa que a informação para essa característica é necessariamente igual. Nesse contexto, um alelo pode ser compreendido como a forma alternativa de um gene.

- A definição de gene apresentada neste capítulo tem característica didática, uma vez que tal termo pode ter diferentes interpretações, em decorrência da abordagem e área da Biologia que o interpreta. Na Biologia Molecular, por exemplo, o conceito atualmente mais aceito é de que um gene é um segmento de DNA que codifica para um produto final funcional, o qual pode ser um RNA-transportador, um RNA-ribossômico ou um peptídeo.

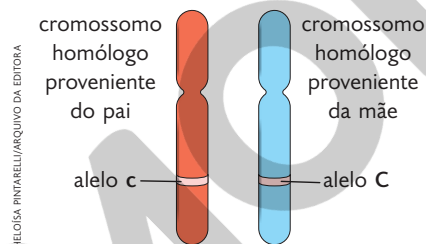
Analise a seguir o cariótipo da espécie humana.



Cariótipo de ser humano do sexo masculino. Foto obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 7500 vezes. Colorizada em computador. Nessa imagem, os números (1 a 22) e as letras (X e Y) foram inseridos em computador para facilitar a compreensão e identificação dos pares de cromossomos homólogos. As letras X e Y identificam os cromossomos sexuais.

Após serem observados com o auxílio do microscópio, os cromossomos são fotografados e as imagens obtidas são manipuladas em computador, isolando cada um deles. Em seguida, os cromossomos homólogos são pareados e organizados em ordem decrescente de tamanho, em 22 pares de cromossomos homólogos e dois cromossomos sexuais. O par de cromossomos 1, por exemplo, é formado por um cromossomo proveniente do ovócito e um proveniente do espermatozoide, os quais originaram o zigoto. O mesmo ocorre com os demais pares. Nesse exemplo, os cromossomos sexuais são X e Y, o que determina o sexo masculino.

Os cromossomos homólogos são semelhantes na forma e no tamanho e carregam o mesmo conjunto de genes. Analise a seguir.



Representação do par de cromossomos homólogos número 1 da espécie humana, com destaque para os genes alelos **c** e **C**.

Se um dos cromossomos do par número 1, por exemplo, tem um gene que atua na determinação da forma como os cabelos são distribuídos na cabeça, o outro homólogo deve conter um gene para essa mesma característica. Esses genes correspondentes, que se localizam na mesma posição nos cromossomos homólogos, são chamados **genes alelos**.

Fonte de pesquisa: SADAVA, David. *et al. Vida: a ciência da biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1. p. 245.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.











**74** Professor, professora: Ao abordar a imagem do cariótipo humano e dos cromossomos homólogos, comente com os alunos que a determinação do sexo biológico e a representação de alelos por meio de letras maiúsculas e minúsculas serão trabalhadas detalhadamente ainda neste capítulo.



## Os experimentos de Mendel

No século XIX, décadas antes de se conhecer a estrutura do DNA, o monge e cientista austríaco Gregor Johann Mendel (1822-1884) realizou diversos experimentos e percebeu que as características herdadas nos seres vivos são determinadas por fatores hereditários. Posteriormente, descobriu-se que esses fatores são os genes, contidos na molécula de DNA.

Mendel realizava os seus experimentos com a planta ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus*), uma espécie de ervilha que apresenta variações em diferentes características. Analise no quadro a seguir algumas das características estudadas por Mendel.

Característica	Possibilidades	
Textura da semente	 lisa	 rugosa
Cor da semente	 amarela	 verde
Altura do caule	 alto	 baixo
Cor da flor	 branca	 púrpura
Cor da vagem	 verde	 amarela

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: REECE, Jane B. et al. *Biologia de Campbell*. Tradução: Anne D. Villela et al. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 270.

Representação de diferentes características das ervilhas-de-cheiro (*Lathyrus odoratus*).

Além da variação das características, a espécie de ervilhas estudada por Mendel podia realizar autofecundação, ou seja, sua reprodução podia envolver gametas produzidos pela mesma planta. Por isso, em seus experimentos, Mendel promovia artificialmente a fecundação cruzada. Para isso, ele transportava os grãos de pólen, que contêm os gametas masculinos, de uma planta para outra.

### Glossário

- Diga aos alunos que o trabalho de pesquisa do cientista austríaco Gregor Johann Mendel (1822-1884) durou cerca de oito anos. Ele fez testes com vários vegetais e com abelhas, obtendo mais sucesso com ervilhas da espécie *Pisum sativum*. A ervilha dessa espécie é uma dicotiledônea, cujas pétalas se fecham, o que impede a entrada ou saída dos grãos de pólen. Devido a essa característica, essa planta realiza autofecundação. Como resultado, havia pouca ou nenhuma variação genética de uma geração de ervilhas para outra, por isso obteve linhagens puras. Nesse momento, explique aos alunos que o planejamento, a observação, o levantamento de hipóteses, a análise e o cuidado ao registrar os dados são muito importantes na Ciência, sendo que tais procedimentos contribuíram para validar os experimentos mendelianos.

- Comente com os alunos que Mendel completou seus estudos com as ervilhas em 1863 e dois anos depois apresentou os resultados à comunidade científica. Porém, os trabalhos de Mendel só tiveram grande divulgação no início do século XX, quando o botânico holandês Hugo de Vries (1848-1935) e o botânico alemão Carl Correns (1864-1933) realizaram experimentos semelhantes aos de Mendel, mesmo sem terem lido seu trabalho. Após seus experimentos, Vries e Correns descobriram que Mendel já havia encontrado resultados parecidos e atribuíram a ele a formulação das leis da hereditariedade.

- Comente com os alunos que, hoje, diríamos que as ervilhas estudadas por Mendel apresentavam diferentes fenótipos. Porém, esse termo não é da época de Mendel e, portanto, não foi utilizado pelo pesquisador. Peça aos alunos que observem a tabela e citem os fenótipos possíveis para cada uma das características apresentadas.

75

- O estudo sobre os trabalhos de Mendel permite exercitar a habilidade **EF09CI09** da BNCC, pois favorece a discussão sobre seus trabalhos relacionados à hereditariedade e utiliza esses conhecimentos para resolver problemas referentes à transmissão de características. Mendel estudava a hibridização de plantas e estava interessado em

investigar se novas espécies poderiam surgir por esse processo.

- A interpretação sobre a história de Mendel também permite que os alunos exercitem a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC, pois valoriza os conhecimentos historicamente construídos.

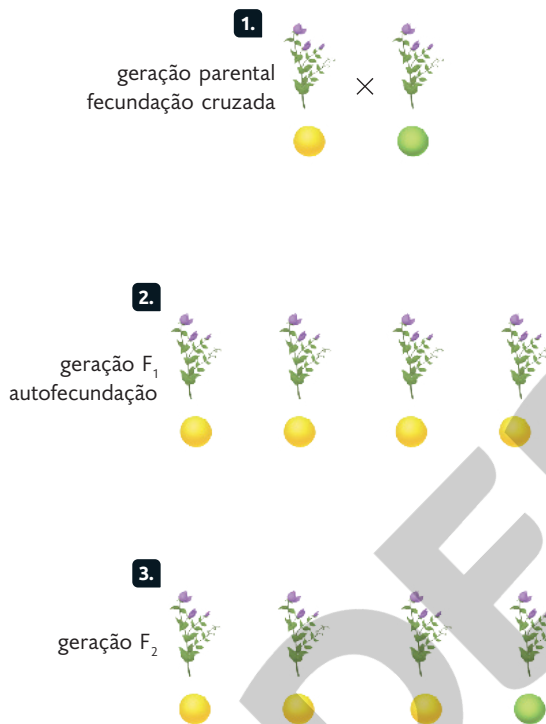
• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão 5, diga que Mendel, apesar de não ter conhecimento sobre a existência de genes na época, conhecia os gametas. Por conseguinte, questione se esse conhecimento poderia ser utilizado no levantamento de hipóteses para explicar a transmissão de características.

• Comente com os alunos que Mendel utilizou a ervilha como seu organismo-modelo, ou seja, ele a utilizou como exemplo, a fim de estudar questões que poderiam ser extrapoladas para outros seres vivos. É comum os cientistas utilizarem organismos como modelo com a finalidade de compreender aspectos da biologia dos seres vivos. Isso é possível porque tais aspectos são comuns a várias espécies. Outros exemplos de organismos-modelos são: a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), a mosca de frutas (*Drosophila melanogaster*) e o rato-doméstico ou camundongo (*Mus musculus*). A escolha do organismo que servirá de modelo depende dos objetivos do estudo. No entanto, é interessante notar que os organismos-modelo geralmente têm algumas características em comum, tais como rápido crescimento, produção de grande quantidade de descendentes e facilidade no cultivo ou na criação.

• Ao abordar o experimento relacionado às cores das ervilhas, comente com os alunos que a geração parental foi obtida por Mendel após ele observar seus cruzamentos repetidas vezes, a fim de se certificar de que eram puros, ou seja, de que cada indivíduo apresentava alelos iguais para o gene relacionado à cor da semente.

**Questão 5.** Na época de seus experimentos, Mendel ainda não conhecia os genes. Escreva no caderno uma hipótese que o cientista poderia ter levantado para explicar a transmissão de características entre as plantas.

A partir de agora, vamos estudar alguns dos experimentos de Mendel que auxiliaram na elaboração das leis da hereditariedade. Verifique a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. *Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 79.

**Questão 5. Resposta pessoal.** O objetivo desta questão é os alunos identificarem, com base na análise da situação, a metodologia científica sendo aplicada, nesse caso a do levantamento de hipóteses que seriam posteriormente testadas. Eles podem afirmar que havia fatores hereditários sendo transmitidos de uma geração a outra e que esses fatores estariam presentes nos gametas.

Representação de um experimento feito por Mendel, analisando as cores das sementes das ervilhas-de-cheiro.

1. Mendel utilizou plantas de ervilhas-de-cheiro que produziam sementes amarelas e outras que produziam sementes verdes. Essa geração inicial é chamada **geração parental**. Mendel realizou a fecundação cruzada, transferindo pólen de flores das plantas que produziam sementes amarelas para flores das plantas que produziam sementes verdes. Ele também transferiu pólen de flores de plantas que produziam sementes verdes para flores de plantas que produziam sementes amarelas.
2. Após a fecundação, Mendel observou que as sementes produzidas pelos descendentes desses cruzamentos eram todas amarelas. Esses primeiros descendentes foram chamados **geração F<sub>1</sub>**.
3. Por fim, Mendel cultivou sementes das plantas obtidas na **geração F<sub>1</sub>** e permitiu que se reproduzissem por autofecundação, obtendo a segunda geração, chamada **geração F<sub>2</sub>**. Nessa segunda geração, ele obteve sementes amarelas e sementes verdes, em uma proporção de três amarelas para cada semente verde.

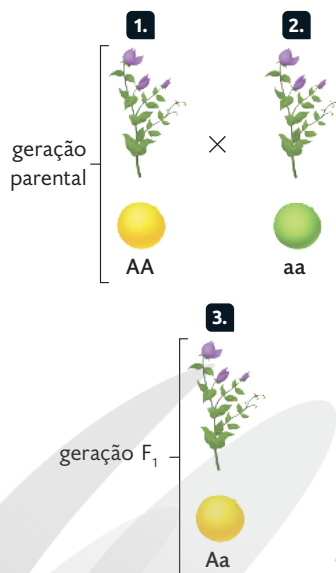
Mendel realizou experimentos semelhantes ao descrito anteriormente para analisar outras características da ervilha-de-cheiro e obteve resultados com proporções semelhantes. Para explicar seus resultados, ele propôs que essas características seriam determinadas por fatores hereditários, que passam de uma geração para outra, tendo cada planta um par desses fatores.

Utilizando a terminologia atual da Genética, poderíamos dizer que esse par de fatores analisado por Mendel são os genes alelos.

Grande parte dos seres vivos eucarióticos apresenta células com dois alelos de cada gene. Isso ocorre porque essas células apresentam um par de cada tipo de cromossomo da espécie.

Os genes alelos podem ser dominantes ou recessivos, dependendo de seu efeito na expressão de determinado fenótipo. Convencionalmente, o **alelo dominante** é representado por uma letra maiúscula, e o **alelo recessivo**, por uma letra minúscula. Dessa maneira, no caso da cor da semente ervilha-de-cheiro, o alelo dominante que determina a cor amarela será chamado **A**, e o alelo recessivo que determina a cor verde será chamado **a**.

O experimento de Mendel sobre as cores de sementes é organizado em duas etapas. Analise a primeira delas a seguir.



**Geração parental**

1. As ervilhas-de-cheiro parentais, produtoras de sementes amarelas, produzem apenas gametas com o alelo **A**. Gametas produzidos: **A** e **A**.
2. As ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes verdes produzem apenas gametas com o alelo **a**. Gametas produzidos: **a** e **a**.
3. Quando ocorre a fecundação, os gametas produzidos se unem, formando indivíduos com os dois alelos **A** e **a**. Como o alelo **A** é dominante, todas as sementes produzidas em  $F_1$  são amarelas.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da primeira etapa do experimento de Mendel com ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes amarelas e ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes verdes.

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. *Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 79.

A fim de acompanhar o aprendizado dos alunos, proponha uma atividade teórica com ervilhas, porém utilizando outras características. Relembre os alunos que, em relação à cor das flores, as ervilhas podem ter flores com pétalas de cor branca ou púrpura. Esquematize na lousa a primeira parte do experimento de Mendel: cruzamento entre plantas com flores púrpuras e plantas com flores brancas, resultando em uma geração  $F_1$  apenas com flores púrpura.

Após esquematizar o experimento na lousa, peça aos alunos que deduzam como é a combinação de alelos dos indivíduos do esquema que você fez. Em seguida, peça que esquematizem em seus cadernos qual será a cor das flores das ervilhas resultantes do cruzamento entre dois indivíduos da geração  $F_1$ .

Observe se os alunos percebem que cada um dos parentais apresenta os mesmos alelos (homozigotos), sendo que a característica dominante é a cor púrpura. Os indivíduos da geração  $F_1$  apresentam um alelo dominante e um recessivo. O cruzamento entre indivíduos da  $F_1$  resultará na proporção de 3 indivíduos com flores púrpura e 1 indivíduo com flor branca.

Caso os alunos não consigam resolver a questão proposta, explique a resposta na lousa, completando o esquema que você iniciou.

Se julgar conveniente, proponha uma atividade utilizando outros exemplos de características da ervilha-de-jardim, como cor da vagem (verde, determinada pelo alelo dominante, ou amarela, determinada pelo alelo recessivo) e altura do caule (alto, determinado pelo alelo dominante, ou baixo, determinado pelo alelo recessivo).

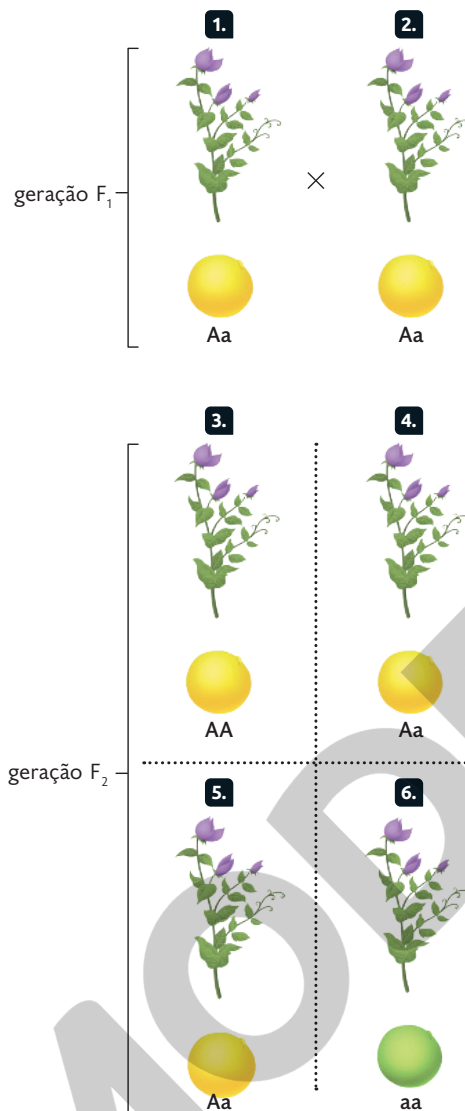


- Explique aos alunos que Mendel realizou vários outros experimentos além dos apresentados. Por exemplo, ele cruzou plantas da geração  $F_1$  com os parentais. No entanto, a fim de compreender os conceitos fundamentais das leis de Mendel, optamos por tratar apenas do cruzamento entre as plantas da geração  $F_1$ .

- Comente com os alunos que, de maneira geral, as características humanas não são determinadas por apenas um gene; elas apresentam padrões de herança mais complexos, que envolvem mais de um gene e podem sofrer a influência do ambiente.

- Os exemplos aqui apresentados se referem a uma forma de interação entre os alelos em que há dominância de um sobre o outro. No entanto, há outras formas de interação alélica, como a dominância incompleta e a codominância. Na dominância incompleta, o heterozigoto apresenta um fenótipo intermediário entre os parentais puros. Por exemplo, as flores da planta maravilha podem ser brancas, vermelhas ou cor-de-rosa. As flores brancas e vermelhas são homozigotas (**BB** e **VV**, respectivamente), já as cor-de-rosa são heterozigotas (**VB**). No caso da codominância, os dois alelos apresentam a mesma dominância. Dessa maneira, ambos irão se manifestar no heterozigoto.

Em uma segunda etapa do experimento, as plantas obtidas no cruzamento da primeira etapa foram cruzadas entre si. Analise a seguir.



Geração  $F_1$

1. Gametas produzidos: A ou a.
2. Gametas produzidos: A ou a.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Geração  $F_2$

3. A união do gameta com alelo A de um indivíduo com o gameta de alelo A do outro indivíduo resulta em uma planta AA, ou seja, produtora de sementes amarelas.
4. A união do gameta com alelo A de um indivíduo com o gameta de alelo a do outro indivíduo resulta em uma planta Aa, ou seja, produtora de sementes amarelas.
5. A união do gameta com alelo a de um indivíduo com o gameta de alelo A do outro indivíduo resulta em uma planta aA, ou seja, produtora de sementes amarelas. Por convenção, escreve-se Aa.
6. A união do gameta com alelo a de um indivíduo com o gameta de alelo a do outro indivíduo resulta em uma planta aa, ou seja, produtora de sementes verdes.

Representação da segunda etapa do experimento de Mendel com ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes amarelas e ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes verdes.

Fonte de pesquisa: GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. *Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 79.

ALEXANDRE KOYAMA/ARQUIVO DA EDITORA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- Um exemplo de codominância é a cor da pelagem do bovino da raça Shorthorn, que pode ser branca, avermelhada ou ruão. O animal com pelagem branca e o animal com pelagem avermelhada são homozigotos (**R1R1** e **R2R2**, respectivamente). Já o animal com pelagem do tipo ruão é heterozigoto, ou seja, seu genótipo é **R1R2**. Assim, o

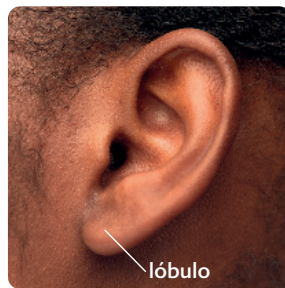
animal ruão apresenta tanto pelos brancos como pelos avermelhados, o que resulta em sua coloração característica.

- Mostre aos alunos imagens das flores da planta maravilha e da pelagem do bovino da raça Shorthorn.

Com base nos resultados de seus experimentos, Mendel formulou uma afirmação que ficou conhecida como **Primeira Lei de Mendel**. Utilizando os termos atuais da Genética, essa lei afirma que os alelos de um determinado gene se separam durante a meiose. Assim, cada gameta contém apenas um dos alelos de cada gene.

Algumas características dos seres humanos são transmitidas entre as gerações de maneira semelhante à cor das sementes nas ervilhas-de-cheiro, usadas por Mendel em seus experimentos. Um exemplo na espécie humana é o gene que condiciona o formato do lóbulo da orelha.

O formato da orelha é uma característica determinada por um gene que apresenta dois alelos, os quais serão representados pelas letras **B** e **b**. O alelo **B** está relacionado a lóbulos das orelhas soltos, enquanto o **b** está relacionado a lóbulos das orelhas presos ao pescoço.

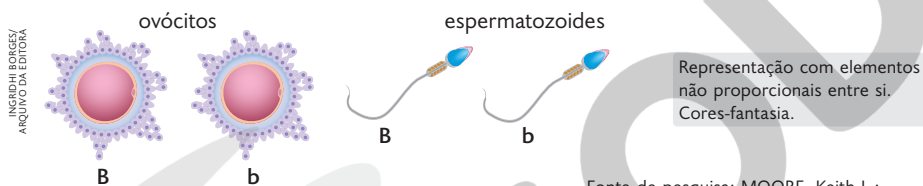


— Orelha humana com o lóbulo solto.



— Orelha humana com o lóbulo preso ao pescoço.

Sabendo-se o genótipo dos pais, é possível calcular a probabilidade de determinado genótipo ocorrer nos descendentes. Isso pode ser feito com o auxílio do chamado **Quadrado de Punnett**. Esse quadrado é um diagrama em que são inseridos os possíveis alelos presentes nos gametas dos progenitores e os possíveis genótipos resultantes desse cruzamento. Analise a seguir.



— Representação dos gametas produzidos pela mãe (ovócitos) e pelo pai (espermatozoides), com os respectivos alelos presentes nessas células.

Considere os progenitores com os genótipos **Bb** para a característica do formato do lóbulo da orelha.

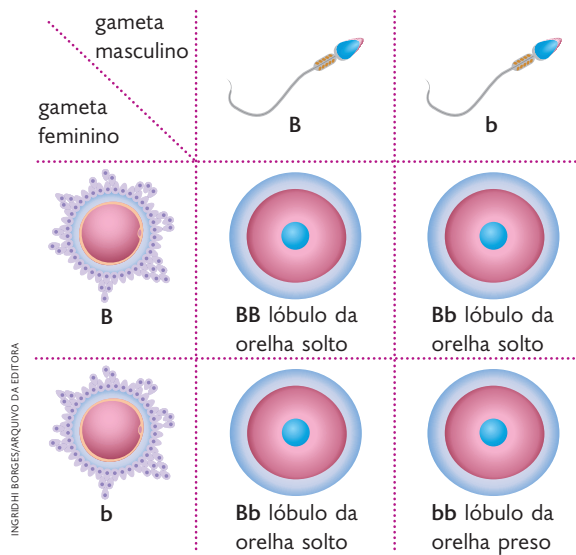
Em relação a essa característica, o pai produzirá espermatozoides de dois tipos: com alelo **B** e com alelo **b**. De maneira semelhante, a mãe produzirá ovócitos de dois tipos: os que contêm o alelo **B** e os que contêm o alelo **b**.

- Ao trabalhar o formato do lóbulo da orelha, enfatize para os alunos que o alelo dominante nesse caso é o **B**, e o recessivo o **b**. Depois, oriente-os a observar as fotos da página para identificar os possíveis pares de alelos em cada caso. Acompanhe se eles reconhecem que, no caso da pessoa com o lóbulo solto, é possível os pares **BB** ou **Bb**, e, no caso da pessoa com o lóbulo preso, apenas o par **bb**.

- Além de trabalhar o conteúdo propriamente dito de maneira adequada à faixa etária, é preciso que os alunos se interessem por esses assuntos. Além de abordar alguns aspectos gerais da Genética, como os padrões de herança mendeliana, busca-se apresentar exemplos contextualizados, atrativos e mais próximos da realidade deles, com o intuito de despertar o interesse. Com as questões didáticas favorecendo o entendimento dos padrões básicos de herança, optou-se por abordar a transmissão hereditária de algumas características humanas de modo mais simplificado, ou seja, seguindo um padrão de herança monogênico.

• Com o quadrado de Punnett apresentado nesta página, bem como com os demais que serão apresentados neste capítulo, os alunos associarão os gametas à transmissão das características hereditárias, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI08** da BNCC. Essa abordagem também desenvolve o **pensamento computacional**, uma vez que é possível fazer a decomposição do problema, dividindo-o, por exemplo, na seleção da característica a ser estudada, na identificação dos alelos dos progenitores, na inserção dos dados no quadrado de Punnett e nas combinações. A abstração também pode ser reconhecida como a identificação de determinadas características e seus respectivos alelos, permitindo que os alunos descartem as informações que não são relevantes para o estudo da característica selecionada. O reconhecimento de padrões também pode ser apontado pelos alunos no momento de realizar a determinação das probabilidades, pois eles utilizam cálculos que já foram empregados em outras situações. A determinação da probabilidade também permite uma integração com o componente curricular de **Matemática**, pois o professor desse componente curricular pode auxiliar os alunos no trabalho com frações e porcentagens.

Agora, analise o Quadrado de Punnett a seguir.



Quadrado de Punnett para a característica formato do lóbulo da orelha.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Nesse Quadrado de Punnett podemos verificar que há quatro encontros possíveis: um poderá originar um zigoto **BB**, dois poderão originar os zigotos **Bb**, e o outro originará um zigoto **bb**. Note que os indivíduos originados de zigotos que têm apenas alelos do tipo **b** apresentarão o formato do lóbulo da orelha preso ao pescoço. Como os genótipos **BB** e **Bb** resultam em lóbulo da orelha solto, o casal tem três chances em quatro, ou seja, 75%, de que seu descendente também apresente esse formato do lóbulo da orelha. Já a probabilidade de o casal ter um descendente com o lóbulo da orelha preso ao pescoço é de uma chance em quatro, ou seja, 25%.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

Como é possível verificar no Quadrado de Punnett, em relação ao formato do lóbulo da orelha, cada descendente apresentará uma combinação de dois alelos para essa característica: **BB**, **Bb** ou **bb**.

- Os indivíduos que apresentam os mesmos alelos de um gene são chamados **homozigotos**. Neste caso, os indivíduos **BB** e **bb** são homozigotos para o formato do lóbulo da orelha.
- Os indivíduos que apresentam alelos diferentes de um gene são chamados **heterozigotos**. Neste caso, os indivíduos **Bb** são heterozigotos para o formato do lóbulo da orelha.

O alelo **B** é dominante, pois precisa de uma única cópia para expressar determinada característica, seja o genótipo homozigoto ou heterozigoto. Já o alelo **b** é recessivo, pois expressa seu fenótipo apenas em homozigotos, ou seja, quando há duas cópias desse alelo.

Assim, a constituição de alelos que um indivíduo apresenta se refere ao seu genótipo para essa característica. No exemplo do formato do lóbulo da orelha, os genótipos são **BB**, **Bb**, **bb**. Já a expressão do genótipo é correspondente ao seu fenótipo, como o lóbulo da orelha solto ou preso ao pescoço.

80

• Comente com os alunos que a genética apresenta possibilidades, levando em consideração os possíveis gametas dos progenitores. Leve-os a perceber que cada fecundação é um processo independente, ou seja, as ocorrências das fecundações anteriores não influenciam. Por exemplo, na hipótese de um casal já ter dois filhos com lóbulo da orelha solto, a probabilidade de ter um terceiro com lóbulo da orelha solto continua a ser de 75%, pois cada fecundação é independente.

• Comente com os alunos que grande parte do DNA contido nas células não são genes. Algumas dessas sequências não são codificantes e estão relacionadas ao processo de regulação gênica, enquanto outras apresentam função estrutural no cromossomo, como a região dos centrômeros. No entanto, ainda são necessárias várias pesquisas para se descobrir a importância dessa grande extensão de segmentos de DNA não codificante.



## Atividades

Faça as atividades no caderno.

### 1. Analise a imagem a seguir.

A T T C C G G A T G C A G C C C A T

Representação de sequência de nucleotídeos de fita simples de DNA.

- a) Reescreva em seu caderno a sequência de bases nitrogenadas dessa fita e, em seguida, escreva a sequência de bases nitrogenadas da fita complementar à ilustrada, para que se forme a fita dupla de DNA. Por fim, cite qual é o tipo de alteração necessária para que essa sequência de bases nitrogenadas represente uma molécula de RNA. 1. a) Resposta nas orientações ao professor.

### 2. Identifique o complemento correto para cada sentença apresentada na coluna da esquerda, de modo que formem afirmativas verdadeiras. Em seguida, identifique a alternativa que apresenta os pares de letras e números corretos.

A. Genótipo se refere...

B. Alelos dominantes são...

C. O fenótipo se refere...

D. Gene corresponde...

E. Alelos homocigotos são...

F. Alelos recessivos são...

G. Alelos heterocigotos são...

1. ...alelos iguais de um gene.

2. ...ao trecho da molécula de DNA responsável pela produção de moléculas que exercem papéis específicos no organismo, como as proteínas.

3. ...ao conjunto de informações genéticas de um ser vivo.

4. ...alelos diferentes de um gene.

5. ...à expressão do genótipo e pode ser influenciado por outros fatores além dos genéticos.

6. ...aqueles que expressam o fenótipo apenas em homocigotos.

7. ...aqueles que precisam de uma única cópia para se expressar.

- a) Os pares corretos são: A2, B7, C3, D5, E6, F4 e G1.  
b) Os pares corretos são: A2, B7, C3, D5, E1, F6 e G4.  
c) Os pares corretos são: A3, B7, C5, D2, E1, F6 e G4.  
d) Os pares corretos são: A3, B6, C5, D2, E4, F7 e G1.

2. Resposta: Alternativa c.

• A atividade 1 permite avaliar se os alunos compreenderam a complementaridade das bases nitrogenadas da molécula de DNA e a diferença para molécula de RNA. Acompanhe se eles escrevem a fita complementar pareada à fita sugerida na atividade. Esta atividade também contribui para que eles sistematizem o conhecimento ao reproduzir a sequência das duas fitas de DNA. Se possível, peça-lhes que escrevam também a fita de RNA equivalente.

• Na atividade 2, acompanhe se os alunos apresentam dificuldade ao fazer alguma associação e, se necessário, retome o assunto com eles. Com esta atividade, é possível avaliar a alfabetização científica dos alunos com relação aos conceitos de Genética.

### Resposta

1. a) Espera-se que eles escrevam a seguinte sequência, da esquerda para a direita: T – A – A – G – G – C – C – T – A – C – G – T – C – G – G – G – T – A. Além disso, espera-se que eles citem que, para que essa sequência represente uma molécula de RNA, é necessário substituir a base nitrogenada timina por uracila, mantendo a fita única.

• A atividade 3 apresenta vários termos essenciais para a compreensão da genética, o que contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC. Esta atividade tem por objetivo que os alunos apliquem esses termos em frases, a fim de verificar se os compreenderam. Verifique se as aplicações foram feitas de forma correta e, se necessário, reproduza esta atividade na lousa, resolvendo-a junto com os alunos.

• A atividade 4 permite conhecer outra característica estudada por Mendel durante seus experimentos. Relembre que Mendel analisou diversas características da ervilha-de-cheiro e uma delas é a textura da semente. Auxilie os alunos a observar as características, reconhecendo que a lisa é dominante em relação à rugosa.

### Resposta

4. c) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que, de acordo com essa lei, cada gameta apresenta apenas um dos alelos de um gene. Isso porque, durante a meiose, os alelos se separam entre os gametas.

### Sugestão de avaliação

Em 1962, nove anos após a publicação do artigo sobre a molécula de DNA, Watson e Crick receberam o prêmio Nobel em reconhecimento por sua contribuição científica. Sobre a estrutura do DNA, responda às questões a seguir.

a) Qual é a importância dos trabalhos de Erwin Chargaff e Rosalind Franklin na descoberta da estrutura do DNA?

Resposta: Erwin Chargaff descobriu que a proporção das bases adenina e timina em uma molécula de DNA era sempre igual, o que ocorre também com as proporções de guanina e citosina, dando suporte à ideia de que as bases nitrogenadas ocorriam sempre aos pares: adenina-timina, guanina-citosina. Rosalind Franklin, por sua vez, produziu imagens da molécula de DNA utilizando técnicas de raios X.

3. Reescreva as sentenças no caderno substituindo os símbolos pelos termos adequados, apresentados a seguir.

- fenótipo
- DNA
- genes
- cromossomos
- genótipo
- nucleotídeos
- proteínas
- cariótipo
- dupla-hélice

a) O ■ é o material genético dos seres vivos. De acordo com o modelo aceito atualmente, essa molécula tem formato de ■ e é composta por ■, os quais apresentam um carboidrato, um fosfato e uma base nitrogenada.

3. a) Resposta: DNA, dupla-hélice, nucleotídeos.

b) Com exceção dos gametas, as células humanas apresentam 23 pares de ■. O conjunto de todas essas estruturas em uma célula é chamado ■.

3. b) Resposta: cromossomos, cariótipo.

c) Alguns trechos de DNA contêm informações para a produção de moléculas que exercem papéis específicos no organismo, como as ■. Esses trechos são chamados ■ e são os responsáveis por muitas das características observadas nos organismos e que são transmitidas ao longo das gerações.

3. c) Resposta: proteínas, genes.

d) O conjunto de informações genéticas de um indivíduo é chamado ■. Já a manifestação dessas informações genéticas, as quais podem sofrer influência do ambiente, por exemplo, é chamada ■. 3. d) Resposta: genótipo, fenótipo.

4. Leia o texto a seguir a respeito de um dos experimentos de Mendel.

Mendel cruzou ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes lisas com ervilhas-de-cheiro produtoras de sementes rugosas. Na primeira geração, obteve plantas produtoras de sementes lisas. Ele prosseguiu seu experimento e permitiu a autofecundação das plantas produtoras de sementes lisas da primeira geração. Na segunda geração, Mendel obteve sementes lisas e sementes rugosas, na proporção de três sementes lisas para cada semente rugosa.



Semente rugosa (A) e semente lisa (B) de ervilha-de-cheiro.

a) A textura lisa ou rugosa da semente é uma característica determinada por um gene com dois alelos (L e l). Sabendo que a característica lisa é dominante, escreva os genótipos dos cruzamentos que representam o experimento de Mendel descrito no enunciado da questão. Indique a geração parental, a geração F<sub>1</sub> e a geração F<sub>2</sub>.

4. a) Resposta: Geração parental: LL × ll; geração F<sub>1</sub>: Ll; geração F<sub>2</sub>: LL, Ll e ll.

b) Com base em sua resposta ao item a, escreva o fenótipo de cada um dos genótipos apresentados.

c) Para explicar resultados como os apresentados nesse experimento, Mendel elaborou uma afirmação que ficou conhecida como a Primeira Lei de Mendel. Explique-a com suas palavras. 4. c) Resposta nas orientações ao professor.

4. b) Resposta: Geração parental: LL (sementes lisas) × ll (sementes rugosas); geração F<sub>1</sub>: Ll (sementes lisas); cruzamento de F<sub>2</sub>: Ll × Ll (sementes lisas); geração F<sub>2</sub>: LL (sementes lisas), Ll (sementes lisas) e ll (sementes rugosas).

82

b) No caderno, ilustre o modelo de dupla hélice proposto por Watson e Crick para a molécula de DNA, identificando cada um de seus componentes.

Resposta: Espera-se que os alunos ilustrem um modelo com duas fitas unidas entre si pelas bases nitrogenadas (timina-adenina, guanina-citosina) em um

formato espiralado, em torno de um eixo imaginário.

c) Explique com suas palavras o que é o gene.

Resposta: Gene é um trecho da molécula de DNA responsável pela produção de moléculas que exercem funções específicas no organismo, como proteínas.

## Hereditograma

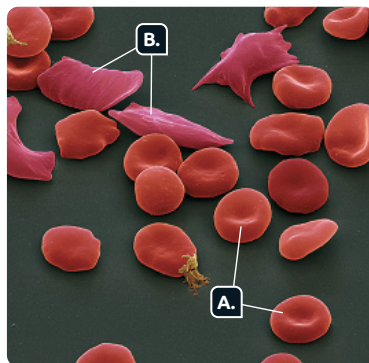
Para facilitar o estudo das características genéticas em uma família, é comum a construção de diagramas chamados **hereditogramas**. Por meio deles, é possível, por exemplo, identificar o parentesco entre as pessoas de uma família e analisar as chances de um casal ter um descendente com determinadas características, como a ocorrência de uma doença hereditária.

Por exemplo, a anemia falciforme é uma doença que causa uma deformação no formato das hemácias. Essa deformação compromete o transporte de gás oxigênio no organismo.

Essa doença está relacionada a um gene que apresenta dois alelos: um dominante, representado como **F**, e um recessivo, representado como **f**.

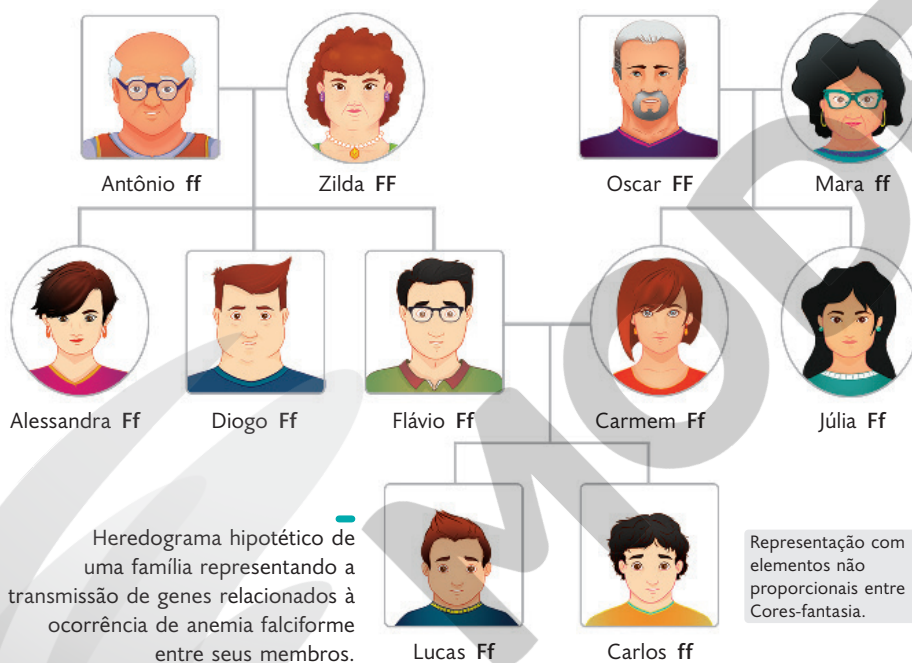
Hemácias normais (A) e hemácias falciformes (B).

Imagem obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 3000 vezes. Colorizada em computador.



RAY OF SCIENCE/SP/FOOTREINA

As pessoas com as constituições genéticas **FF** e **Ff** não desenvolvem a doença. Já as pessoas **ff** apresentam a anemia falciforme. Analise a seguir.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ROGÉRIO CASAGRANDE/ARQUIVO DA EDITORA

• Comente com os alunos que os principais sintomas da anemia falciforme são dores nas costas, braços e pernas, e, em casos mais graves, insuficiência renal crônica, doença cardíaca, doenças na retina, entre outros. Se necessitar de mais informações sobre essa doença, consulte o documento *Manual da anemia falciforme para a população*, do Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.nupad.medicina.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/12/Manual-da-Anemia-Falciforme-para-a-populacao.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

### Sugestão de avaliação

Utilize o exemplo da anemia falciforme para verificar se os alunos compreenderam os conceitos de gene, alelos, homocigoto, heterocigoto, dominante e recessivo, isso contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC. Peça que identifiquem qual gene está relacionado a essa doença. Pergunte-lhes quais são os alelos e qual seria dominante ou recessivo.

Diga-lhes que há uma sequência do DNA que determina a produção de uma proteína chamada hemoglobina. A sequência de nucleotídeos do gene da hemoglobina pode apresentar-se de duas formas diferentes, o que resulta nos alelos **F** ou **f**. Relembre que cada célula humana, com exceção dos gametas, é formada por 23 pares de cromossomos, sendo que, em cada par, um cromossomo vem da mãe e o outro do pai. Faça um esquema na lousa que represente um gameta masculino e outro feminino, a fim de demonstrar a origem dos alelos. Existem as seguintes combinações possíveis: **FF**, **Ff** e **ff**. Explique que é considerado recessivo aquele alelo que só se manifesta quando está presente em homocigose (**ff**). Já o dominante é o alelo que se manifesta nos indivíduos heterocigotos (**Ff**).

83

• Explique aos alunos que os hereditogramas são utilizados por geneticistas para estudar determinadas características, permitindo encontrar as heranças mono-híbridas. Para isso, o profissional faz o levantamento de um determinado fenótipo

na família analisada. Essa abordagem promove a **Competência geral 6** da BNCC, pois reconhece e valoriza o papel do geneticista em atividades como o aconselhamento genético ou a distribuição genética de uma determinada condição hereditária.



## Atividade a mais

• Para auxiliar os alunos na interpretação dos problemas envolvendo os cruzamentos genéticos, acesse o artigo sugerido a seguir.

> SANTOS FILHO, Ronaldo dos *et al.* Representando Genótipos e Fenótipos: uma prática para visualizar as diferentes interações alélicas na Herança Monogênica. *Genética na escola*, v. 16, n. 2, p. 258-271, 2021. Disponível em: [https://www.geneticanaescola.com/\\_files/ugd/b703be\\_f9a1df28fdc24984abb1e2576fa16fad.pdf](https://www.geneticanaescola.com/_files/ugd/b703be_f9a1df28fdc24984abb1e2576fa16fad.pdf). Acesso em: 3 jun. 2022. Nesse trabalho, os autores sugerem atividades utilizando miçangas para que os alunos observem os cruzamentos e realizem os cálculos.

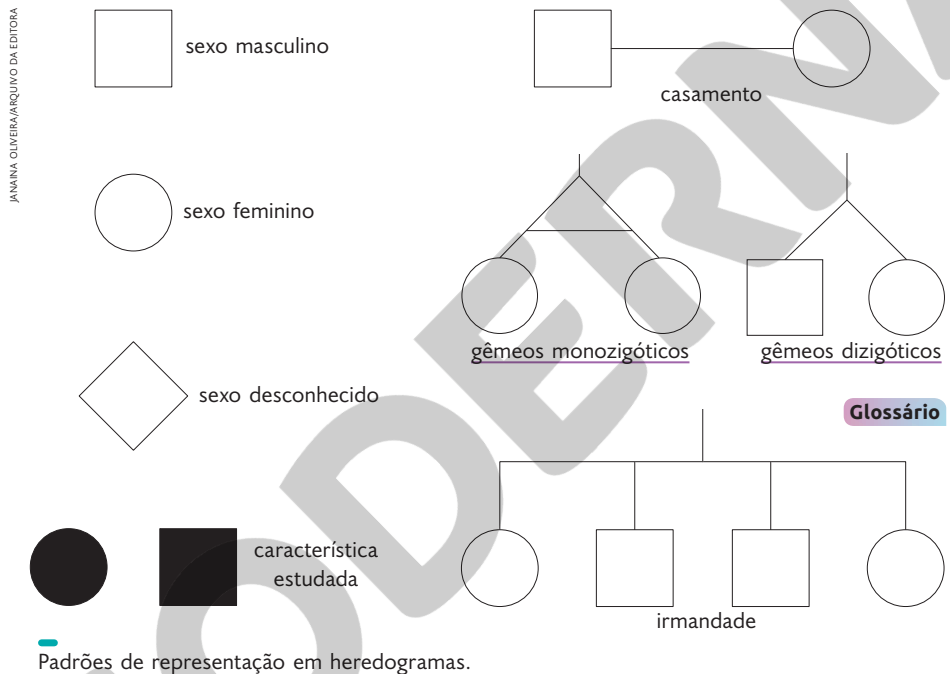
• É possível adaptar uma parte do trabalho para os alunos do Ensino Fundamental. Para isso, providencie folhas de papel sulfite, lápis de cor e miçangas nas cores verde e amarelo. Peça aos alunos que montem Quadrados de Punnett (3 × 3) nas folhas de papel sulfite e os recortem. Organize-os em grupos de três alunos e apresente a cada um diferentes cruzamentos entre ervilhas, quanto à característica cor. Oriente-os a utilizar as miçangas.

• Proponha, por exemplo, cruzamentos de ervilhas amarelas e ervilhas verdes puras. Os alunos devem completar os espaços do Quadrado de Punnett separando as miçangas de acordo com a cor, como se fossem alelos provenientes dos gametas parentais. Em seguida, peça-lhes que preencham com outras miçangas a combinação formada (amarelo-amarelo ou amarelo-verde ou verde-verde). Depois, peça-lhes que identifiquem a cor da ervilha formada, pintando com a respectiva cor. Relembre que as miçangas representam o genótipo e a cor formada o fenótipo. Auxilie-os a calcular as probabilidades.

• Esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 4** da BNCC, pois envolve o trabalho com materiais diferenciados, em linguagem multimodal, além de oferecer noções de probabilidade, envolvendo o componente curricular de **Matemática**.

**Questão 6.** Com base no heredograma, responda aos itens a seguir.

- a) Quem são os pais de Lucas? **Questão 6. a) Resposta:** Flávio e Carmem.
- b) Quem são os avós paternos de Lucas? E os maternos? **Questão 6. b) Resposta nas orientações ao professor.**
- c) Qual é o parentesco entre Carmem e Júlia? **Questão 6. c) Resposta:** Elas são irmãs.
- d) Quais pessoas têm anemia falciforme? **Questão 6. d) Resposta:** Antônio, Mara e Carlos.
- e) Qual é o genótipo e o fenótipo de Diogo e Alessandra? **Questão 6. e) Resposta nas orientações ao professor.**
- f) Quais integrantes da família são homocigotos? **Questão 6. f) Resposta:** Antônio, Zilda, Oscar, Mara e Carlos.
- g) Carlos apresenta anemia falciforme. No caderno, identifique as chances de os pais de Carlos terem outro filho, independentemente do sexo, com essa doença. **Questão 6. g) Resposta nas orientações ao professor.**
- Para a construção de um heredograma, como o que analisamos anteriormente, são utilizados alguns símbolos-padrão. Verifique a seguir alguns deles.



Outra característica determinada geneticamente é a forma de distribuição do cabelo. Um dos alelos do gene para essa característica pode condicionar uma distribuição em forma de V, conhecida como bico de viúva. Já o outro alelo pode condicionar uma distribuição regular do cabelo.

O bico de viúva é uma característica determinada por um alelo dominante e não está ligada ao sexo, ou seja, a probabilidade de um homem e de uma mulher apresentarem essa característica é a mesma.

84

## Respostas

**Questão 6. b)** Os avós paternos de Lucas são Antônio e Zilda, e os avós maternos são Oscar e Mara.

**e)** Ambos têm genótipo Ff.

**g)** A probabilidade é de 25%.

Quadrado de Punnett		
	gameta masculino	
gameta feminino	F	f
F	FF sem anemia falciforme	Ff sem anemia falciforme
f	Ff sem anemia falciforme	ff com anemia falciforme

Analise a seguir as duas maneiras de distribuição do cabelo.

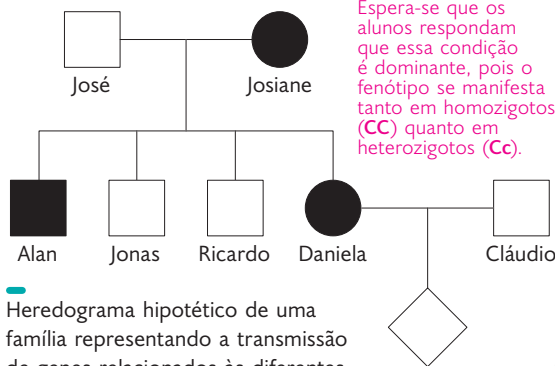


Pessoa com distribuição do cabelo conhecida como bico de viúva.



Pessoa com distribuição regular do cabelo.

Para a característica de distribuição de cabelo, vamos considerar que o alelo dominante é representado pela letra **C** e o alelo recessivo, pela letra **c**. A seguir, analisaremos por meio de um heredograma como o gene dessa característica é transmitido aos descendentes.



**Questão 8. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que essa condição é dominante, pois o fenótipo se manifesta tanto em homocigotos (**CC**) quanto em heterocigotos (**Cc**).

Heredograma hipotético de uma família representando a transmissão de genes relacionados às diferentes formas de distribuição do cabelo entre seus membros.

Daniela e seu irmão Alan apresentam distribuição do cabelo do tipo bico de viúva. Já seus outros irmãos, Jonas e Ricardo, têm distribuição regular do cabelo.

Daniela e Alan herdaram de seu pai, José, um alelo **c** e de sua mãe, Josiane, um alelo **C**. Jonas e Ricardo herdaram um alelo **c** do pai e um alelo **c** da mãe. Daniela se casou com Cláudio, que apresenta distribuição do cabelo regular.

**Questão 7.** Quais são os genótipos e fenótipos de cada um dos membros da família de Daniela? *Questão 7. Resposta nas orientações ao professor.*

**Questão 8.** Com base na análise do heredograma e nos genótipos dos membros da família, podemos afirmar que a condição bico de viúva é uma característica dominante ou recessiva? Justifique sua resposta.

**Questão 9.** Analisando o heredograma, quais são os possíveis genótipos do descendente de Daniela e Cláudio? Justifique sua resposta.

**Questão 9. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que ele pode apresentar os genótipos **Cc** ou **cc**, pois Daniela (**Cc**) pode ceder via ovócito tanto genes **C** quanto **c** para seu descendente. Já Cláudio (**cc**) pode ceder via espermatozoide apenas genes **c**.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder às questões 7 e 8, peça-lhes que retomem os padrões das representações dos elementos dos heredogramas (sexo e características estudadas). Assim, eles podem identificar no heredograma desta página as características e a combinação de alelos de cada integrante da família.

• Auxilie os alunos a identificar os integrantes que possuem características recessivas no heredograma na resolução da questão 9.

### Resposta

**Questão 7.** José: **cc**; Josiane: **Cc**; Alan: **Cc**; Jonas: **cc**; Ricardo: **cc**; Daniela: **Cc**; Cláudio: **cc**.

• Relembre os alunos que, a cada fecundação há um evento independente, ou seja, não há dependência das fecundações anteriores. Dessa maneira, a cada fecundação, as chances de combinação entre os alelos se repetem, independentemente de o casal já ter um filho com distribuição do cabelo em forma de bico de viúva ou não. Isso vale para todas as características herdadas geneticamente. É necessário ressaltar essa informação, pois é comum os alunos pensarem que a probabilidade de determinada condição diminui de uma gestação para outra, isto é, caso os pais já tenham tido um filho com a característica.

## Um texto a mais

• Neste volume, abordamos o sexo biológico. Entretanto, a sexualidade humana é mais complexa e vai além dos cromossomos. Há diversas discussões envolvendo a sexualidade humana e a identidade sexual dos seres humanos em diferentes áreas do saber. Existem também fatores culturais e religiosos que defendem determinados posicionamentos. Trata-se de um assunto por vezes polêmico. Em termos sociais e na legislação brasileira, reconhece-se a diferença entre sexo biológico e identidade de gênero, além de assegurar que todas as pessoas têm seus direitos garantidos perante a lei. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

A sexualidade humana é composta, basicamente, [de] quatro elementos: sexo biológico, orientação sexual, identidade de gênero e expressão de gênero.

**SEXO BIOLÓGICO:** depende da combinação dos cromossomos sexuais, da genitália presente no nascimento, da capacidade reprodutiva e outras características secundárias, que diferenciam macho e fêmea, cabendo destacar que existem pessoas que nascem com combinações diferentes desses fatores e que podem apresentar características dos dois sexos (macho, fêmea, intersexual)

**ORIENTAÇÃO SEXUAL:** se refere à atração afetiva, sexual ou emocional sentida por outro indivíduo, que pode ser do mesmo sexo (homossexual: *gay* ou *lésbica*), do sexo oposto (heterossexual) ou por ambos os sexos (bissexual). [...]

**IDENTIDADE DE GÊNERO:** é a forma como a pessoa se percebe e quer ser reconhecida, em geral, com as expressões de gênero masculino e feminino (ou a combinação dos dois), e que não possui relação com seu sexo biológico. Cisgênero é aquele [que] se identifica com o mesmo gênero do sexo atribuído no nascimento e Transgênero é o que se identifica com gênero diferente do correspondente ao seu sexo

A análise de heredogramas pode ser auxiliada por outras ferramentas, como o Quadrado de Punnett, estudado anteriormente.

Considere que Daniela esteja grávida. Analise a seguir como ela e Cláudio podem prever qual é a probabilidade de seu filho ou sua filha apresentar distribuição de cabelo do tipo bico de viúva.

gameta masculino		
gameta feminino	 Cc bico de viúva	 Cc bico de viúva
	 cc distribuição regular	 cc distribuição regular

Observando o Quadrado de Punnett, você pode perceber que Cláudio formará apenas gametas com alelo *c*, enquanto Daniela produzirá gametas com alelo *C* e gametas com alelo *c*. Assim, há quatro encontros possíveis: dois originarão zigotos *Cc* e dois originarão zigotos *cc*. Ou seja, o casal tem duas chances em quatro (50%) de que seu descendente, independentemente do sexo, apresente a distribuição de cabelo do tipo bico de viúva.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

INGRIDIH BORGES/ARQUIVO DA EDITORA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

## Cromossomos e determinação do sexo em seres humanos

Como você estudou anteriormente, o cariótipo do ser humano é composto por 46 cromossomos, organizados em 23 pares. Destes, um par é de cromossomos sexuais, que estão diretamente relacionados à determinação do sexo biológico no ser humano.

Nos indivíduos do sexo feminino, o par de cromossomos sexuais é formado por dois cromossomos X. Já nos indivíduos do sexo masculino, observa-se um cromossomo X e um cromossomo Y. Dessa maneira, o cariótipo humano para o sexo biológico feminino pode ser representado por 46, XX. Já o cariótipo humano para o sexo biológico masculino pode ser representado por 46, XY.

A determinação do sexo biológico dos seres humanos ocorre no momento da fecundação.

biológico (homem cisgênero, homem transgênero, mulher cisgênero, mulher transgênero)

**EXPRESSÃO DE GÊNERO:** se refere a como você expressa comportamentalmente (atitudes, vestuário) o gênero com o qual você se

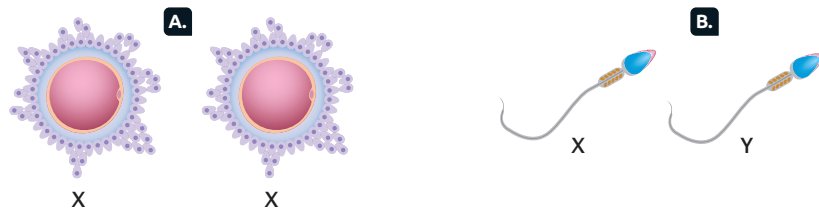
identifica (masculina, feminina, não binária)

PODER JUDICIÁRIO. Tribunal de Justiça do Estado Do Pará. *Guia sobre diversidade sexual, identidade de gênero e o direito ao uso do nome social por pessoas transexuais*. Disponível em: <https://www.tjpa.jus.br/CMSPortal/VisualizarArquivo?idArquivo=946016>. Acesso em: 3 jun. 2022.



Durante a produção dos gametas, a mulher produz apenas um tipo de ovócito, que apresenta o cromossomo X. Já o homem pode produzir tanto espermatozoides com cromossomo X quanto com cromossomo Y. Analise a seguir.

INGRIDHI BORGES/ARQUIVO DA EDITORA

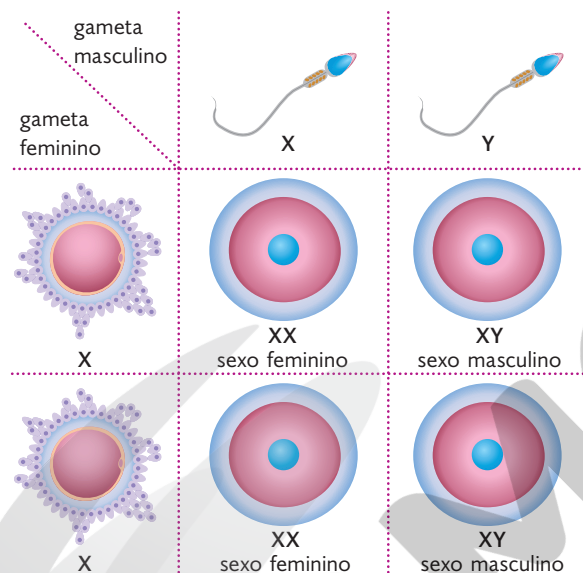


Representação do tipo de cromossomo sexual (X ou Y) possível em gametas produzidos por indivíduo do sexo feminino (imagem A) e do sexo masculino (imagem B).

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

Assim, de maneira simplificada, podemos afirmar que o sexo biológico é determinado pelo espermatozoide que fertiliza o ovócito. Caso o ovócito seja fecundado por um espermatozoide contendo o cromossomo X, o zigoto formado será XX e dará origem a um indivíduo do sexo feminino. Já na situação de o ovócito ser fecundado por um espermatozoide contendo o cromossomo Y, o zigoto formado será XY, e o indivíduo em formação será do sexo masculino.



A união dos gametas masculino e feminino pode dar origem a zigotos XX ou XY na mesma proporção. Ou seja, a possibilidade de a fecundação resultar na formação de um zigoto XX é igual à possibilidade de formar um zigoto XY.

Assim, pode-se afirmar que a probabilidade de nascer um descendente do sexo feminino é de 50% e que a probabilidade de nascer um descendente do sexo masculino também é de 50%.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

Quadrado de Punnett para determinação do sexo biológico em seres humanos.

- Explique aos alunos que há diferentes sistemas de determinação do sexo. Comente com os alunos que esses sistemas de determinação do sexo são conhecidos como sistema XY (humanos), sistema XO (gafanhotos) e sistema ZW (abelhas).

- Comente com os alunos que, ao contrário do sistema XY, no sistema ZW, a fêmea é heterogamética (produz dois tipos de gametas em relação ao cromossomo sexual) e o macho é monogamético (produz um tipo de gameta em relação ao cromossomo sexual).

• Para iniciar este assunto, apresente a *Lei Maria da Penha*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm). Acesso em: 3 jun. 2022. Averigüe se os alunos conhecem situações de violência e feminicídio e se reconhecem a importância de combater a violência contra a mulher.

• O trabalho com esta seção complementa e com as questões desenvolve o tema contemporâneo transversal **Educação em Direitos Humanos** e a **Competência geral 10**, já que visa conscientizar sobre os índices de feminicídio e a importância do combate à violência contra a mulher, um problema histórico a ser enfrentado.

• Auxilie os alunos a interpretar o gráfico, desenvolvendo um trabalho conjunto com o componente curricular de **Matemática**. Explique que em Honduras e República Dominicana, os índices são maiores do que nos demais países, mostrando que este não é um problema exclusivo do Brasil. Também é importante que os alunos constatem que o número de feminicídios no nosso país é muito alto, por isso são necessárias políticas públicas que protejam as mulheres brasileiras. As questões **a** e **b** permitem o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 8** e da **Competência geral 9**, já que desenvolvem o exercício da empatia e do cuidado com o outro. A questão **c** permite o desenvolvimento da **Competência geral 5**, já que aborda o cuidado com o próximo e o uso de TDICs na conscientização da população.

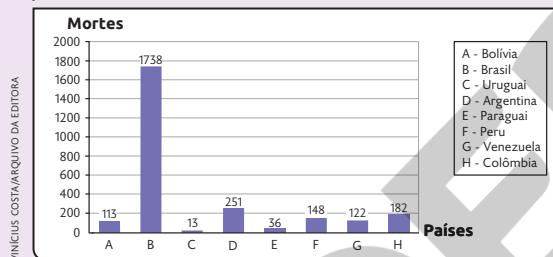
## [Não] violência contra a mulher

Como estudado anteriormente, o sexo biológico na espécie humana é determinado principalmente por um par de cromossomos sexuais, os quais estão relacionados a algumas características físicas específicas de cada um dos sexos, por exemplo. Apesar dessas e de outras diferenças, homens e mulheres têm os mesmos direitos perante a lei.

No entanto, infelizmente, não é o que se verifica em diferentes setores da sociedade. Ainda hoje, homens e mulheres não são tratados da mesma maneira em todos os lugares, tampouco são igualmente valorizados. Além disso, as mulheres podem sofrer diferentes formas de violência.

Os casos em que a violência física resulta no **homicídio** de uma mulher, motivado pelo fato de ela ser do sexo feminino, recebem o nome de feminicídio. Sobre esse tema, analise o gráfico a seguir.

**Mortes caracterizadas como feminicídio em países da América do Sul (2020)**



**Homicídio:** assassinato, morte intencional ou não intencional de ser humano.

Fonte de pesquisa: FEMINICÍDIO ou feminicídio. *Observatório de Igualdade de Gênero da América Latina e do Caribe*. Disponível em: <https://oig.cepal.org/pt/indicadores/feminicidio-ou-femicidio>. Acesso em: 3 maio 2022.

Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

- Com base nos dados do gráfico, o que podemos afirmar a respeito do feminicídio no Brasil? Junte-se a um colega, conversem sobre esses dados e o que poderia ser feito para reduzir urgentemente o número de mortes causadas por esse tipo de crime.
- Explique como o contexto histórico, cultural, social e econômico no Brasil pode ser relacionado ao modo como a mulher é vista, tratada ou valorizada no país. Em seguida, escreva um texto no caderno sobre esse assunto.
- Junte-se a três colegas e montem um material para conscientizar sobre a importância de combater a violência contra a mulher. Para isso, pesquisem sobre a Lei nº 11.340/2006, conhecida como Lei Maria da Penha, e identifiquem os tipos de violência que as mulheres sofrem em diferentes esferas da sociedade. Em seguida, transformem esse material em um vídeo e o compartilhem nas mídias sociais.

Questões a, b e c. Respostas nas orientações ao professor.

## Respostas

**Questão a.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos possam refletir sobre e analisar os dados do gráfico, buscando soluções para reduzir os casos de violência e feminicídio do Brasil. Os alunos podem citar que é necessário proteger as vítimas de violência doméstica e garantir sua segurança ao denunciar e punir seus agressores, além de

promover campanhas de não violência contra a mulher.

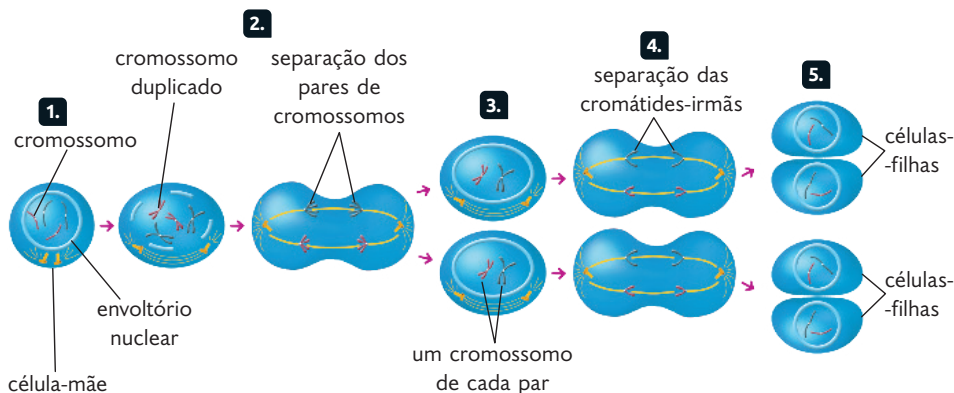
**Questão b.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir acerca da condição da mulher em vários contextos sociais ao longo da história. É importante que eles concluam que o preconceito contra o gênero feminino é histórico e cultural e que gera

diversas formas de violência.

**Questão c.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é promover o combate à violência contra a mulher, desenvolvendo a autonomia dos alunos na produção de vídeos e no compartilhamento desse material em redes de interação social.

## Síndromes genéticas

Para que ocorra a formação dos gametas, algumas células presentes nos testículos e nos ovários passam por um processo de divisão celular conhecido como meiose. Como você já estudou, células com 46 cromossomos originam gametas com 23 cromossomos. Analise o esquema a seguir.



— Representação simplificada da divisão celular por meiose em uma célula hipotética composta por dois cromossomos.

Fonte de pesquisa: REECE, Jane B. et al. *Biologia de Campbell*. Tradução: Anne D. Villela et al. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 258-259.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

1. Antes de iniciar a meiose, a célula-mãe duplica seus cromossomos. Essas cópias são chamadas cromátides-irmãs e permanecem unidas uma a outra. Durante a meiose, o envoltório nuclear se desfaz.
2. Os pares de cromossomos homólogos, já duplicados, pareiam-se, ou seja, posicionam-se lado a lado. Proteínas presentes no citoplasma se ligam a cada um dos cromossomos homólogos duplicados, separando-os.
3. Ao final da primeira fase da meiose, formam-se duas células, cada uma com um dos cromossomos homólogos duplicados. Isso permite que os cromossomos homólogos de origem materna e paterna se separem em diferentes células-filhas.
4. Na segunda fase da meiose, ocorre uma nova divisão celular, na qual há separação de cada uma das cromátides-irmãs dos cromossomos duplicados.
5. Ao final da meiose, formam-se quatro células-filhas, cada uma com metade da quantidade de cromossomos da célula-mãe. Isso acontece porque cada célula-filha recebe apenas um cromossomo de cada par.

• Nesta página, é apresentada a divisão celular meiose, assunto que costuma gerar dúvidas nos alunos. Reproduza o esquema da meiose na lousa. Peça aos alunos que expliquem as etapas e vá complementando as informações que apresentarem.

• Relembre os alunos de que cada um dos cromossomos de um par é proveniente de um dos progenitores, ou seja, um dos cromossomos advém do pai e o outro da mãe.

• Explique que, além da meiose, a formação dos gametas envolve um processo de diferenciação celular que é mais evidente nos gametas masculinos. No processo de formação dessas células, após a meiose, ocorre a condensação do núcleo, formação do flagelo, da peça intermediária (onde se encontram várias mitocôndrias), formação do acromossomo (onde se localizam enzimas que auxiliam no processo de penetração no ovócito), bem como a perda de parte do citoplasma. Com a diferenciação, o espermatozoide torna-se especializado para o processo reprodutivo. Relembre aos alunos que os ovócitos femininos são produzidos nos ovários. O processo de liberação do ovócito é chamado ovulação. Durante esse processo, a célula reprodutora ainda não terminou a meiose, por isso ela é chamada ovócito secundário, e não óvulo. A meiose só se completa caso ocorra a fecundação.

• Relembre os alunos de que o cariótipo se refere ao conjunto de cromossomos de um indivíduo. Os cromossomos que não são sexuais são chamados autossômicos. Dessa maneira, os cariótipos típicos de um ser humano também podem ser representados das seguintes maneiras: 44, **XX** (44 cromossomos autossômicos, mais dois cromossomos sexuais **X**, portanto refere-se ao sexo biológico feminino) ou 44, **XY** (44 cromossomos autossômicos, mais dois cromossomos sexuais, um **X** e um **Y**, dessa maneira, refere-se a um indivíduo do sexo masculino).



## Um texto a mais

• Nesta página, é apresentada a meiose. Reforce que essa divisão celular ocorre na formação dos gametas. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir com os alunos e ilustre na lousa cada uma das etapas da meiose I e da meiose II.

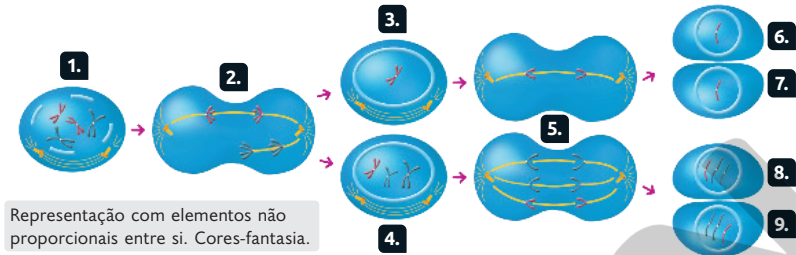
[...]

Na primeira meiose, ocorre o seguinte: na prófase, há a condensação da cromatina em cromossomos (cada cromossomo possui duas cromátides devido à duplicação do DNA), o desaparecimento do nucléolo, a desintegração do envoltório nuclear, o pareamento dos cromossomos-homólogos e a recombinação genética (ou *crossing-over*), resultando na troca de material genético entre os cromossomos pareados; na metáfase, os cromossomos arrancam-se ao equador da célula; na anáfase, um dos cromossomos de cada par de cromossomos-homólogos migra para um dos polos opostos da célula, e, na telófase, há a citocinese. As células-filhas contêm um conjunto cromossômico, mas cada cromossomo tem duas cromátides [...].

A segunda meiose é semelhante à mitose: na prófase, há a desintegração do envoltório nuclear; na metáfase, os cromossomos arrancam-se no equador da célula; na anáfase, há a separação e a migração das cromátides-irmãs para os polos opostos da célula, e, na telófase, há a descondensação dos cromossomos, a formação do envoltório nuclear e a citocinese. As células produzidas têm um conjunto cromossômico, e cada cromossomo é constituído por uma molécula de DNA. [...]

GAMETOGENESE: capítulo 2. UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/livrodeembrio/ppts/2.gametog%C3%AAnese.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2022.

Durante a formação dos gametas humanos na meiose, podem ocorrer algumas falhas, como a separação inadequada dos cromossomos homólogos. Essas falhas resultam em gametas com uma quantidade maior ou menor que 23 cromossomos, número que caracteriza os gametas dos seres humanos. Além disso, os cromossomos podem perder fragmentos e apresentar outras alterações em sua estrutura. Como resultado, formam-se gametas com alterações cromossômicas. Analise um exemplo a seguir.



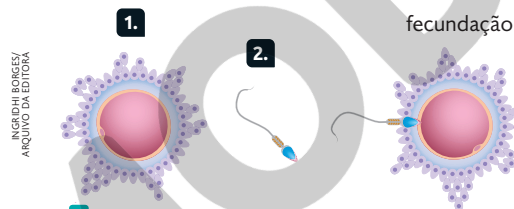
Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da formação de gametas com alterações cromossômicas com base em uma célula hipotética com dois cromossomos.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

No início da meiose, os cromossomos estão duplicados (1). Por uma falha na divisão celular, um dos pares de cromossomos homólogos não se separa e eles migram para um dos polos da célula (2). Como resultado, uma das células-filhas não apresenta um dos cromossomos duplicados (3), enquanto a outra apresenta dois cromossomos duplicados de um mesmo par (4). Na segunda fase da meiose, as cromátides-irmãs se separam (5), formando quatro células-filhas, os gametas. Duas dessas células (6 e 7) não apresentam um dos cromossomos, originando gametas com 22 cromossomos, enquanto as outras duas (8 e 9) apresentam um cromossomo a mais, dando origem a gametas com 24 cromossomos.

Agora, considere a fecundação de alguns dos gametas com alteração cromossômica.



Representação da formação de um zigoto de ser humano com alteração cromossômica.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N. (Vid); TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 15.

Caso um ovócito com 24 cromossomos (1), por exemplo, seja fecundado por um espermatóide com 23 cromossomos (2), ocorrerá a formação de um zigoto com 47 cromossomos (3). Essa alteração cromossômica é transmitida para as demais células do organismo, formadas pela divisão mitótica do zigoto.

**Glossário**

Após a fecundação, as alterações cromossômicas dos gametas são mantidas no zigoto e, conseqüentemente, em todas as células que vão compor o novo indivíduo. Quando o zigoto apresenta uma alteração no número de cromossomos, geralmente, ele não se desenvolve. No entanto, em alguns casos, dependendo de qual cromossomo sofreu alteração, o zigoto se desenvolve e origina um novo ser humano com uma síndrome genética.

A **síndrome genética** é uma condição identificada por um conjunto de sinais físicos e outras características resultantes da constituição genética variada. Portanto, síndromes não são doenças.

Analise a seguir algumas síndromes genéticas que ocorrem na espécie humana e a representação de seus cariótipos.

- **Síndrome de Turner** (45, X0): caracteriza-se por ser uma mulher com ausência de um cromossomo sexual (X ou Y) no genótipo. Os ovários são pouco desenvolvidos, o que resulta em esterilidade, ou seja, incapacidade de se reproduzir. Além disso, percebe-se baixa estatura, pescoço alargado e deficiência auditiva.
- **Síndrome de Klinefelter** (47, XXY): caracteriza-se por ser um homem com um cromossomo sexual X a mais no genótipo. Os testículos são pouco desenvolvidos, resultando em esterilidade. Além disso, as mamas são desenvolvidas e a estatura é elevada.
- **Síndrome do triplo X** (47, XXX): caracteriza-se pela presença de um cromossomo sexual X extra no genótipo feminino. De maneira geral, as mulheres com essa síndrome não apresentam alterações no fenótipo. Quando presentes, essas alterações incluem fertilidade reduzida e discreto comprometimento intelectual.
- **Síndrome de Patau** (47, XX, +13 ou 47, XY, +13): caracteriza-se pela adição de um cromossomo 13 no genótipo, o que pode ocorrer em ambos os sexos. O indivíduo apresenta deficiência intelectual e comprometimento da audição. Além disso, percebe-se fenda labial e/ou do palato e problemas cardíacos.
- **Síndrome de Edward** (47, XX, +18 ou 47, XY, +18): caracteriza-se pela adição de um cromossomo 18 no genótipo, o que pode ocorrer em ambos os sexos. O indivíduo pode ter malformação de diversos órgãos. Além disso, as orelhas, a mandíbula e a boca são pequenas.

Como você pôde perceber, as alterações cromossômicas podem ocorrer tanto em cromossomos sexuais como nos demais pares de cromossomos.

**Palato:** porção superior da cavidade bucal que a separa da cavidade nasal e que é popularmente conhecida como “teto” ou “céu” da boca.

#### Glossário

**Questão 10.** Explique em voz alta os cariótipos apresentados em cada síndrome genética, identificando os cromossomos autossômicos e os sexuais e comparando esses cariótipos com um cariótipo normal. **Questão 10. Resposta nas orientações ao professor.**

• Ao abordar a questão **10**, lembre os alunos o que são cromossomos autossômicos e cromossomos sexuais. Faça um esquema na lousa com o cariótipo que se relaciona a cada uma das síndromes e ajude os alunos na sua interpretação. Explique que o número se refere à quantidade total de cromossomos, seguida das representações em letras dos cromossomos sexuais.

• Mostre aos alunos o esquema da meiose feito na lousa, indicando a formação da trissomia e da monossomia. Em relação à meiose II, explique que pode ocorrer par de cromossomos homólogos, o que formará um gameta com 24 cromossomos e outros com 22. Quando o gameta com 24 cromossomos se unir a outro com 23, será formado um embrião com 47 cromossomos, havendo três cromossomos do mesmo par. Porém, se o gameta com 22 cromossomos se unir a outro com 23, será formado um embrião com 45 cromossomos, havendo um único cromossomo de um par, o que é conhecido como monossomia. As síndromes cromossômicas também podem estar associadas a modificações, como deleção, duplicação, inversão ou translocação de partes dos cromossomos.

#### Resposta

**Questão 10.** Espera-se que os alunos reconheçam que os primeiros números se referem ao total de cromossomos, e, na sequência, são apresentados os cromossomos sexuais e os cromossomos autossômicos adicionais. Por exemplo, o cariótipo (45, X0) indica que existem 45 cromossomos, sendo 44 deles autossômicos e um cromossomo sexual X.

• Se os alunos tiverem dificuldade na questão 11, peça que retomem os cromossomos que determinam o sexo nos seres humanos, **XX** são os cromossomos do sexo feminino e **XY** os do sexo masculino. Em seguida, peça que olhem a quantidade de cromossomos 21 na imagem do cariótipo.

• As questões 12 e 13 permitem o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos**, já que o direito de todas as pessoas é assegurado pela legislação, e da **Competência geral 9** da BNCC, pois permite o trabalho com a competência socioemocional **empatia**.

### Resposta

**Questão 13.** Resposta pessoal. Assim como as pessoas com síndrome de Down, as pessoas com outros tipos de síndromes genéticas devem ser respeitadas e ter seus direitos e deveres garantidos. É preciso ter empatia por elas a fim de reconhecer como é necessário implantar medidas de inclusão em todos os espaços, incluindo o ambiente escolar.

### Metodologias ativas

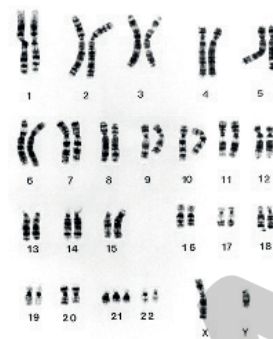
Aproveite o tema para abordar com os alunos a metodologia ativa **debate**. Para isso, confira orientações a respeito dessa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Inicialmente leve-os ao laboratório de informática para pesquisar histórias envolvendo pessoas com síndrome de Down. Oriente metade da turma a pesquisar sobre a inclusão dessas pessoas na sociedade, e os demais colegas deverão selecionar reportagens acerca de situações envolvendo preconceito ou discriminação com indivíduos com síndrome de Down.

Após essa explanação, pergunte aos alunos se os direitos das pessoas com síndrome de Down são, em sua opinião, respeitados. Medie o debate, de modo que eles desenvolvam argumentos baseados na pesquisa realizada.

Em seguida, divida a turma em cinco grupos, para cada um elaborar um cartaz com base na discussão, com o intuito de sensibilizar a comunidade escolar e desenvolver

Além das síndromes mencionadas, podemos citar a **síndrome de Down**. Essa condição genética é bastante conhecida e se caracteriza pela presença de um cromossomo 21 a mais no cariótipo.

**Questão 11.** Como ficaria a representação do cariótipo de uma pessoa com síndrome de Down do sexo masculino e do sexo feminino? **Questão 11. Resposta:** Espera-se que os alunos citem que o cariótipo de pessoa do sexo masculino com essa síndrome é 47, XY + 21. Já o cariótipo de uma pessoa do sexo feminino com síndrome de Down é 47, XX + 21.



As pessoas com síndrome de Down apresentam um conjunto de sinais físicos, como baixa estatura e articulações frouxas, crânio e narinas mais largos, língua espessa, mãos pequenas e apenas um vinco nas palmas das mãos.

Além das condições físicas citadas, em geral, as pessoas com síndrome de Down apresentam certa dificuldade de aprendizagem ou algum comprometimento em menor ou maior grau de desenvolvimento intelectual.

Apesar disso, as pessoas com síndrome de Down são capazes de aprender, ensinar e interagir com os outros, bem como praticar esportes, estudar e trabalhar. Sobre isso, leia o trecho de reportagem a seguir.



Maestro com síndrome de Down regendo uma orquestra em Yancheng, China, em 2020.

### Chef com síndrome de Down abre restaurante em Araraquara

*Bruno Sasaki faz sucesso com yakisoba e realiza sonho de abrir restaurante delivery na cidade*

ROCHA, Amanda. Chef com síndrome de Down abre restaurante em Araraquara. *ACidadeON Araraquara*, 17 mar. 2022. Disponível em: <https://www.acidadeon.com/araraquara/cotidiano/cidades/NOT,0,0,1739638, chef-com-sindrome-de-down-abre-restaurante-em-araraquara.aspx>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Todas as pessoas são iguais perante a lei e têm direito ao acesso a condições adequadas para exercer seus direitos e deveres como cidadãos. Isso quer dizer que todos têm direito a educação, saúde, moradia e condições que os ajudem a superar quaisquer limitações. É dever dos governantes e de cada cidadão atentar para que isso seja garantido a tais pessoas.

**Questão 12.** Converse com seus colegas se vocês consideram que as pessoas com síndrome de Down têm as mesmas oportunidades que os demais cidadãos.

**Questão 13.** Conversem sobre a importância da empatia na inclusão social das pessoas com síndrome de Down. **Questão 13. Resposta nas orientações ao professor.**

**Questão 12. Resposta pessoal.** O objetivo desta questão é incentivar os alunos a trocar ideias sobre os direitos e a inclusão das pessoas com síndrome de Down na sociedade e se tais condições têm sido respeitadas.

92

as competências socioemocionais **respeito** e **empatia**. Oriente-os a abordar a inclusão escolar de pessoas com diferentes condições, como transtornos de aprendizagem, síndromes genéticas, deficiência, entre outras.

Esta atividade permite desenvolver noções relacionadas ao tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos** e as **Competências gerais 9** e **10** da BNCC, pois envolve a conscientização e a solução de problemas.



## O tema é ...

Ciência e tecnologia

### Bioética: reflexão sobre a Ciência

Leia as manchetes a seguir.

#### Cientistas sequenciam 100% do genoma humano: Trabalho de 20 anos

Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2022/04/4997397-cientistas-sequenciam-100-do-genoma-humano-trabalho-de-20-anos.html>. Acesso em: 5 abr. 2022.

#### O dilema ético envolvendo a criação de bebês geneticamente editados

Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/11/30/o-dilema-etico-envolvendo-a-criacao-de-bebes-geneticamente-editados.ghtml>. Acesso em: 27 jul. 2022.

Os avanços da ciência têm ocorrido de forma muito rápida nos últimos anos. Como identificamos nas manchetes, atualmente, já é possível sequenciar o DNA de uma pessoa, bem como alterar o material genético de seres humanos em formação. Além disso, é possível prever a probabilidade de seus descendentes desenvolverem determinada doença, manipular em laboratório os genes e cromossomos de um organismo e transferir genes entre espécies diferentes — os transgênicos são um exemplo real dessa possibilidade.

Apesar de os avanços científicos gerarem muitos benefícios ao ser humano, eles colocam a ciência e os cientistas diante de questões complexas. Analise algumas delas a seguir.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

- Os seres humanos têm o direito de modificar o genótipo de outra espécie?
- O sequenciamento genético poderia ser utilizado para excluir pessoas do mercado de trabalho?
- Seria adequado selecionar artificialmente os embriões que vão se desenvolver, de acordo com as características físicas previamente identificadas por análise do material genético?
- A edição de genes de um embrião ou de células reprodutoras pode resultar em efeitos inesperados nos organismos. Sabendo disso, é adequado e responsável promover essas alterações, desconhecendo seus efeitos futuros?



Representação de cientista em um laboratório, desenvolvendo experimentos que contribuem para o avanço científico e tecnológico.

Sendo assim, a questão principal é: como controlar a aplicação dessas tecnologias? É importante que os cientistas e a sociedade reflitam sobre aspectos éticos relacionados aos avanços das pesquisas científicas e sobre a aplicação desses conhecimentos. Essa reflexão é incentivada pela Bioética, um campo de estudo multidisciplinar que envolve áreas como Filosofia, Biologia, Medicina e Psicologia.

93

## Objetivos

- Refletir sobre a importância da ética nas pesquisas científicas.
- Conhecer algumas possibilidades e consequências do sequenciamento genético e da manipulação de genes.
- Compreender os princípios da Bioética.

• Esta seção destaca a importância da Bioética na reflexão sobre os avanços científicos e, dessa maneira, permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Ciência e Tecnologia**. Além disso, o trabalho com esta seção permite exercitar a **Competência específica de Ciências da Natureza 3**, bem como a **Competência geral 5** da BNCC, pois incentiva os alunos a argumentar com base em dados e evidências que promovam a consciência socioambiental.

• Diga aos alunos que o termo Bioética tem várias definições, as quais variam de um autor para outro, e que a mencionada é uma das muitas que existem. Esse termo surgiu em 1927 e existem, atualmente, mais de 15 definições diferentes. Para resumir essas definições de maneira bem simples, a Bioética pode ser considerada como os princípios e as preocupações com os valores e o respeito aos seres vivos. Estas são condições essenciais para o desenvolvimento da ciência, pesquisa e tecnologia no cenário interdisciplinar atual.

• Peça aos alunos que leiam as perguntas desta página e reflitam sobre as respostas para elas. Diga para questionarem se sua resposta é influenciada por opiniões, crenças pessoais ou história de vida. É importante que os alunos percebam a importância das convicções pessoais ao analisar situações que envolvam Bioética.

• A Bioética aqui apresentada baseia-se na corrente principialista, a qual busca estabelecer princípios, com base nos quais são feitas as reflexões a que se propõe a Bioética. Para mais informações sobre outras correntes da Bioética, acesse o *site* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul indicado no *link* a seguir. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/bioetica/>. Acesso em: 3 jun. 2022. Esse *site* também pode contribuir para as pesquisas dos alunos.

• Depois de terminar o trabalho com esta seção na próxima página, se achar interessante, peça para os alunos pesquisarem sobre o projeto genoma, uma vez que a biotecnologia é um tema de interesse das **culturas juvenis**. Oriente-os a pesquisar sobre o assunto e compartilhar com os colegas as informações que julgaram interessante.

• A questão 1 permite o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 5** e da **Competência geral 7** da BNCC, ao promover a reflexão acerca das relações e do impacto do ser humano no ambiente e na sociedade.

### Metodologias ativas

Ao abordar a questão 2 com os alunos, aplique a metodologia ativa **sala de aula invertida**. Para isso, confira as orientações no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Divida os alunos em quatro grupos e oriente-os a pesquisar algum tema polêmico envolvendo questões bioéticas. Depois, peça a cada grupo que apresente o tema escolhido e explique os pontos polêmicos. Incentive a troca de ideias entre os grupos e, em caso de divergência de opiniões, medie a discussão, de maneira que todos os pontos de vista sejam expressados. Trata-se de uma maneira de exercitar a pesquisa e a argumentação, além do respeito a opiniões divergentes. Esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 10** da BNCC ao solicitar pesquisa e promover a autonomia de opiniões.

A fim de facilitar a reflexão sobre o tema, cientistas da área da Bioética propuseram alguns princípios. Confira a seguir alguns deles.

- **Beneficência:** as ações devem beneficiar outras pessoas, acima dos interesses pessoais do pesquisador. Por exemplo, ao desenvolver um estudo, o cientista deve esclarecer os benefícios de sua pesquisa para a sociedade.
- **Não maleficência:** não causar dano intencional a um ser vivo. Por exemplo, quando é necessário testar um medicamento, é essencial que os pesquisadores sigam normas que garantam o menor dano possível aos seres vivos submetidos aos testes.
- **Justiça:** a Bioética propõe uma discussão sobre o princípio da justiça, segundo o qual devemos refletir sobre a distribuição dos benefícios de uma pesquisa ou tecnologia. Todos, independentemente de classe social, sexo ou etnia, devem ser tratados de forma justa no que se refere à tecnologia, na relação entre médico e paciente ou no desenvolvimento de pesquisas.
- **Respeito à pessoa:** valorizar a autonomia de cada indivíduo, ou seja, cada pessoa tem o direito de saber o que ocorre no próprio corpo e de decidir o que fazer com ele. A opinião do indivíduo deve ser ouvida e respeitada.

Por meio da **autonomia** podemos escolher entre as opções ofertadas e decidir por conta própria e de maneira livre. Dessa forma, é essencial que, diante de questões relacionadas à saúde física e emocional, as pessoas recebam informações confiáveis de profissionais, para que elas possam ter autonomia em suas escolhas e estar cientes das consequências das suas decisões.



Representação do princípio do respeito à pessoa.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Os princípios da Bioética constituem um caminho para a reflexão que deve ser feita não apenas pelos cientistas, mas também por toda a sociedade.

Agora, responda às questões a seguir no caderno.

Questões 1 e 2. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Com um colega, pensem em situações do dia a dia em que podemos utilizar os princípios da Bioética para refletir sobre nossas ações. Em seguida, elaborem um texto colaborativo relatando a reflexão que vocês fizeram.
2. Em grupo, façam uma pesquisa sobre um assunto que desperte polêmica, como o uso de células-tronco embrionárias ou a edição genética de embriões. Identifiquem qual é a polêmica envolvida nessa questão e como a Bioética poderia contribuir para uma reflexão a respeito. Depois, apresentem as informações coletadas aos demais colegas e debatam o tema.

94

### Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. Os alunos podem relatar situações envolvendo o respeito ao ambiente, as relações humanas e o exercício da cidadania. Acerca do ambiente, eles podem indicar como a atitude de cada um deles é capaz de minimizar os impactos da poluição e a exploração dos recursos naturais do planeta. Também podem abordar o respeito à autono-

mia do ser humano como único responsável pelas próprias decisões. Por fim, é importante refletir em maneiras de exercer seus direitos e deveres na sociedade, de forma a contribuir para o desenvolvimento dela em diversas áreas, como saúde, educação e política.

**Questão 2.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos reflitam sobre assun-

tos polêmicos, para se posicionarem a respeito deles ao elaborar argumentos, ao mesmo tempo, respeitando a opinião dos colegas. Leve os alunos a reconhecer os benefícios e os prejuízos referentes a cada um desses temas, considerando o ambiente e os seres vivos. Além disso, incentive os alunos a identificar como esses temas podem infringir os princípios da Bioética.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

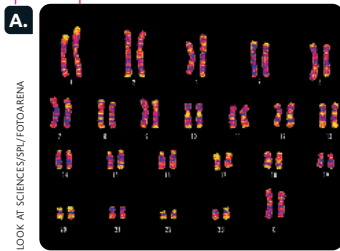
1. Resposta: Alternativa c. Em um heredograma, o sexo feminino é representado por um círculo, e não pelo losango, que é utilizado para representar um indivíduo com o sexo desconhecido.

1. Leia as frases a seguir. Depois, identifique a alternativa que apresenta um conceito incorreto sobre heredograma e justifique a escolha em seu caderno.

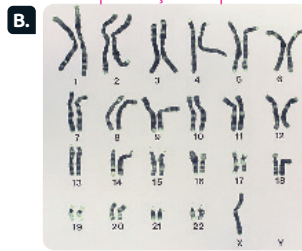
- Por meio de um heredograma, é possível, por exemplo, analisar a chance de certos casais terem descendentes com determinadas condições genéticas.
- Em um heredograma, o sexo masculino é representado por um quadrado.
- Em um heredograma, o sexo feminino é representado por um losango.
- No heredograma, o indivíduo acometido pela característica estudada é representado pela respectiva forma geométrica preenchida com cor.

2. b) Resposta: O objetivo desta questão é levar os alunos a analisar os cromossomos dos cariótipos. Espera-se que eles identifiquem, no cariótipo A, uma mulher sem síndrome genética, pois o indivíduo

2. Analise os cariótipos a seguir. do sexo feminino apresenta dois cromossomos sexuais X. O cariótipo B representa a síndrome de Turner, pois se observa a presença de apenas um cromossomo sexual, o X.



Cariótipo humano.



Cariótipo humano.

a) Escreva a representação dos cariótipos A e B.

2. a) Resposta: Cariótipo A: 46, XX; cariótipo B: 45, X0.

b) As pessoas representadas pelos cariótipos A e B têm alguma síndrome genética? Em caso afirmativo, qual síndrome acomete cada uma delas?

3. Analise a foto e leia o texto a seguir.



O portador de polidactilia tem dedos a mais nos pés e/ou nas mãos. Isso está relacionado a um único gene, com dois alelos, P e p, em que o alelo dominante (P) é o responsável por essa condição.

Pés de pessoa com polidactilia.

- Marcos tem polidactilia e é homocigoto. Carolina não tem polidactilia. Qual é o genótipo desse casal para essa característica? 3. a) Resposta: Marcos: PP; Carolina: pp.
- Carolina está grávida. Desconsiderando o sexo do descendente dela e de Marcos, quais são as chances de esse descendente ter polidactilia? Justifique sua resposta. 3. b) Resposta nas orientações ao professor.

95

## Resposta

3. b)

Quadrado de Punnett		
gameta masculino	P	P
gameta feminino		
p	Pp com polidactilia	Pp com polidactilia
p	Pp com polidactilia	Pp com polidactilia

Nesse caso, há 100% de chances de nascer uma criança com polidactilia.

• O objetivo da atividade 1 é avaliar os alunos quanto aos seus conhecimentos referentes aos heredogramas. Caso os alunos tenham dificuldades, monte um heredograma na lousa e explique que o losango representa uma criança que ainda não nasceu.

• Na atividade 2, auxilie os alunos a perceber que a imagem B falta um dos cromossomos sexuais, caracterizando uma síndrome em que a pessoa apresenta um único cromossomo sexual X.

• Caso os alunos tenham dificuldade na resolução da atividade 3, sugira que eles montem um quadrado de Punnett e realizem o cruzamento dos alelos do casal citado no problema.



• A atividade 4 trata da bióloga estadunidense Nettie Stevens (1861-1912). Comente com os alunos que, até as descobertas dessa cientista, os pesquisadores acreditavam que o sexo biológico seria uma herança que dependeria da fêmea. Esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 6** da BNCC ao valorizar as contribuições das cientistas mulheres.

• Caso os alunos tenham dificuldade na resolução da atividade 5, peça-lhes que revisem o conteúdo sobre heredogramas, alelos e sobre a probabilidade de alguma característica aparecer em razão dos alelos dos pais.

## Respostas

4. b) Porque o sexo é determinado durante a fecundação. A mulher envia cromossomos sexuais **X** nos gametas femininos, e o homem pode ter gametas contendo o cromossomo sexual **X** ou o **Y**. Caso dois cromossomos sexuais **X** se encontrem, forma-se um zigoto **XX**, de sexo biológico feminino. Se um cromossomo sexual **X** proveniente da mãe encontrar o espermatozoide contendo cromossomo sexual **Y**, será formado um zigoto **XY**, de sexo biológico masculino.

5. a) O genótipo do pai de João é **aa** e da mãe pode ser **Aa** ou **AA**. Espera-se que os alunos reconheçam que, como João é heterozigoto e seu pai albino (**aa**), necessariamente sua mãe deve apresentar um alelo dominante **A**. Assim, o genótipo dela pode ser homozigoto ou heterozigoto dominantes.

b) Nesse caso, o cruzamento seria entre um indivíduo **aa** e outro **Aa**, o qual pode ser representado pelo Quadrado de Punnett a seguir.

Quadrado de Punnett			
		gameta masculino	
		A	a
gameta feminino	a	<b>Aa</b> sem albinismo	<b>aa</b> com albinismo
	a	<b>Aa</b> sem albinismo	<b>aa</b> com albinismo

96

4. A bióloga estadunidense Nettie Stevens (1861-1912) estudava um inseto conhecido como tenébrio quando descobriu que o macho poderia transmitir dois tipos de cromossomos sexuais aos descendentes, **X** ou **Y**. A fêmea, por sua vez, transmitiria apenas cromossomos sexuais **X**. O genótipo **XX** determina o sexo feminino, e o **XY**, o masculino. Na época, muitos cientistas acreditavam que a determinação do sexo nesses insetos se devia a fatores ambientais.

a) Explique por que a descoberta de Stevens é uma importante contribuição para a Genética. 4. a) Resposta: Porque ela descobriu que a determinação do sexo biológico no inseto está relacionada a cromossomos sexuais, e não ao ambiente, como se pensava até então.

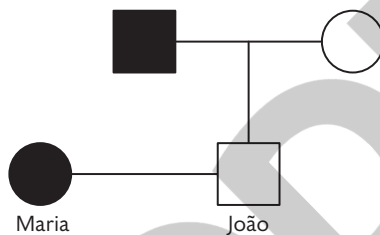
b) Por que é possível afirmar que a determinação biológica do sexo na espécie de inseto estudada é similar à dos seres humanos? 4. b) Resposta nas orientações ao professor.

c) Qual é a representação do cariótipo normal de um ser humano dos sexos masculino e feminino? 4. c) Resposta: Espera-se que os alunos respondam que a representação do cariótipo do sexo feminino é 46, XX. Já no caso do sexo masculino, a representação é 46, XY.

d) Na espécie humana, alguns homens e mulheres podem apresentar número de cromossomo sexual diferente daqueles que você mencionou no item c. Explique como isso pode ocorrer. 4. d) Resposta: Algumas pessoas podem ter síndromes genéticas.

5. O albinismo é uma característica hereditária relacionada a um alelo recessivo (a). Nas pessoas com albinismo ocorre a ausência do pigmento melanina no corpo. Analise o heredograma a seguir.

JANAINA OLIVEIRA/ARQUIVO DA EDITORA



Heredograma hipotético de uma família com casos de albinismo.



Pessoa albina.

a) Quais são os genótipos e os fenótipos de João e sua família?

5. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Qual é a probabilidade de Maria e João terem um descendente com albinismo?

5. b) Resposta nas orientações ao professor.

c) Se o descendente de João e Maria se casar com uma pessoa homozigota dominante para o albinismo, quais são as chances de terem descendentes albinos? Justifique sua resposta. 5. c) Resposta nas orientações ao professor.

d) Considere que o descendente de João e Maria se casou com uma pessoa heterozigota para a característica do albinismo. Quais são as chances de eles terem descendentes albinos? Justifique sua resposta.

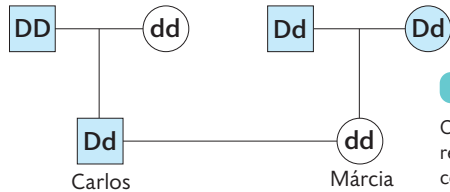
5. d) Resposta nas orientações ao professor.

Logo, a probabilidade de o casal ter um descendente com albinismo é de 2/4 ou 50%.

c) Caso o filho de Maria e João seja heterozigoto, o cruzamento será entre um indivíduo **Aa** e outro **AA**. Agora, caso o filho de Maria e João seja homozigoto recessivo para a característica, o cruzamento será entre um indivíduo **aa** e outro **AA**. Em ambos os casos, não há chances de nascer uma criança albina.

d) Caso o filho de Maria e João seja heterozigoto, o cruzamento será entre um indivíduo **Aa** e outro **Aa**. Nesse caso, as chances de nascer uma criança com albinismo será de 1/4 ou 25%. Agora, caso esse filho seja homozigoto recessivo para a característica, o cruzamento será entre um indivíduo **aa** e outro **Aa**. Nesse caso, as chances de nascer uma criança albina será de 2/4 ou 50%.

6. O nanismo é caracterizado por um crescimento inadequado que resulta em uma estatura bem mais baixa do que a esperada para os demais adultos da mesma população. Há vários tipos de nanismo. Em um deles, denominado acondroplasia, essa característica está relacionada a um gene com dois alelos: **D** e **d**. Verifique o heredograma a seguir.



Heredograma hipotético de uma família com casos de nanismo por acondroplasia.

### Dica!

Os genótipos representados com fundo azul são de pessoas com acondroplasia.



AVPICS/ALAMY/FOTARENA

Atleta Abdullah Alsaif, da modalidade de arremesso de peso, durante competição em Londres, Inglaterra, em 2017. Esse atleta apresenta nanismo por acondroplasia.

Analisando o heredograma, julgue as afirmativas a seguir como verdadeiras ou falsas. Em seguida, reescreva as falsas em seu caderno, corrigindo-as.

- a) A ocorrência de nanismo por acondroplasia é condicionada por um alelo recessivo, pois a característica se manifesta em indivíduos homocigotos, com duas cópias do alelo **d**.  
6. b) Resposta: Verdadeira.
- b) Caso Carlos tivesse irmãos, independentemente do sexo, todos teriam nanismo por acondroplasia. 6. c) Resposta: Falsa. As chances de Carlos e Márcia terem descendentes com nanismo em razão da acondroplasia são de 50%.
- c) Desconsiderando o sexo, a chance de Carlos e Márcia terem descendentes com nanismo em razão da acondroplasia é de 75%.
- d) As chances de os pais de Carlos e os de Márcia terem outros descendentes com nanismo por acondroplasia, independentemente do sexo, são as mesmas, ou seja, 50%. 6. d) Resposta: Falsa. As chances de os pais de Carlos e os de Márcia terem outros descendentes com nanismo por acondroplasia são de 100% e 75%, respectivamente.
7. A síndrome de Usher é caracterizada pela deficiência auditiva e perda progressiva da visão. Ela está relacionada a um padrão de herança autossômico recessivo, ou seja, as pessoas acometidas por essa síndrome têm duas cópias do alelo recessivo **a**.
- a) Considere uma mulher sem síndrome de Usher cujo irmão tem essa síndrome. Ela se casou com um homem heterocigoto para essa característica. Elabore em seu caderno um heredograma que represente a família dessa mulher, determinando os genótipos e fenótipos dela, dos pais, do irmão e do marido. Para isso, considere que o pai da mulher apresenta síndrome de Usher.  
7. a) Resposta nas orientações ao professor.
- b) Desconsiderando o sexo, calcule as chances de esse casal não ter filhos com a síndrome de Usher. 7. b) Resposta nas orientações ao professor.

6. a) Resposta: Falsa. A ocorrência de nanismo por acondroplasia é condicionada por um alelo dominante, pois a característica se manifesta em indivíduos heterocigotos, com apenas uma cópia do alelo **D**.

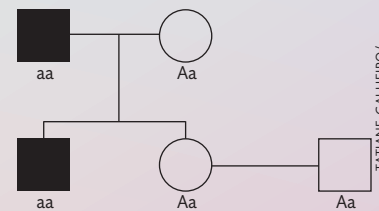
97

• Ao abordar a atividade 6, aproveite para trabalhar a importância das competências socioemocionais **respeito** e **empatia** em favor das pessoas com essa característica. Acesse com os alunos o *site* do Instituto Nacional do Nanismo. Disponível em: <https://institutonacionaldenanismo.com.br>. Acesso em: 3 jun. 2022. Discuta com eles as principais dificuldades enfrentadas por essas pessoas e como os cidadãos podem apoiá-las em seus direitos. Também é possível trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos**, incentivando o respeito à diversidade e às diferenças.

• Na atividade 7, oriente os alunos a utilizar os símbolos-padrão para construir o heredograma, identificando o sexo de cada pessoa e a característica estudada. Se necessário, oriente-os a indicar os símbolos a serem utilizados e desenhe o heredograma na lousa.

### Respostas

7. a) A mãe da mulher é heterocigótica (**Aa**) para a característica, já o pai, é homocigoto recessivo (**aa**). Portanto, ambos apresentam o gene recessivo. O irmão apresenta genótipo **aa** e ela é **Aa**.



b) Como o genótipo dela é **Aa**, a probabilidade de o casal ter um filho com a síndrome é de 25%.

## Objetivos do capítulo

- Compreender a evolução biológica.
- Conhecer e diferenciar as ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin e Wallace.
- Conhecer a Teoria sintética da evolução.
- Reconhecer a seleção natural e a seleção sexual como processos que atuam na evolução das espécies.
- Conhecer algumas evidências da evolução das espécies.
- Conhecer parte da história evolutiva da espécie humana.
- Reconhecer a importância da cultura na evolução humana.

## Justificativas

Os conteúdos abordados neste capítulo são relevantes para que os alunos compreendam a evolução biológica, reconhecendo algumas ideias evolucionistas e a síntese moderna da evolução, trabalhando a habilidade **EF09CI10**. Eles compreenderão o papel da seleção natural para a diversidade biológica e o processo evolutivo. Também serão abordadas a classificação biológica do ser humano e a evolução do *Homo sapiens*, permitindo o desenvolvimento da habilidade **EF09CI11**.

- A questão 1 visa retomar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos fósseis. Peça aos alunos que citem outro exemplo de animal extinto, como dinossauros, mamutes ou tigres-dentes-de-sabre. Comente com eles que animais como a preguiça-gigante fazem parte de um conjunto de animais conhecido como megafauna. Oriente-os a pesquisar informações sobre esse termo e sobre animais da megafauna. Esta questão possibilita exercitar a **Competência específica de Ciências da Natureza 3** e a **Competência geral 2** da BNCC, pois incentiva os alunos a analisar fenômenos e processos do mundo natural exercitando a curiosidade para buscar respostas.
- A questão 2 motiva os alunos a refletir sobre a diversidade de espécies, tanto as atuais quanto as extintas.

## CAPÍTULO

# 4 Evolução dos seres vivos

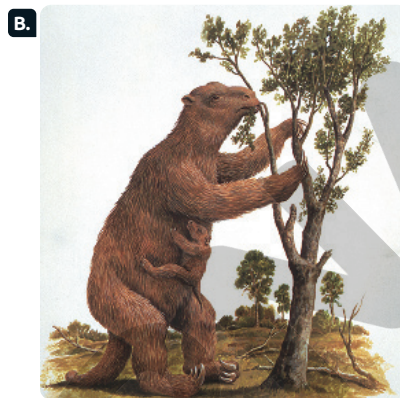
**Questão 1.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos comentem que os fósseis são restos de seres vivos, ou de partes deles, que viveram em tempos passados, ou evidências de sua existência, como impressões e rastros, conservados ao longo do tempo.

Analise as imagens a seguir.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Esqueleto de preguiça-gigante, exposto no Museu La Brea Tar Pits, em Los Angeles, Estados Unidos, em 2020.



Representação de uma preguiça-gigante com seu filhote.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que as espécies estão constantemente mudando. Assim, enquanto algumas se extinguem, outras surgem na Terra, resultado de alterações nas espécies preexistentes.

A imagem A apresenta o fóssil do esqueleto de uma preguiça-gigante, e a imagem B, uma reconstituição desse animal e seu filhote. Esse é um exemplo de animal extinto. Essa espécie viveu em regiões da América do Sul há, aproximadamente, 500 a 8500 anos e tinha cerca de 6 metros de comprimento e massa de até 5 toneladas.

**Questão 1.** Para fazer a reconstituição de um ser vivo já extinto, como no caso da preguiça-gigante, os cientistas realizam vários estudos, entre eles a análise de fósseis. Para você, o que é um fóssil?

**Questão 2.** A extinção é um processo natural. No entanto, mesmo com a extinção de alguns seres vivos, como a preguiça-gigante, atualmente há uma grande variedade de espécies na Terra. Em sua opinião, como isso é possível?

**Questão 3.** Para você, o que é evolução?

A história da vida na Terra começou aproximadamente 3,5 a 4 bilhões de anos atrás, quando surgiram os primeiros seres vivos no planeta. Desde então, esses seres vêm evoluindo, ou seja, sofrendo modificações, o que permite tanto o surgimento de novas espécies como a extinção de outras. Assim, a vida está em constante evolução. Por isso, a grande variedade de seres vivos existentes atualmente pode ser explicada pelo processo de evolução das espécies.

**Questão 3.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de um conceito que será central para o estudo deste capítulo. Eles podem citar que evolução é um processo que envolve mudanças ao longo do tempo e que possibilita o surgimento de novas espécies, por exemplo.

98

- Ao trabalhar a questão 3, anote na lousa as principais informações citadas pelos alunos. É possível que eles associem evolução a melhoria. Explique-lhes que isso não se aplica ao processo de evolução biológica. Retome esta questão ao final do estudo da evolução, a fim de averiguar as respostas dos alunos, e compare-as com as dadas no início.



## As teorias evolutivas

Ao estudar as diferentes teorias e hipóteses sobre a origem da vida na Terra, verificamos que, de maneira geral, elas defendem que os primeiros seres vivos tinham metabolismo simples. No entanto, se olharmos ao nosso redor, veremos uma grande variedade de seres vivos, muitos com estrutura e metabolismo complexos.

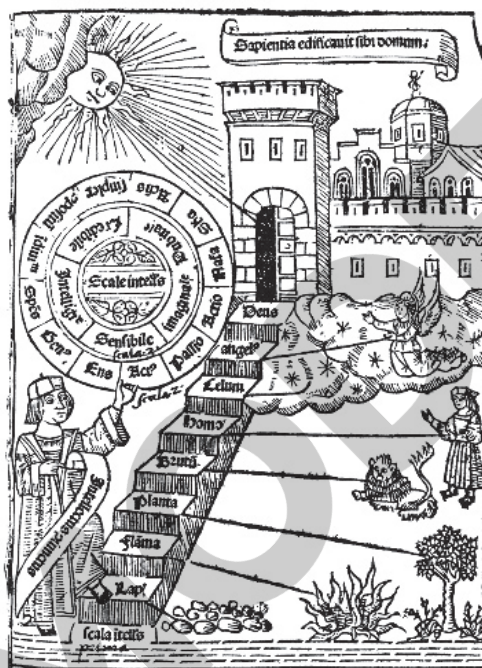
Além de tentar entender como os seres vivos surgiram na Terra, outra questão intrigava os cientistas que investigavam a história da vida terrestre: como surgiram tantas espécies? A resposta a essa e a outras questões pode ser encontrada no estudo da evolução dos seres vivos.

Durante muitos séculos, a ideia predominante na comunidade científica era a de que as espécies permaneciam imutáveis, ou seja, não sofriam mudanças desde a sua criação. Essa ideia, chamada **fixismo**, afirmava que a Terra e os seres vivos sempre apresentaram as mesmas características. Muitos defensores dessa ideia acreditavam que a existência de seres vivos se devia a um ser ou força superior.

No final do século XVIII, uma das explicações bastante aceitas do fixismo era a **escala natural**. De acordo com ela, todos os seres vivos e elementos não vivos do planeta teriam sido criados em uma sequência ordenada, dos mais simples aos mais complexos.

Assim, seria possível verificar essa hierarquia da criação, que se iniciaria com elementos não vivos – como rochas e minerais –, seguiria para plantas, animais invertebrados, animais vertebrados e, por fim, ser humano. Essa explicação fixista posicionava o ser humano no topo da escala, ocupando o nível mais elevado de complexidade.

Representação da escala natural, publicada em 1512 na obra *Liber de ascensu et descensu intellectus*, do teólogo e filósofo espanhol Ramon Llull (1232-1316).



CORBELIA WOLLOYSRU/FOTORENA

- O trabalho com as teorias evolutivas possibilita o desenvolvimento da **Competência geral 1**, da **Competência específica de Ciências da Natureza 1** e da habilidade **EF09CI10** da BNCC, pois trata do conhecimento científico formado ao longo do tempo com a colaboração de diferentes cientistas, apresentando a história da Ciência como algo que pode ser alterado e revisado à medida que novos estudos são elaborados.

- Destaque que o fixismo é a ideia de que as espécies permanecem sem mudanças ao longo do tempo. Essa ideia se contrapõe ao evolucionismo, que se baseia em evidências e fatos que sustentam a noção de que as populações de seres vivos mudam ao longo do tempo.

- Explique aos alunos que, entre as evidências que comprovam o evolucionismo, está o estudo dos fósseis. Eles fornecem informações sobre seres vivos que não existem mais e, assim, possibilitam identificar mudanças que ocorreram nas espécies ao longo do tempo. Comente que atualmente os estudos moleculares têm contribuído para identificar similaridades e diferenças genéticas entre as espécies viventes e extintas, auxiliando nos estudos com relação à evolução biológica.

Muitos naturalistas importantes na época aceitavam o fixismo e a escala natural. No entanto, com o desenvolvimento da ciência experimental no final do século XVIII, o fixismo começou a ser questionado.

99

- Caso os alunos tenham dúvidas sobre o criacionismo, incentive-os a expressar livremente suas opiniões. Lembre-os de que tanto o criacionismo quanto o catastrofismo são ideias fixistas. Comente que o criacionismo deriva de crenças religiosas, e não de fatos ou evidências, foco do estudo do evolucionismo. É importante que haja respeito aos diferentes tipos de conhecimentos e saberes, inclusive

os religiosos e culturais, favorecendo, assim, o desenvolvimento da **Competência geral 9**, bem como o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural** da BNCC, pois fomenta o respeito ao próximo e às suas diferenças.

- Analise a imagem representativa da escala natural com os alunos. Comente que, no lado esquerdo da gravura, há uma escada com

palavras indicando os níveis da escala natural (de baixo para cima: rochas, chamas, plantas, animais, seres humanos, céus, anjos e Deus) e, no lado direito, as figuras dos seres associados a esses degraus. Explique à turma que essa escala tentava unir os conhecimentos acerca dos seres vivos: as ideias aceitas na época e as crenças religiosas.

- Comente que Lamarck foi aluno do naturalista francês George-Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon. Para Buffon, a vida havia se originado espontaneamente nos oceanos primitivos, onde a matéria orgânica se organizou para gerar diversos tipos de seres vivos, considerados moldes. Esses animais migraram para as diferentes regiões do mundo. Durante essas migrações, as partículas orgânicas disponíveis eram distintas das encontradas no ambiente de origem, por isso essas novas partículas podiam mudar os moldes originais, gerando outros tipos de seres vivos. Isso explicaria as semelhanças existentes entre seres vivos de diversas regiões do mundo. Ou seja, Buffon acreditava na geração espontânea dos seres vivos e que, após gerados, eles sofriam alterações ao longo do tempo com base em um molde interno e de acordo com as características do ambiente. Apesar de as ideias de Buffon não terem sido aceitas na época, elas foram algumas das primeiras a desconsiderar o fixismo e a ter como base evidências científicas. Além disso, ele considerava que o ambiente era capaz de interferir nas espécies existentes, alterando-as. Para mais informações acerca desse cientista, leia o texto indicado no *link* a seguir. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/history/oldearth2.shtml>. Acesso em: 16 jun. 2022.

Novas descobertas e estudos, como os de rochas e fósseis, demonstravam que a Terra teria sofrido mudanças ao longo do tempo e que várias espécies de seres vivos já teriam sido extintas. Além disso, os cientistas observaram que alguns desses seres vivos extintos não se pareciam com as espécies atuais. Assim, alguns estudiosos passaram a se questionar sobre essas diferenças e acreditar que os seres vivos teriam sofrido mudanças ao longo do tempo. Essa ideia ficou conhecida como **transformismo** ou **evolucionismo**.

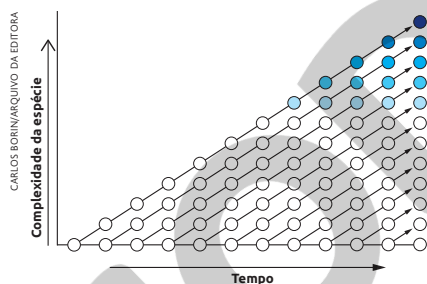
A seguir, estudaremos algumas das teorias mais conhecidas do evolucionismo.

## As ideias evolucionistas de Lamarck

Uma das teorias científicas que buscou explicar a modificação dos seres vivos ao longo do tempo foi proposta pelo naturalista francês Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744-1829), conhecido como Cavaleiro de Lamarck.

Lamarck defendia a ideia de que a evolução seria um processo linear, dos seres vivos mais simples para os mais complexos. De acordo com esse estudioso, os organismos mais simples, como os microrganismos, seriam gerados pelo processo de geração espontânea, que ocorria de modo contínuo. Naturalmente, esses organismos simples se tornariam cada vez mais complexos ao longo das gerações, criando uma sequência linear de aumento de complexidade.

Dessa maneira, os organismos mais simples teriam se originado mais recentemente, por geração espontânea. Já as espécies complexas teriam se originado há mais tempo, ou seja, elas estariam evoluindo por um período de tempo mais longo. Analise a representação a seguir.



Representação da ideia de evolução linear, proposta por Lamarck.

Nesse esquema, cada um dos círculos brancos apresentados no eixo X representa as espécies mais simples, formadas por geração espontânea. Já os círculos azuis representam os organismos mais complexos.

À medida que os seres vivos simples evoluem com o passar do tempo, o tom de azul se torna mais escuro.

Fonte de pesquisa: FUTUYMA, Douglas; KIRKPATRICK, Mark. *Evolution*. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2017. p. 10.

Apesar de Lamarck defender a evolução linear dos seres vivos, ele percebeu que algumas espécies não se encaixavam nesse esquema evolutivo. Para explicar essa observação, o estudioso defendeu que determinadas espécies se desviavam da sequência linear para se adaptar ao ambiente em que viviam. Ou seja, para ele, o ambiente influenciava as mudanças observadas nas espécies, como os hábitos e o formato do corpo.

100

- Explique aos alunos que Lamarck foi um dos primeiros estudiosos a defender que as espécies de seres vivos mudavam ao longo do tempo e, sobretudo, a apresentar uma teoria explicando como isso aconteceria. Reforce que, nessa época, grande parte das pessoas defendia o fixismo e a imutabilidade das espécies.
- Para Lamarck, como o ambiente sofria constantes alterações, o organismo preci-

sava modificar o comportamento, o que o levaria a utilizar mais alguns órgãos do que outros, resultando no seu desenvolvimento (uso e desuso).

- Auxilie os alunos a interpretar o gráfico explicando-lhes que cada sequência em diagonal se refere a uma espécie que sofre modificações lineares ao longo do tempo.

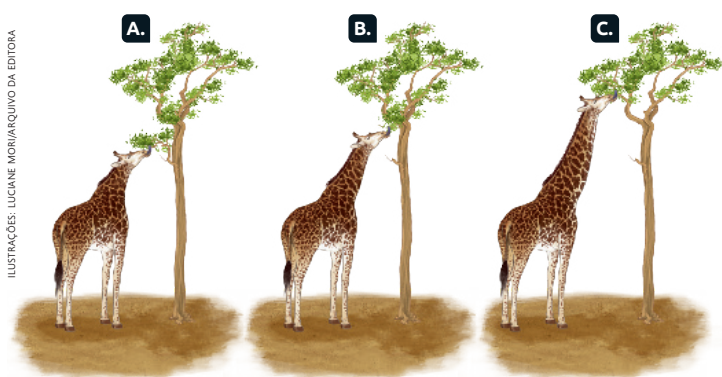
- O estudo das teorias evolutivas propostas por Lamarck e por Darwin e Wallace possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09C110** da BNCC, pois permite comparar as ideias evolucionistas desses naturalistas, identificando semelhanças e diferenças entre elas, e também permite conhecer explicações para a biodiversidade atual.

Para embasar suas ideias, Lamarck recorreu a duas leis já existentes e difundidas entre a comunidade científica daquela época: a lei do uso e desuso e a lei da herança de características adquiridas, apresentadas a seguir.

• A lei do uso e desuso afirmava que as estruturas do organismo que são utilizadas com maior frequência pelo indivíduo tendem a se desenvolver mais. Já as estruturas não utilizadas se desenvolveriam menos e poderiam até mesmo desaparecer da população.

• A lei da herança de características adquiridas afirmava que as modificações desenvolvidas nos indivíduos como resultado do uso e do desuso de determinadas estruturas seriam transmitidas aos seus descendentes.

Para facilitar a compreensão dessas ideias, vamos analisar uma característica das girafas – o comprimento do pescoço – com base nessas duas leis. Acompanhe a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: EARLY concepts of evolution: Jean Baptiste Lamarck. *Understanding Evolution*. Disponível em: <https://evolution.berkeley.edu/the-history-of-evolutionary-thought/1800s/early-concepts-of-evolution-jean-baptiste-lamarck/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

Representação de situação hipotética do desenvolvimento do pescoço comprido das girafas, de acordo com as ideias de uso e desuso e da herança de características adquiridas, defendidas por Lamarck.

- Fósseis de girafas indicavam que o tamanho dos pescoços variava. Sendo assim, supõe-se que os ancestrais delas tinham o pescoço curto e se alimentavam das folhas em posições mais baixas nas árvores.
- Ao longo da história evolutiva, houve a necessidade de as girafas se alimentarem das folhas em posições mais altas nas árvores. Para isso, esses animais precisavam forçar frequentemente seus pescoços para alcançar as folhas.
- De acordo com a ideia de uso e desuso, a ação de esticar o pescoço para alcançar as folhas resultaria no alongamento do pescoço das girafas, que se tornou mais longo com o passar do tempo. Essa alteração possibilitava que as girafas se alimentassem das folhas em diferentes alturas nas árvores e facilitava a visualização de possíveis predadores no ambiente. Por isso, de acordo com a ideia da herança das características adquiridas, o “pescoço comprido” teria sido transmitido ao longo das gerações até resultar na espécie atual.

101

• Explique aos alunos que, embora Lamarck tenha ficado conhecido como autor das ideias do uso e desuso e da herança das características adquiridas, elas não tinham um destaque central em sua teoria original, nem são de sua autoria. Essas ideias tinham grande aceitação à época, e Lamarck as utilizou para explicar sua teoria sobre a evolução dos seres vivos. Elas só tiveram um papel central para os chamados neolamarckistas, estudiosos que vieram após Lamarck.

### Algo a mais

• Sobre as ideias neolamarckistas, acesse os textos a seguir.

FARIA, Felipe. O neolamarckismo de Edward Drinker Cope e a ideia de progresso biológico no processo evolutivo. *História, Ciências, Saúde*, v. 24, n. 4, out./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/CybWYkZLhK8TJKgCZYff8Jq/?lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2022.

LOPES, Carlos Eduardo; LAURENTI, Carolina. Elementos neolamarckistas do selecionismo skinneriano. *Interação Psicologia*, v. 20, n. 3, set./dez. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/download/47386/31279>. Acesso em: 10 jun. 2022.

• Antes de os cientistas desenvolverem as teorias acerca da evolução, o filósofo grego Platão (427-347 a.C.) observou a variação entre os indivíduos da mesma espécie e a considerou como desvios de um ser ideal, o qual só existiria no mundo das ideias. Seu pensamento, conhecido como tipológico, afirmava que as espécies representariam um ser ideal entre as analisadas.



## Atividade a mais

• Comente que, apesar da importância da Ciência e da tecnologia para o desenvolvimento científico e social, nem sempre a Ciência é valorizada ou estimulada. Um marco da história do Brasil em que essa área recebeu atenção de seu governante foi durante o Império de Dom Pedro II, que era respeitado entre estudiosos. Aproveite para trabalhar essa temática com o componente curricular de **História**, lendo o trecho a seguir com os alunos.

[...] foi um homem disciplinado nos estudos e conhecimentos que o levaram a estabelecer contatos com respeito e admiração de cientistas, literatos, filósofos e músicos como Louis Pasteur, Charles Darwin, Graham Bell, Victor Hugo, Nietzsche, Wagner e outras renomadas personalidades. [...]

[...] Também foi o responsável pela chegada do telefone na terra do pau-brasil, em 1878, dois anos após sua invenção. Disse Charles Darwin: “O Imperador faz tanto pela ciência, que todo sábio é obrigado a demonstrar a ele o mais completo respeito”. D. Pedro II dava tanto valor à educação que chegou a declarar: “se eu não fosse Imperador, eu gostaria de ser professor. Eu não conheço tarefa mais nobre do que direcionar as jovens mentes e preparar os homens de amanhã”.

SÊGA, Christina Maria Pedrazza. Eta mundo nosso, D. Pedro III! *UnB Notícias*, 2 maio 2016. Disponível em: <https://noticias.unb.br/artigos-main/625-eta-mundo-nosso-d-pedro-ii>. Acesso em: 16 jun. 2022.

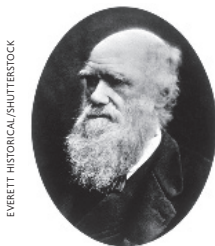
## Metodologias ativas

Realize uma atividade com a metodologia ativa **brainstorming**. Para isso, confira orientações a respeito dessa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que citem as tecnologias, atividades ou descobertas de que se lembrem e que foram importantes para nossa sociedade. Espere-se que os alunos mencionem eletricidade, telefonia, teorias evolutivas, genética, entre outras. Trata-se de uma atividade que permite o de-

As ideias de Lamarck não foram totalmente aceitas entre os estudiosos da época, que defendiam o fixismo. No entanto, seus estudos foram essenciais para as propostas evolucionistas posteriores, pois se baseavam em evidências científicas. Com isso, tais estudos estão entre os primeiros a propor uma teoria científica de que os seres vivos evoluíam com o passar do tempo.

## As ideias evolucionistas de Darwin e Wallace

O avanço do conhecimento a respeito dos seres vivos resultou em novas teorias para tentar explicar como ocorre a evolução. Entre elas, destaca-se a dos naturalistas ingleses Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913).



EVERETT HISTORICAL/SHUTTERSTOCK

Retrato de Charles Robert Darwin.



SP/UFOTARENA

Retrato de Alfred Russel Wallace.

Darwin aprofundou suas reflexões acerca da possibilidade de evolução das espécies durante sua viagem a bordo do navio HMS Beagle, que teve início em dezembro de 1831. Durante essa viagem ao redor do mundo, com passagem pelo Brasil, ele fez diversas observações e coletas de seres vivos que o ajudaram, nos anos seguintes, a desenvolver sua teoria evolutiva.

Um dos locais mais marcantes que ele visitou durante a viagem foi o arquipélago de Galápagos, no oceano Pacífico. Nesse local, Darwin observou, por exemplo, que os animais de uma ilha eram diferentes dos animais das demais ilhas do arquipélago. Sobre isso, leia o texto a seguir.

[...] Este animal, creio eu, é encontrado em todas as ilhas do arquipélago; certamente em grande número. Os cágados frequentam de preferência as partes altas e úmidas, mas também ocorrem nos distritos baixos e áridos. Diz-se que as pequenas variações na forma do casco são constantes segundo a ilha que habitam – e também o tamanho médio parece variar de acordo com a localidade. O sr. Lawson garante que, ao ver um cágado, é capaz de afirmar com certeza de que ilha foi trazido. [...]

KEYNES, Richard. *Aventuras e descobertas de Darwin a bordo do Beagle*. Tradução: Sergio Goes de Paula. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004. p. 294.

Tartaruga-das-galápagos: pode atingir aproximadamente 1,8 m de comprimento.



ALBERTO CABREJA/ALAMYFOTORENA

Tartaruga-das-galápagos (*Chelonoidis nigra*) no Parque Nacional de Galápagos, nas Ilhas Galápagos, Equador, em 2021.

envolvimento da **Competência geral 1** da BNCC e o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**, uma vez que aborda os conhecimentos históricos e cientificamente construídos e sua contribuição para a sociedade.

## Algo a mais

• Explique aos alunos que, embora mantivesse uma boa relação com o imperador, Charles Darwin não concordava com a escravidão no Brasil, chegando até a relatar seu desconforto. Sobre isso, acesse os materiais a seguir.

DARWIN no Brasil: encanto com a natureza e choque com a escravidão. *Scientific American Brasil*. Disponível em: <https://sciam.com.br/darwin-no-brasil-encanto-com-a-natureza-e-choque-com-a-escravidao/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

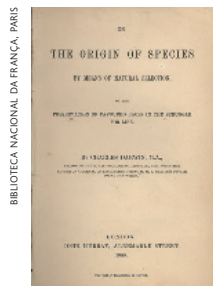
• Aproveite para realizar um trabalho conjunto com o componente curricular de **História**, abordando o contexto histórico, econômico e social do período do Império e a escravidão no Brasil. Esta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 9** e da competência socioemocional **empatia**, em que os alunos percebem como eram as relações entre as pessoas, contribuindo para o combate à escravidão e ao racismo, historicamente presentes no país.

• Ressalte que, no Oriente, também havia estudiosos de seres vivos. Um deles foi Al Jahiz (776-868/869), que nasceu onde hoje é o atual Iraque e que estudava os animais. Ele acreditava que, como os seres vivos lutavam por sua sobrevivência, nem todos seriam capazes de sobreviver e gerar descendentes. Ele defendia que aqueles que fossem capazes de se reproduzir poderiam transmitir aos seus descendentes as características que permitiam sua sobrevivência. Charles Darwin também acreditava nisso, mas não conheceu os estudos de Al Jahiz. Essa abordagem permite o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** e a **Competência geral 1**

Como citado no texto, Darwin reconheceu variações no formato e no tamanho do casco de répteis, conhecidos como tartarugas-das-galápagos. Essas e outras observações feitas durante a viagem levaram Darwin a acreditar que os seres vivos sofriam mudanças ao longo das gerações, ou seja, que eles evoluíam. Desse modo, o estudioso elaborou explicações científicas a respeito da evolução das espécies com base em observações e evidências. Entre suas ideias, estão a ancestralidade comum e a seleção natural.

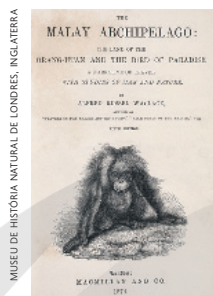
Alfred Russel Wallace também visitou diferentes lugares do mundo, inclusive o Brasil, a fim de observar e estudar os seres vivos. Em sua visita à Amazônia, ele começou a perceber que a presença de barreiras naturais afetava a distribuição dos animais. Entre 1854 e 1862, o pesquisador participou de uma expedição no arquipélago Malaio, onde refletiu sobre como a evolução das espécies aconteceria. Em ambas as viagens, ele coletou e observou seres vivos, o que o ajudou a formular sua teoria.

Após formulá-la, Wallace pediu à Darwin que lesse o trabalho antes de sua publicação. Ao ler, Darwin percebeu imediatamente as similaridades das ideias, e ambos decidiram apresentar simultaneamente a teoria evolutiva à sociedade científica.



Darwin escreveu suas ideias na obra intitulada *A origem das espécies*, publicada em 1859. Nesse livro, o autor descreveu sua teoria evolutiva e apresentou evidências de que os seres vivos evoluíam, explicando a grande diversidade de seres vivos, tanto dos que vivem atualmente quanto dos que já foram extintos.

— Capa do livro de Charles Darwin, intitulado *A origem das espécies*.



Em 1874, Wallace publicou um livro intitulado *O arquipélago Malaio*, no qual descreveu as observações que o levaram a formular sua teoria de evolução, incluindo a teoria da seleção natural como mecanismo de origem de outras espécies.

— Página do livro de Alfred Russel Wallace, intitulado *O arquipélago Malaio*.

Inicialmente, houve grande resistência às ideias de Darwin e Wallace tanto por alguns membros da comunidade científica quanto fora do meio científico e também no meio religioso. No entanto, a teoria da evolução proposta por esses estudiosos servia de base para a teoria atualmente aceita entre os cientistas. A seguir, vamos estudar com mais detalhes algumas ideias defendidas nessa teoria evolutiva.

103

da BNCC, já que aborda a História da ciência. Enfatize a importância da Ciência no Oriente, valorizando seus estudos e abordando o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**.

• A fim de que os alunos reconheçam o arquipélago malaio, visitado pela expedição de Alfred Russel Wallace, peça a eles que façam uma pesquisa sobre o mapa e os nomes das ilhas. Solicite-lhes que apre-

sentem os resultados de sua pesquisa mostrando as ilhas em um planisfério. Aproveite para realizar uma atividade junto ao componente curricular de **Geografia**, no trabalho com Cartografia. Comente que Wallace detalhou em seu livro que passou por: Indonésia, Borneo, Sumatra, Java, Sulawesi, Cingapura e outras ilhas, contribuindo para formar sua ideia acerca da seleção natural.

• A representação filogenética apresentada nesta página permite o desenvolvimento do **pensamento computacional** e suas etapas. Para elaborar uma árvore filogenética, é necessário inicialmente **decompor** as espécies analisadas; em um segundo momento, realizar a análise das informações acerca de cada espécie durante a etapa de **abstração**; em seguida, as espécies são agrupadas ou divididas de acordo com similaridades ou diferenças (anatômicas, fisiológicas, embriológicas ou moleculares) para o **reconhecimento de padrões**; por fim, as espécies são colocadas nas árvores filogenéticas de acordo com suas similaridades e diferenças, incluindo se surgiram antes ou depois, em uma etapa final de **algoritmo**. Por essa razão, as árvores filogenéticas ajudam a visualizar as relações evolutivas entre as espécies de seres vivos e contribuem para a classificação biológica.

## Ancestral comum

Em sua viagem a Galápagos, Darwin também notou que algumas aves, conhecidas como tentilhões, de uma ilha eram diferentes das presentes em outra ilha e que cada espécie estava adaptada às condições do local em que vivia. A imagem a seguir representa quatro espécies diferentes dessas aves, observadas pelo pesquisador.

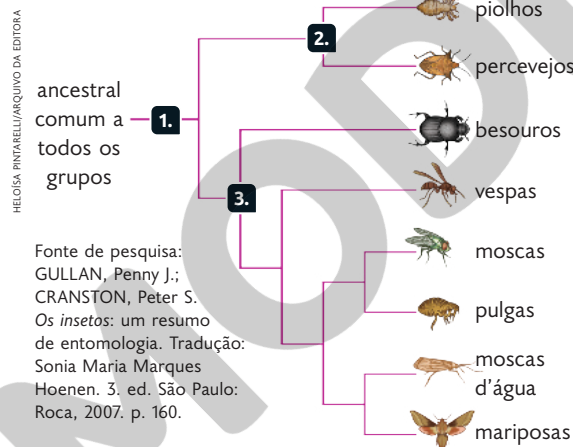


Representação de quatro espécies de tentilhões (1 a 4) observadas por Darwin nas ilhas Galápagos.

Cada uma das espécies habitava uma ilha. Para explicar a variação do formato do bico entre essas espécies, Darwin propôs que indivíduos de uma espécie ancestral comum teriam migrado do continente para as diferentes ilhas. Com o tempo, nos diferentes ambientes, os indivíduos dessa espécie ancestral foram se modificando, de uma geração a outra, nos diferentes ambientes em que viviam, dando origem a novas espécies.

De acordo com a ideia do ancestral comum, todos os seres vivos da Terra descenderiam de uma única espécie. As espécies mais semelhantes entre si têm um ancestral comum mais recente. Já as espécies menos semelhantes apresentam um ancestral comum mais distante em sua história evolutiva. Essas semelhanças não se referem apenas à aparência física, mas também às características internas, como a genética.

Para entendermos melhor essa ideia, vamos analisar o diagrama a seguir, chamado **árvore filogenética**.



Fonte de pesquisa:  
GULLAN, Penny J.;  
CRANSTON, Peter S.  
*Os insetos: um resumo de entomologia*. Tradução: Sonia Maria Marques Hoenen. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 160.

Representação de árvore filogenética de alguns insetos. Nesse diagrama, as linhas representam as linhagens descendentes de um ancestral, e os números indicam um ancestral.

Todas as espécies apresentam um ancestral comum (1), a partir do qual evoluíram. Dessa maneira, todas têm certo grau de parentesco evolutivo.

Os piolhos e os percevejos estão evolutivamente mais próximos, pois compartilham um ancestral comum exclusivo (2) mais recente em suas histórias evolutivas.

O ancestral comum (3) é compartilhado por besouros, vespas, moscas, pulgas, moscas d'água e mariposas.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

• Comente que as linhagens analisadas têm o mesmo ancestral, enquanto as ramificações representam seus descendentes. Mostre que, quando as ramificações se dividem, quer dizer que houve especiação, isto é, que uma ou mais espécies se originaram a partir de uma espécie preexistente (ancestral).



A onça-pintada e o leopardo-africano apresentam muitas semelhanças entre si, apesar de habitarem regiões distantes na Terra. Analise as imagens a seguir.

Onça-pintada: pode atingir aproximadamente 1,8 m de comprimento.



ANDRÉ DIGSHUTTERSTOCK

Onça-pintada (*Panthera onca*), encontrada em várias regiões do Brasil, na América do Sul.

Leopardo-africano: pode atingir aproximadamente 1,9 m de comprimento.



ECO PRINT/SHUTTERSTOCK

Leopardo-africano (*Panthera pardus*), comum em regiões da África e da Ásia.

As espécies *Panthera onca* e *Panthera pardus* apresentam um ancestral comum recente, por isso, compartilham diversas características. De acordo com as ideias de Darwin e Wallace, os seres vivos existentes são todos aparentados, pois descendem de um ancestral comum, e as novas espécies são fruto de modificações em espécies preexistentes.

## Seleção natural

Darwin e Wallace também formularam explicações para o fato de as espécies se diferenciarem de seus ancestrais comuns ao longo do tempo. Uma dessas ideias é chamada **seleção natural**.

Para Darwin, a evolução dos seres vivos ocorria por meio de um processo lento e gradual, com acúmulo de pequenas modificações, sobre as quais atuava a seleção natural. Já Wallace acreditava que os seres vivos que sobreviviam seriam os mais adaptados e apresentariam características que favoreceriam sua manutenção no ambiente. Além disso, esses seres vivos estariam mais aptos a gerar descendentes, os quais herdariam as mesmas características.

Leia a seguir algumas observações de Darwin e Wallace acerca da seleção natural.

- Os indivíduos não são todos iguais: há, por exemplo, indivíduos altos e indivíduos baixos; alguns são mais resistentes a certas doenças, enquanto outros são mais suscetíveis a elas. Essas variações nas características podem influenciar a sobrevivência do indivíduo em um ambiente.
- Os recursos essenciais do ambiente, como os alimentos, são limitados. Assim, os indivíduos de uma espécie competem entre si e com indivíduos de outras espécies por esses recursos.
- Os indivíduos podem se reproduzir, gerando descendentes. No entanto, apenas alguns desses descendentes conseguem sobreviver e atingir a fase reprodutiva.

105

• Relembre com os alunos as categorias taxonômicas utilizadas na classificação biológica ao apresentar as duas espécies: *Panthera onca* e *Panthera pardus*. Questione-os acerca do que elas têm em comum em nível de classificação biológica. Comente que essa proximidade ocorre pelo fato de ambas pertencerem ao mesmo gênero. Retome algumas informações sobre classificação biológica e categorias taxonômicas.

• O estudo dos processos envolvidos na evolução das espécies, como da seleção natural, iniciado nesta página, possibilita desenvolver a habilidade EF09CI11 da BNCC, pois permite aos alunos compreender como as variantes de uma população podem ser naturalmente selecionadas ao longo do tempo, resultando em mudanças nas populações que podem resultar em novas espécies.

### Algo a mais

• Há estudos atuais que mostram a contribuição fundamental dos estudos e das conclusões de Alfred Wallace para as teorias evolutivas. Por vezes, seu nome não é citado nos estudos acerca da evolução biológica, mas sua contribuição é inegável. Para mais informações a respeito desse assunto, acesse o artigo a seguir,

em que são ressaltados conceitos e ideias de Wallace que merecem ser disseminados.

• PAPVERO, Nelson; SANTOS, Christian F. M. dos. Evolucionismo darwinista? Contribuições de Alfred Russel Wallace à Teoria da Evolução. *Revista Brasileira de História*, v. 34, n. 67, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/263/26331467008.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022. Nesse artigo, os autores ressaltam a importância dos estudos de Wallace e de outros estudiosos para a compreensão da evolução das espécies, além de apresentar conclusões exclusivas de Wallace, não reconhecidas anteriormente.

## Atividade a mais

- Para simular a seleção natural e seus possíveis efeitos nas populações de seres vivos, organize os alunos em duplas, providenciando os seguintes materiais.

### Materiais

- > 16 tampinhas de garrafa PET
- > tintas guache vermelha e azul
- > pincel
- > 2 folhas de papel sulfite

a) Peça aos alunos que pintem com tinta azul uma folha de papel sulfite e oito tampinhas, e, com tinta vermelha, a outra folha de sulfite e as demais tampinhas.

b) Solicite-lhes que coloquem a folha de sulfite azul sobre a mesa e que distribuam cinco tampinhas de cada cor sobre ela. As tampinhas devem representar uma população de seres vivos em determinado ambiente, e as diferentes cores representam as variações de uma determinada característica dessa espécie. Explique à turma que essa variação interfere na capacidade dos animais de se camuflarem no ambiente, evitando a predação.

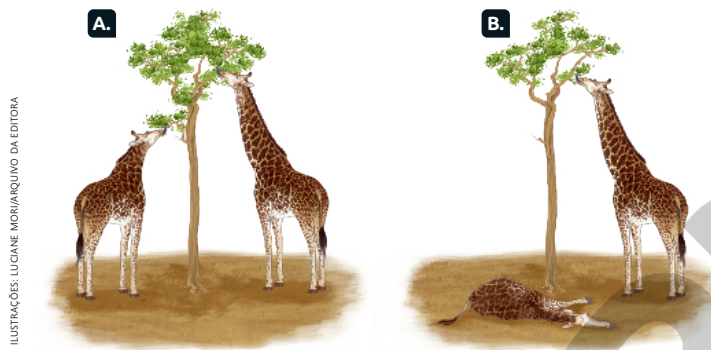
c) Oriente os alunos a agir como predadores nesse ambiente, retirando três das tampinhas mais visíveis daquele ambiente e acrescentando três às que conseguirem se camuflar. As tampinhas menos visíveis representam uma característica que favorece a camuflagem no ambiente e esses indivíduos conseguem deixar descendentes que herdam as mesmas características. À medida que os alunos removerem as tampinhas, questione-os sobre a quantidade das tampinhas vermelhas e azuis na população.

d) Simule uma alteração no ambiente trocando o papel azul por uma folha vermelha e mantendo as mesmas tampinhas. Peça aos alunos que repitam os procedimentos e as análises. Depois, solicite-lhes que conversem a respeito de suas conclusões, considerando que as tampinhas sejam espécies de seres vivos reais, e as folhas as mudanças ambientais sofridas ao longo do tempo.

- Ao final da atividade, peça aos alunos que elaborem conclusões a respeito da seleção natural. Inicialmente, no fundo azul, a frequência

Darwin também propôs que os indivíduos da mesma espécie já apresentavam certa variação genética entre si, o que poderia favorecer ou não sua sobrevivência no ambiente em que viviam. Dessa maneira, os indivíduos mais aptos a sobreviver seriam naturalmente selecionados.

A seguir, vamos analisar novamente a situação hipotética envolvendo a característica do comprimento do pescoço das girafas. Agora, no entanto, a análise será feita do ponto de vista da seleção natural.



ILUSTRAÇÕES: LUCIANE MORI/ARQUIVO DA EDITORA

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: HOLDREGE, Craig. The Giraffe's Short Neck. *The Nature Institute*, 2003. Disponível em: <https://www.natureinstitute.org/article/craig-holdrege/the-giraffes-short-neck>. Acesso em: 28 jul. 2022.

Representação de situação hipotética do desenvolvimento do pescoço comprido das girafas de acordo com o processo de seleção natural, proposto por Darwin e Wallace.

- A.** De acordo com a teoria da seleção natural, em determinado ambiente, existiam tanto girafas de pescoço curto quanto de pescoço mais longo. Estas últimas tinham vantagens em relação às de pescoço curto, pois conseguiam alcançar o alimento no alto das árvores. Essa condição favorecia a sobrevivência desses indivíduos, aumentando suas chances de reprodução e, portanto, a transmissão dessa característica para seus descendentes.
- B.** Já as girafas de pescoço curto não conseguiam alcançar determinadas fontes de alimento, como as folhas nos galhos mais altos. Essa condição prejudicava sua sobrevivência e, consequentemente, a transmissão dessas características para seus descendentes. Com isso, ao longo do tempo, a população de girafas passou a ter cada vez mais indivíduos com pescoço comprido.

A variação genética existente em uma mesma espécie é a base para a formação de novas espécies e sobre a qual age a seleção natural. Esse processo não é direcionado, ou seja, a seleção natural ocorre ao acaso e apenas “seleciona” características que, para aquele momento e aquele ambiente, favorecem a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos de uma população.

Com o avanço das ciências, várias descobertas foram feitas desde a época de Darwin e Wallace. Por isso, as teorias originais desses estudiosos sofreram algumas alterações, principalmente após os avanços da Genética. Apesar disso, as teorias desses dois pesquisadores ainda são a base da compreensão da evolução dos seres vivos.

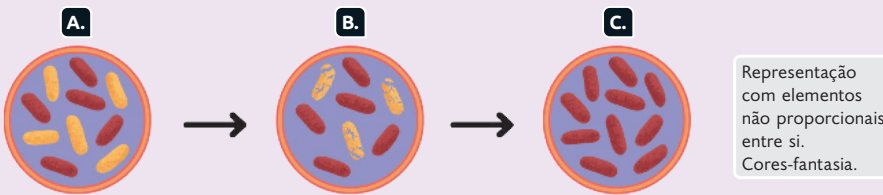
**106** Professor, professora: Ao comentar os avanços científicos e as mudanças na teoria evolutiva de Darwin e Wallace, enfatize aos alunos que a Ciência e suas teorias não são imutáveis. Elas podem ser revistas e até mesmo alteradas ou substituídas por outras de acordo com estudos mais recentes.

da coloração vermelha reduziu na população e a da cor azul aumentou. Quando o fundo foi trocado por vermelho, a variação vermelha foi favorecida em relação à variação azul. Eles devem concluir que a seleção natural atua sobre as variações existentes em uma população, interferindo na sobrevivência dos indivíduos. Essa seleção não é direcionada, apenas favorece determinadas características.

## Resistência a antibióticos

A evolução dos seres vivos é um processo natural. No entanto, algumas ações humanas podem interferir nesse processo, como é o caso das bactérias resistentes a antibióticos. Esse é considerado um grave problema de saúde pública, pois pode, por exemplo, impedir o combate a muitas infecções, dificultando o tratamento e favorecendo a disseminação desses agentes na população.

Afinal, como surgem as bactérias resistentes a antibióticos? Confira a seguir.



Representação do processo que resulta na origem de população de bactérias resistentes a antibióticos. Nessa imagem, a variabilidade genética está representada pela variação nas cores das populações de bactérias – cada uma das cores representa uma população bacteriana.

Fonte de pesquisa: RESISTING our drugs. *Understanding Evolution*. Disponível em: <https://evolution.berkeley.edu/battling-bacterial-evolution/resisting-our-drugs/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

Os indivíduos de uma população bacteriana apresentam variabilidade genética (A). Há indivíduos que carregam alelos de resistência ao antibiótico – representados em vermelho – e indivíduos que não possuem esses alelos – representados em amarelo. Quando uma pessoa infectada por essa população de bactérias consome antibióticos de maneira incorreta, pode acontecer de esse medicamento eliminar apenas as bactérias mais sensíveis, selecionando as mais resistentes (B). A característica de resistência ao antibiótico, presente nas bactérias sobreviventes, é passada de uma geração a outra e, em pouco tempo, forma-se uma população de bactérias resistentes (C), dificultando o tratamento da infecção.

O antibiótico não causa a resistência nas bactérias, ele apenas atua selecionando os indivíduos resistentes à sua ação, os quais já estavam presentes na população.

### Cuidado!

A automedicação é um risco à saúde e pode prejudicar o tratamento de doenças. Utilize apenas medicamentos indicados por um médico.

Agora, responda às questões a seguir no caderno.

Questões a, b e c. Respostas nas orientações ao professor.

- Por que as teorias de Lamarck não conseguiriam explicar como ocorre a resistência a antibióticos, sabendo-se que a maioria das bactérias é eliminada?
- Quais são as possíveis consequências da resistência bacteriana aos antibióticos?
- Que atitude cada pessoa deve ter para evitar a resistência a antibióticos?

## Algo a mais

O assunto abordado neste boxe permite o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Saúde**, possibilitando também o trabalho com a **Competência geral 8** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 7** da BNCC, pois incentiva o cuidado com a saúde e trata de atitudes que podem prejudicá-la. É importante ressaltar que os antibióticos permitem salvar inúmeras pessoas todos os anos. Entretanto, seu uso indiscriminado ao longo do tempo levou à seleção de bactérias resistentes, tratando-se, atualmente, de um problema de saúde pública. Sobre este assunto, acesse os materiais indicados a seguir.

**RESISTÊNCIA antimicrobiana.** *Organização Pan-americana da Saúde*. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/resistencia-antimicrobiana>. Acesso em: 21 jun. 2022.

**MENEZES, Maíra.** Detecção de bactérias resistentes a antibióticos triplicou na pandemia. *Fiocruz*, 23 nov. 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/deteccao-de-bacterias-resistentes-antibioticos-triplicou-na-pandemia>. Acesso em: 21 jun. 2022.

As questões a, b e c permitem o trabalho com a **leitura inferencial**, uma vez que é necessário que os alunos sejam capazes de mobilizar seus conhecimentos prévios acerca da teoria de Lamarck para responder à pergunta. Além disso, é preciso aplicar as ideias de Lamarck à resistência aos antibióticos e, depois, compará-las à seleção natural.

## Respostas

**Questão a.** Espera-se que os alunos respondam que, de acordo com as ideias de Lamarck, os antibióticos fariam as bactérias se tornarem mais resistentes, e essa condição seria transmitida aos descendentes. Se tal condição realmente acontecesse, mais bactérias sobreviveriam em vez de a maioria ser eliminada.

**Questão b.** O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre a resistência bacteriana aos antibióticos e suas consequências. Eles podem citar que essa resistência dificulta o tratamento de doenças, favorecendo a disseminação das bactérias resistentes, que não são eliminadas pelo medicamento. Além disso, é necessário utilizar outros antibióticos

e muitas doenças podem se tornar difíceis de serem tratadas.

**Questão c.** Espera-se que os alunos citem que as pessoas não devem ingerir antibióticos indiscriminadamente, mas procurar um médico ao primeiro sinal de infecção, seguir a posologia indicada e retornar ao médico caso os sinais de infecção não desapareçam.



- Inicie o assunto perguntando aos alunos a respeito de um exemplo de ser vivo em que a fêmea escolhe o macho. É possível que eles citem os casais de pavão. Questione-os sobre o motivo de o macho abrir as penas da cauda e mostrá-las quando uma fêmea passa por ele. Explique à turma que os machos se expõem a fim de se exibirem para as fêmeas, que, por sua vez, preferem machos com penas mais exuberantes, já que essas características provavelmente serão herdadas pelos seus filhotes. Comente que outra característica que favorece algumas espécies de aves é o canto, que atrai as fêmeas.

### Algo a mais

- Aproveite o momento para comentar que as penas pouco vistosas da fêmea podem conferir uma vantagem evolutiva, favorecendo sua sobrevivência, pois penas muito chamativas podem atrair predadores, o que seria negativo para o animal adulto e para a prole. Para mais informações sobre a seleção sexual, acesse os textos indicados a seguir:

Disponível em:  
<https://evosite.ib.usp.br/evo101/III3Sexualselection.shtml>.  
Acesso em: 31 maio 2022.

Disponível em:  
<https://evosite.ib.usp.br/evo101/III3Sexualselection2.shtml>.  
Acesso em: 31 maio 2022.

## Seleção sexual

Darwin também propôs a teoria da seleção sexual. De acordo com essa teoria, as características que aumentam as chances de reprodução de um indivíduo em relação aos demais da mesma espécie e do mesmo sexo são selecionadas ao longo das gerações.

A seleção sexual é comum em espécies nas quais os machos competem pelas fêmeas, como ocorre com o veado-vermelho. Confira a seguir.



VINCE BURTON/ALAMY/FOTORENA

**Veado-vermelho:** pode atingir aproximadamente 2,7 m de comprimento.

Machos de veado-vermelho (*Cervus elaphus*) em uma disputa por fêmea durante a época de reprodução.

Na espécie do veado-vermelho, os indivíduos machos têm chifres grandes, utilizados em disputas com outros machos pelas fêmeas. O macho vencedor, em geral, conseguirá se acasalar com a fêmea, transmitindo suas características aos descendentes.

Ao longo da evolução dessa espécie, indivíduos com chifres grandes foram selecionados, pois essa característica lhes conferia vantagem nas disputas com outros machos. Conseqüentemente, as chances de reprodução desses indivíduos eram maiores, assim como as de transmitir essa característica aos descendentes.

A seleção sexual também está relacionada com as diferenças entre machos e fêmeas, como se verifica com a ave-do-paráíso, abordada a seguir.

As diferenças entre machos e fêmeas são evidentes nas aves-do-paráíso, como a plumagem exuberante presente apenas nos machos dessas aves. No período de reprodução, o macho se exhibe para a fêmea, que escolhe o indivíduo com o qual vai se reproduzir.

De maneira geral, o macho escolhido tem plumagem mais atrativa. Assim, ao longo da evolução dessa espécie, os indivíduos que apresentavam essa característica de plumagem tiveram mais chances de se reproduzir e, conseqüentemente, de gerar descendentes.

Note que, na seleção sexual, os atributos relevantes estão relacionados à reprodução. No caso do veado-vermelho, são os chifres grandes. Já no caso da ave-do-paráíso, é a plumagem atrativa.

**Ave-do-paráíso:** pode atingir aproximadamente 34 cm de comprimento (macho) e aproximadamente 33 cm de comprimento (fêmea).



FEATHER COLLECTOR/SHUTTERSTOCK

Macho de ave-do-paráíso (*Paradisaea raggiana*) se exibindo para fêmea de sua espécie durante período de reprodução.

## Síntese moderna evolutiva

As ideias de Darwin e Wallace tiveram papel essencial no entendimento sobre a evolução das espécies. Entretanto, quando os cientistas analisavam indivíduos de uma mesma população, percebiam que havia pequenas diferenças entre eles. Como explicar que esses indivíduos, aparentemente tão semelhantes, poderiam originar espécies diferentes?

As respostas viriam posteriormente com os avanços da Genética e estudos como os de Mendel. No século XX, outros cientistas buscaram unir as teorias de Mendel, Darwin e Wallace e elaboraram a chamada **Síntese moderna da evolução**, também conhecida como Síntese moderna evolutiva ou Teoria sintética da evolução. Verifique a seguir três pontos principais dessa teoria.

- A evolução age sobre as características que podem ser herdadas e que são transmitidas de uma geração a outra por meio dos genes, os quais podem ter variações, conhecidas como alelos. Cada indivíduo apresenta diferentes combinações de alelos, as quais estão relacionadas com as variações das características entre os indivíduos de uma população.
- O material genético dos organismos de uma população pode sofrer mutações, ou seja, mudanças na sequência de nucleotídeos que formam o DNA. Essas mutações podem resultar em novas características em uma população, sendo benéficas, prejudiciais ou neutras, auxiliando no surgimento de novas espécies ou na eliminação de espécies do ambiente.
- A teoria sintética propõe outros mecanismos evolutivos, como a deriva genética, segundo a qual as alterações em uma população podem ocorrer aleatoriamente. Ou seja, as alterações na frequência dos genes de uma população podem ocorrer ao acaso.

Para entender melhor a deriva genética, analise o exemplo hipotético a seguir.



Representação de deriva genética em uma situação hipotética. Nessa imagem, as diferentes cores dos indivíduos representam a diversidade genética entre eles.

Fonte de pesquisa: DERIVA genética. *Entendendo a evolução*. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evo101/IIIDGeneticdrift.shtml>. Acesso em: 13 mar. 2022.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Considere uma pequena população de besouros com a mesma quantidade de indivíduos amarelos e vermelhos (A). Considere que um terremoto atingiu o local onde vive essa população de besouros e matou a maior parte dos indivíduos amarelos (B). Com isso, a população passou a ter mais indivíduos vermelhos, os quais foram selecionados ao acaso, e não por apresentarem uma característica que favorecesse sua sobrevivência (C). Nesse caso, se a população recuperar seu tamanho original, os indivíduos amarelos podem existir em menor quantidade na população ou até mesmo deixar de existir.

109

• Relembre com os alunos as ideias de Mendel e explique-lhes que os conhecimentos em Genética poderiam ter ajudado Darwin a responder a determinados questionamentos. Comente que as ideias de Darwin não explicavam a origem da variação observada entre os indivíduos nem a forma como ela era passada de uma geração à outra. Essas explicações vieram com a Teoria Sintética da Evolução. Enfatize a importância da variação genética da população no processo evolutivo.

• Destaque que as características que interferem no processo evolutivo são as herdáveis, ou seja, são determinadas geneticamente e podem ser transmitidas de uma geração a outra por meio da reprodução.

• Essa abordagem permite o trabalho com a **Competência geral 1** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC, pois mostra que o conhecimento científico é passível de mudanças e pode ser alterada ou complementada por meio de novos estudos. Assim, o desenvolvimento da Genética foi essencial para a compreensão daquilo que Darwin não foi capaz de explicar em sua teoria evolutiva, como a origem das variações nas populações e como elas eram transmitidas aos descendentes.

• Ao abordar a deriva genética, explique à turma o papel dela em populações pequenas. Ela pode ter relação com o efeito fundador ou o efeito gargalo. O efeito fundador ocorre quando alguns indivíduos são isolados em uma grande população, podendo estabelecer uma nova. Com o tempo, haverá

diferenças gênicas entre as populações. O efeito gargalo ocorre quando há mudanças repentinas no ambiente, como um incêndio ou uma enchente, reduzindo o tamanho da população. Com o tempo, a população terá níveis baixos de variabilidade genética.

- Na ilustração da especiação, comumente com os alunos que, embora os triângulos azuis tenham se mantido aparentemente iguais na ilustração, os indivíduos dessa população também sofrem modificações ao longo do tempo.

## ■ Especiação

Se perguntassem a você o que é espécie, como você responderia a essa pergunta? A resposta pode parecer simples, mas não é. Leia o texto a seguir, que apresenta uma definição de espécie.

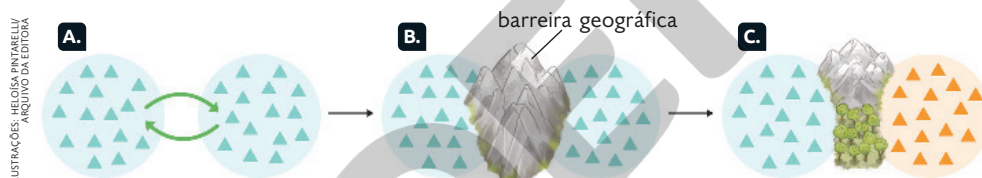
[...] Defino espécies biológicas como “grupos de populações naturais capazes de entrecruzamento que são reprodutivamente (geneticamente) isolados de outros grupos similares”. [...]

[...] por que existem espécies? [...] A razão, é óbvio, está em que cada espécie biológica é uma reunião de genótipos balanceados e harmoniosos. [...]

MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

Como você pôde identificar no texto, a definição biológica de espécie se baseia, principalmente, em questões reprodutivas e no fluxo de genes entre seus membros. Desse modo, indivíduos da mesma espécie são capazes de gerar descendentes férteis, que também são capazes de se reproduzir, promovendo um fluxo de genes.

Até o momento, estudamos que as espécies sofrem modificações ao longo do tempo e que essas modificações podem resultar em novas espécies. O surgimento de novas espécies ocorre por meio da chamada **especiação**. Nesse processo, uma linhagem sofre separação, gerando duas ou mais espécies diferentes.



Representação de exemplo de processo de especiação como resultado de barreira geográfica separando populações de seres vivos. Nessa imagem, os indivíduos estão representados pelos triângulos, e as diferentes espécies, pelas cores azul e laranja.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: CAUSAS da especiação. *Entendendo a evolução*. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evo101/VCCausesSpeciation.shtml>. Acesso em: 2 abr. 2022.

Considere que inicialmente existam duas populações de uma única espécie (A), que trocam genes entre si. Com o tempo, surge uma barreira geográfica (B), impedindo a reprodução entre os indivíduos dessas populações e, conseqüentemente, o fluxo de genes entre elas. Após várias gerações, as populações se tornam distintas (C). Assim, mesmo com a retirada da barreira, os indivíduos dessas populações não voltam a se reproduzir, uma vez que se tornaram espécies distintas.

Se uma população é encontrada em uma grande extensão territorial, é possível que indivíduos que vivem nos extremos desse território não consigam se cruzar, impedindo o fluxo gênico e levando à especiação. Assim, é preciso ressaltar que não é necessária uma barreira geográfica para reduzir o fluxo gênico entre populações.

110

### ■ Algo a mais

- Foi apresentada aos alunos uma definição de espécie nesta página, mas existem outras. Sobre isso, leia o material a seguir, que tem um quadro com o resumo de algumas definições de espécie e seus respectivos autores.

RÔÇAS, Giselle; MONTEIRO, José A.; SIQUEIRA-BAPTISTA, Rodrigo. O debate teórico em torno do conceito de espécie: um ‘transdisciplinar’ relato de experiência. *Ciência em Tela*, v. 1, n. 2, 2008. Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0208rocas.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.



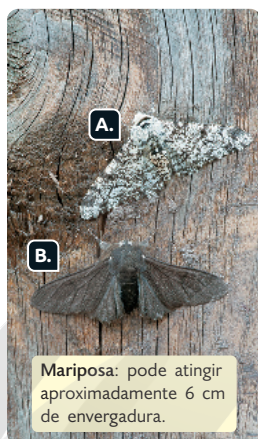
## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Resposta: Alternativa e. Espera-se que os alunos justifiquem essa escolha comentando que a teoria que melhor explica a resistência aos antibióticos por bactérias é a teoria de Darwin e Wallace. Isso porque o meio, representado pelo antibiótico, seleciona a característica favorável, sobrevivem e se reproduzem, ficando em maior quantidade na população.

as bactérias da população com genes de resistência a esse antibiótico, as quais, por apresentarem essa característica favorável, sobrevivem e se reproduzem, ficando em maior quantidade na população.

1. Considere as ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin e Wallace e identifique a alternativa que apresenta informações incorretas sobre elas. Em seguida, em seu caderno, justifique o erro contido na alternativa escolhida.
  - a) As ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin e Wallace correspondem à ideia do transformismo, pois defendem que os seres vivos sofreram mudanças ao longo do tempo.
  - b) Um dos pontos que diferenciam as teorias de Lamarck e de Darwin e Wallace é que, para Darwin e Wallace, o meio exerce pressão de seleção sobre determinada população, favorecendo indivíduos com características vantajosas. A teoria de Lamarck, por sua vez, afirma que o meio impõe necessidades aos indivíduos que direcionam modificações nesses organismos.
  - c) Para Lamarck, a evolução é um processo linear, no qual organismos simples se tornariam cada vez mais complexos ao longo das gerações.
  - d) Para Darwin e Wallace, espécies semelhantes entre si partilham um ancestral comum, do qual divergiram ao longo do tempo e do processo evolutivo.
  - e) A teoria evolutiva de Lamarck é a que melhor explica a resistência de bactérias a antibióticos.
2. A mariposa *Biston betularia* é comum em determinadas regiões da Inglaterra. Sobre essa espécie, analise a imagem e leia o texto a seguir.



Os indivíduos desta espécie podem ser claros (A) ou escuros (B), como os retratados na foto. Antes do desenvolvimento industrial, notou-se que a quantidade de indivíduos claros sobre o tronco das árvores era maior que a de indivíduos escuros. Com a industrialização, muita fuligem passou a se depositar nos troncos das árvores, deixando-os escuros. Nesse cenário, verificou-se que a quantidade de indivíduos escuros tinha aumentado em relação aos de coloração clara. Assim, a diferença de cor pode representar uma vantagem evolutiva em diferentes situações, pois permite uma melhor ou pior camuflagem no tronco da árvore, dependendo das condições do ambiente – com ou sem fuligem.

Mariposas da espécie *Biston betularia* de coloração clara (A) e escura (B).

### Glossário

- a) Explique a mudança na população de mariposas relatada no texto de acordo com a seleção natural proposta por Darwin e Wallace.
2. a) Resposta nas orientações ao professor.

111

• A seleção natural das mariposas *Biston betularia* é um tema que já levou a algumas divergências no meio científico. O trabalho com esse exemplo permite abordar o processo de construção do conhecimento científico. Ao abordar a atividade 2, comente que muitos estudiosos criticaram a ideia de seleção natural das mariposas escuras durante a Revolução Industrial por causa de experimentos mal conduzidos e da falta de dados consistentes para defender a ideia, ressaltando a importância do método científico. No entanto, estudos posteriores forneceram dados para corroborar a ideia original de que as mariposas escuras foram favorecidas durante a Revolução Industrial porque elas conseguiam se camuflar nos troncos das árvores, escurecidas por causa da poluição atmosférica. Esta questão possibilita o trabalho da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 3** da BNCC, pois incentiva os alunos a refletir sobre situações, buscando formular respostas com base em conhecimento científico prévio ou a formulação de hipóteses para explicar as situações apresentadas.

### Algo a mais

• Para obter mais informações sobre as mariposas *Biston betularia*, acesse o texto a seguir.

RUMJANEK, Franklin. A saga da mariposa. *Ciência Hoje*, 5 ago. 2018. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/a-saga-da-mariposa/>. Acesso em: 31 maio 2022.

## Resposta

2. a) De acordo com a seleção natural, em uma população, os indivíduos apresentam variações de suas características, como a coloração clara e escura nas mariposas. Essas variações podem aumentar, diminuir ou não influenciar nas chances de sobrevivência do indivíduo no ambiente. No caso da mariposa, após a industrialização e consequente escurecimento dos troncos das árvores,

indivíduos escuros se camuflavam de modo mais eficaz nesses troncos, protegendo-se dos predadores. Assim, indivíduos de coloração escura eram menos predados, aumentando suas chances de se reproduzir e, conseqüentemente, gerar descendentes. Ou seja, a característica cor escura foi, então, selecionada naturalmente, sendo transmitida às gerações posteriores.

• Caso os alunos tenham dificuldade para resolver a atividade 3, faça uma revisão sobre as teorias propostas por Lamarck, Darwin e Wallace. Peça aos alunos que expliquem o que entenderam de cada teoria, complementando e corrigindo o que for necessário.

• A atividade 4 possibilita o trabalho da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 3** da BNCC, pois incentiva os alunos a refletir sobre uma situação hipotética, buscando formular respostas com base em conhecimento científico prévio ou formular hipóteses para explicar a situação apresentada.

Comente que a estratégia de sobrevivência apresentada pela falsa-coral, na atividade 4, é chamada mimetismo. Na natureza, o mimetismo é definido pela presença, em indivíduos de uma espécie, de características que confundem indivíduos de outras espécies. Essas características podem ser formato do corpo, coloração ou substâncias que atraem ou espantam outras espécies.

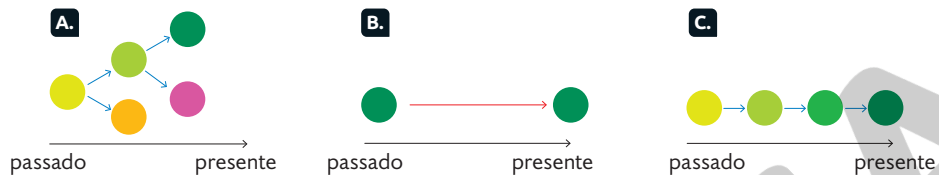
## Respostas

3. Diagrama A: teoria da evolução por seleção natural de Darwin e Wallace, pois nessa representação pode-se observar que as espécies apresentam ancestrais comuns, a partir dos quais evoluíram; diagrama B: fixismo, pois, de acordo com a representação, a espécie é imutável, ou seja, não se altera ao longo do tempo; diagrama C: teoria da evolução de Lamarck, pois, de acordo com o diagrama, a espécie foi sofrendo mudanças gradativas ao longo do tempo, permitindo a organização em uma sequência evolutiva linear, de uma espécie simples para espécies cada vez mais complexas.

4. a) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos comentem que a seleção natural pode interferir na população de falsa-coral, pois a característica em questão (semelhança com a coral-verdadeira) interfere na sobrevivência dos indivíduos. Nesse caso, as falsas-corais mais semelhantes à coral-verdadeira tenderiam a ser menos predadas, uma

3. Os diagramas a seguir representam o fixismo, a teoria da evolução proposta por Lamarck e a teoria da evolução por seleção natural de Darwin e Wallace. As setas azuis indicam que uma espécie origina outra, e a seta vermelha indica que a espécie não sofreu alteração. Analise essas imagens e identifique o diagrama que representa cada uma das teorias evolutivas citadas, justificando sua resposta.

3. Resposta nas orientações ao professor.



Professor, professora: As legendas das imagens A, B e C, da atividade 3, não foram inseridas para não comprometer a realização dela.

4. A falsa-coral se assemelha à coral-verdadeira, uma serpente peçonhenta com veneno. Essa característica faz os diversos predadores evitarem a falsa-coral. Imagine que, no passado, existia uma população ancestral de falsas-corais com diferentes níveis de semelhança com a coral-verdadeira, sendo alguns indivíduos mais semelhantes a essa serpente peçonhenta e outros menos parecidos. Ou seja, havia uma variação entre as falsas-corais.

Coral-verdadeira: pode atingir aproximadamente 1 m de comprimento.

Falsa-coral: pode atingir aproximadamente 80 cm de comprimento.



Coral-verdadeira (*Micrurus coralinnus*).



Falsa-coral (*Erythrolamprus aesculapii*).

a) Explique, com suas palavras, como a seleção natural pode interferir na população de falsa-coral. 4. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Qual é o principal agente seletivo atuando nas populações de falsa-coral?

4. b) Resposta: Os predadores dessas serpentes.

c) O que aconteceria com a população das falsas-corais se não houvesse predadores no ambiente? 4. c) Resposta: Na ausência de predadores, as serpentes não sofreriam a pressão da predação e não seriam selecionadas. Assim, a população de falsas-corais não tenderia a aumentar a frequência de serpentes mais semelhantes às corais-verdadeiras.

vez que os predadores evitariam consumi-las por conta do veneno tóxico. Assim, elas teriam mais chances de sobreviver. Essas serpentes se reproduziram e, como consequência, ao longo das gerações, as mais semelhantes às corais-verdadeiras se tornariam mais frequentes na população.



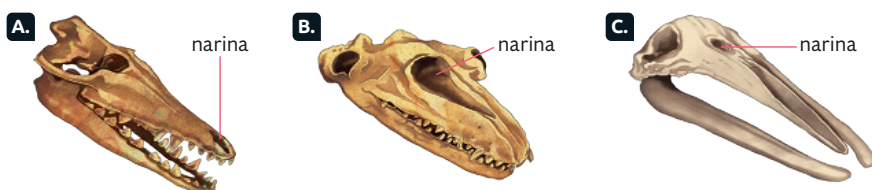
## Evidências da evolução

Como estudamos anteriormente, os seres vivos evoluem. De agora em diante, vamos estudar duas evidências dessa evolução, as quais são utilizadas pelos cientistas para realizar diferentes estudos.

### Registro fóssil

Os fósseis são restos ou vestígios, preservados ao longo do tempo, de seres vivos que viveram no passado. Por meio deles, é possível, por exemplo, conhecer a estrutura de seres vivos extintos e entender seu modo de vida. Além de compreender como eram os seres vivos no passado, podemos compará-los aos atuais e identificar as alterações ocorridas ao longo do tempo, ou seja, a evolução desses seres. Analise o exemplo a seguir.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Representação comparativa do crânio de três espécies de mamíferos:

Imagem A – *Pakicetus*, espécie extinta que viveu há aproximadamente 50 milhões de anos; imagem B – *Aetiocetus*, espécie extinta que viveu há cerca de 25 milhões de anos; imagem C – *Eschrichtius robustus*, espécie atual, conhecida como baleia-cinzenta.

Fonte de pesquisa: FORMAS de transição. Instituto de Biociências da USP. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/lines/IAtransitional.shtml>. Acesso em: 4 jun. 2022.

Na comparação entre os fósseis dos crânios das três espécies, os cientistas encontraram evidências de que a espécie *Pakicetus* (imagem A) é um antepassado primitivo da baleia-cinzenta (imagem C). No entanto, as narinas nessas duas espécies estão em posições diferentes no crânio. Na *Pakicetus*, as narinas estão localizadas em uma região mais anterior, enquanto na baleia-cinzenta, elas se encontram no topo do crânio. Isso levou os pesquisadores a crer que a posição das narinas nesses animais havia mudado ao longo do tempo. Ao estudar fósseis da espécie *Aetiocetus* (imagem B), considerada um antepassado extinto da baleia-cinzenta, os cientistas descobriram que suas narinas estavam localizadas em uma posição intermediária entre a *Pakicetus* e a baleia-cinzenta. Com isso, *Aetiocetus* (B) foi considerada um ancestral intermediário entre as duas espécies (A e C).

### Análises genéticas

O DNA é a molécula que carrega as informações genéticas dos seres vivos. As análises desse material genético podem auxiliar a identificar o parentesco evolutivo entre espécies distintas.

113

- Aproveite o assunto para lembrar aos alunos que um dos profissionais que atuam nesse campo de estudo são os paleontólogos, cuja profissão tem proporcionado mais entendimento da história da Terra e da evolução dos seres vivos.

- Questione os alunos sobre a importância do estudo de fósseis para o entendimento de como eram a fauna e a flora no passado e como isso impacta no conhecimento acerca das espécies viventes. A respeito da profissão de paleontólogo, apresente o texto indicado a seguir. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/paleoblog/2017/07/04/como-e-vida-profissional-de-um-paleontologo-brasileiro/>. Acesso em: 31 maio 2022. Essa abordagem favorece a abordagem da **Competência geral 6** da BNCC e do tema contemporâneo transversal **Trabalho**, pois contribui para a valorização de saberes e vivências que possibilitam entender o mundo do trabalho e valorizar essa profissão.

- Ao comentar o trabalho dos paleontólogos com os alunos, apresente-lhes uma breve biografia da inglesa Mary Anning (1799-1847). Explique a eles que ela tinha origem humilde e ajudava a família coletando fósseis e os vendendo aos turistas. Com o falecimento do pai, aos 11 anos de idade, precisou tomar conta do negócio. Com sua vivência, Anning descobriu os primeiros fósseis completos de um ictiossauro e de um plesiossauro. Ela também descobriu o primeiro pterossauro fora da Alemanha. Mesmo sendo responsável pela descoberta de diferentes tipos de fósseis, por ser mulher, ela não tinha permissão para publicar seus trabalhos, e os créditos pelas descobertas iam para paleontólogos e geólogos com quem ela trabalhava. Apesar de não ter sido reconhecida na época em que viveu, suas descobertas foram fundamentais para os conhecimentos que temos

atualmente sobre os grandes répteis. Este trabalho favorece a valorização do papel da mulher na ciência.

- Ao abordar os fósseis dos crânios das três espécies de mamíferos, comente que, além da posição

das narinas, os cientistas identificaram especializações da orelha, que ajudam a comprovar o parentesco entre as espécies estudadas, evidenciando as relações entre as espécies extintas e as atuais.



- Com os avanços no estudo da genômica, uma descoberta modificou a classificação biológica do ser humano. Trata-se da similaridade genética entre seres humanos modernos e chimpanzés, pois esses seres vivos compartilham até 99% do seu genoma, o que indica parentesco, isto é, ambos partilham um ancestral comum. Reforce que um não descende do outro, pois são linhagens distintas que evoluíram separadamente. Essa é uma maneira de combater informações falsas relacionadas à Ciência, algo que impede o acesso a informações confiáveis acerca dos estudos científicos. Isso pode levar a interpretações incorretas e impróprias, tornando-se ideias de senso comum repletas de erros conceituais.

- Explique aos alunos que a homologia e a analogia são evidências da evolução. Relembre que a evolução se refere a um processo de descendência com modificação, o que leva à alteração por seleção natural dos descendentes ao longo do tempo, frente às alterações ambientais.

- A homologia é o resultado desse processo, em que espécies relacionadas apresentam características semelhantes, mas com funções distintas. Como essas semelhanças derivam de um ancestral comum, as estruturas similares são chamadas homólogas.

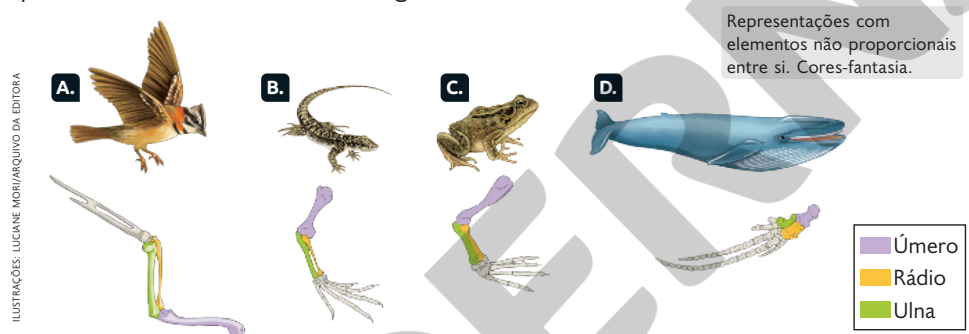
- A analogia tem relação com a evolução convergente, que é quando seres com parentesco distinto se parecem. Ocorre uma evolução de características semelhantes em linhagens diferentes, isto é, com base em ancestrais distintos. Esses seres vivos podem viver em ambientes similares de maneira semelhante, já que apresentam estruturas análogas. Destaque que as estruturas análogas têm funções similares de ancestrais não comuns, enquanto as estruturas homólogas têm ancestrais comuns e não necessariamente a mesma função.

Por exemplo, o estudo dos genes humanos mostrou que apresentamos 32% de genes em comum com todos os seres vivos eucarióticos e 21% em comum com todos os seres vivos, incluindo as bactérias. Isso indicaria que o ancestral comum entre os seres humanos e os outros seres eucarióticos é mais recente do que o ancestral comum entre nós e as bactérias.

## Anatomia comparada

A **anatomia comparada** é outro instrumento que permite analisar o parentesco evolutivo de indivíduos de diferentes espécies.

Há estruturas e órgãos que são anatomicamente diferentes e desempenham papéis iguais ou diferentes no organismo, mas que têm uma origem embrionária comum. Trata-se de uma homologia, com **órgãos homólogos**, indicando alto grau de parentesco evolutivo. Analise a seguir.



Representação de estruturas homólogas. Nesse esquema, são apresentados diferentes animais e a estrutura óssea de seus respectivos membros superiores. A: ave; B: lagarto; C: sapo; D: baleia.

Fonte de pesquisa: HOMOLOGIES. *Understanding Evolution*. Disponível em: <https://evolution.berkeley.edu/lines-of-evidence/homologies/homologies-anatomical-evidence/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

A ave, o lagarto, o sapo e a baleia pertencem a diferentes espécies de vertebrados, mas todos eles têm os membros anteriores formados pelo mesmo conjunto de ossos e apresentam a mesma origem embrionária. Apesar disso, seus membros anteriores desempenham papéis diferentes em cada ser vivo.

Alguns órgãos ou estruturas desempenham o mesmo papel no organismo, porém, apresentam origem embrionária distinta. Esses órgãos e estruturas são chamados **análogos** e, assim como as homologias, fornecem evidências evolutivas dos seres vivos.

As asas dos morcegos e das borboletas são exemplos de órgãos análogos. Isso porque tanto a borboleta quanto o morcego apresentam asas como estruturas de locomoção, apesar de elas terem origem embrionária distinta.

## A evolução e a espécie humana

Leia o trecho da reportagem a seguir.

### Primeiros humanos já se adaptavam às mudanças ambientais há 2 milhões de anos

*Pesquisadores descobriram as ferramentas de pedra mais antigas já vistas na garganta do cânion Ewass Oldupa, conhecido como “berço da humanidade”*

[...]

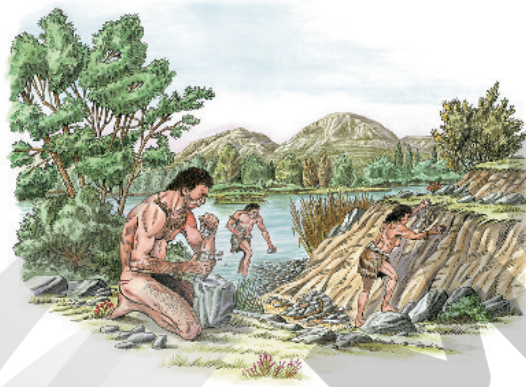
Os primeiros humanos estudados na garganta tinham as habilidades e ferramentas para se adaptar e usar as mudanças do ambiente para obter vantagens. Isso indica que os hominíneos eram capazes de comportamentos complexos. [...]

Os pesquisadores não podem ter certeza se o *Homo habilis* esteve presente em Ewass Oldupa, mas “esses primeiros humanos certamente percorriam amplamente a paisagem e ao longo das margens do antigo lago” [...].

STRICKLAND, Ashley. Primeiros humanos já se adaptavam às mudanças ambientais há 2 milhões de anos. *CNN Brasil*, 14 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/primeiros-humanos-se-adaptaram-as-mudancas-ambientais-ha-2-milhoes-de-anos/>. Acesso em: 2 maio 2022.

O uso de ferramentas, por exemplo, é a principal característica do *Homo habilis*, que viveu na África entre 2,4 milhões e 1,6 milhão de anos atrás. Além disso, atualmente, essa espécie é considerada uma das mais antigas do gênero *Homo*, ao qual pertence o ser humano moderno (*Homo sapiens*).

O *Homo habilis* e outras espécies desse gênero viveram em um período conhecido como Pré-História ou Idade da Pedra, o qual se estende da origem dos primeiros hominíneos até o desenvolvimento da escrita, há cerca de 5,5 mil anos.



LUIS MONTANA/MARTA MONTANA/PHOTONENA

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação de hominíneos durante a Pré-História fabricando ferramentas de pedra. Esse período é conhecido como Paleolítico ou Idade da Pedra Lascada.

Ao longo do tempo geológico, os seres vivos evoluíram e deram origem a novas espécies, entre elas a *Homo sapiens*. Antes de estudarmos a evolução e origem dessa espécie, vamos conhecer algumas de suas características.

#### Glossário

115

#### Um texto a mais

• Para iniciar o estudo da evolução humana, leia o trecho do texto a seguir com os alunos.

[...]

A linhagem humana divergiu da dos macacos há pelo menos sete milhões de anos atrás e talvez até mesmo há 13 milhões de anos. Os primeiros membros da nossa linhagem que sem qualquer dúvida andavam verticalmente foram os Australopithecíneos, cujo o mais famoso é a espécie da Lucy, o *Australopithecus afarensis*. [...] O mais antigo fóssil atribuído ao nosso gênero – o *Homo* – data de há cerca 2,98 milhões de anos e foi documentado apenas este ano. A capacidade de fazer ferramentas de pedra foi considerada, em tempos, como o cunho do nosso gênero. No entanto, pensa-se que as ferramentas de pedra mais antigas datam de há 3,3 milhões de anos. Ou foram feitas por Australopithecíneos semelhantes à Lucy, ou os cientistas ainda não encontraram a forma mais antiga de *Homo* que as fez. Como os Australopithecíneos, os primeiros elementos da espécie *Homo*, como o *H. erectus* e o *H. habilis*, caminhavam sob duas pernas. [...]

[...] Os chimpanzés (e os outros macacos) não evoluíram para humanos. As duas linhagens descendem de um antepassado comum e seguiram caminhos separados. A pergunta que interessa é: qual foi o último antepassado comum, o progenitor desconhecido dos chimpanzés e dos humanos? Não sabemos ainda. [...]

DRAKE, Nadia. A evolução humana. *National Geographic*, 11 set. 2015. Disponível em: <https://www.natgeo.pt/historia/a-evolucao-humana>. Acesso em: 17 jun. 2022.

• O trabalho com esse texto auxilia na desmistificação da antiga ideia de que os evolucionistas afirmaram que o ser humano descende dire-

tamente do macaco, o que ia de encontro inclusive a crenças religiosas. Ressalte que a evolução biológica trata de fatos e evidências e que ela não se baseia em crenças religiosas ou pessoais. Além disso, o estudo da evolução mostra que várias espécies de seres vivos compartilham ancestrais em

comum, indicando que houve e há modificações ao longo do tempo. Este trabalho permite o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** e da **Competência geral 2** da BNCC, pois envolve o conhecimento formado na abordagem própria da ciência.

- Na lousa, coloque a classificação biológica da espécie humana, como mostrado a seguir.

**Domínio:** *Eukarya*

**Reino:** Animal

**Filo:** Cordados

**Classe:** Mamíferos

**Ordem:** Primatas

**Família:** Hominídeos

**Gênero:** *Homo*

**Espécie:** *Homo sapiens*

- Peça aos alunos que citem exemplos de cada categoria taxonômica até a espécie humana. É importante relembrar que essa classificação se baseia nas semelhanças e diferenças entre os seres vivos.
- Antes de os alunos responderem à questão 4, peça a eles que comparem seus dedos polegares com os de outros hominídeos, como mostrado nesta página. Solicite-lhes que observem que o dedo polegar humano é mais longo e encontra-se mais afastado dos outros quatro dedos, sendo oponível e capaz de fazer movimentos de rotação mais amplos. Eles devem perceber que essa anatomia permite ao ser humano pegar e segurar objetos de diferentes tamanhos com mais controle dos movimentos.

## Seres humanos modernos

Possivelmente, você já deve ter ouvido falar sobre a proximidade evolutiva do ser humano com os chimpanzés. Essa proximidade se deve, por exemplo, ao fato de ambos pertencerem à ordem dos primatas e, conseqüentemente, apresentarem um ancestral comum recente.

A maioria dos primatas apresenta hábito arbóreo, mãos e pés com capacidade de segurar e manipular objetos, garras modificadas em unhas, visão bem desenvolvida, geralmente olhos voltados para frente, entre outras características. Além disso, tanto seres humanos quanto chimpanzés estão inclusos na mesma família, a dos hominídeos.

Há evidências de que, entre 10 milhões e 7 milhões de anos atrás, o ancestral comum de chimpanzés e seres humanos divergiu evolutivamente dos demais primatas. Além disso, estima-se que entre 8 milhões e 5 milhões de anos atrás tenha surgido a linhagem dos hominídeos, à qual pertence a espécie humana.

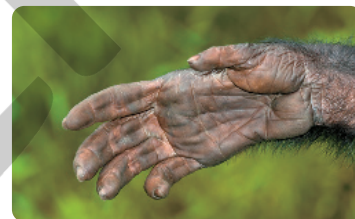
Os hominídeos se caracterizam pelo andar bípede, postura ereta, ausência de cauda, encéfalo proporcionalmente grande em relação ao corpo e ossos do maxilar e da mandíbula menores do que nos demais hominídeos.

A seguir, vamos estudar com mais detalhes algumas características gerais de primatas e específicas de seres humanos.

Muitos primatas apresentam a característica de o polegar das mãos ser opositor aos demais dedos.

**Questão 4.** Qual é a importância de o polegar ser opositor aos demais dedos das mãos?

Mão de um chimpanzé-pigmeu (*Pan paniscus*).



TONY CAMACHO/STOCK/PHOTOBANK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Além da disposição oposta do polegar das mãos, nos seres humanos o polegar é proporcionalmente maior quando comparado ao de outros animais.

A disposição dos ossos das mãos humanas também permite manipular ferramentas com maior precisão e amplitude de movimentos. Além disso, características anatômicas da mão humana possibilitam a execução de atividades que requerem habilidades, como tocar violão.



ANTONIO DIAZ/SHUTTERSTOCK

Criança tocando violão. Para realizar essa atividade, é preciso ter agilidade e precisão ao dedilhar as cordas do violão, por exemplo.

**116** Questão 4. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que essa característica possibilita que os primatas consigam pegar, segurar e manipular objetos e alimentos de modo mais preciso. Isso porque os polegares atuam como pinças.



Enquanto a característica de polegar opositor nas mãos é comum a muitos primatas, somente o ser humano apresenta o hálux não opositor aos demais dedos. Analise a seguir.

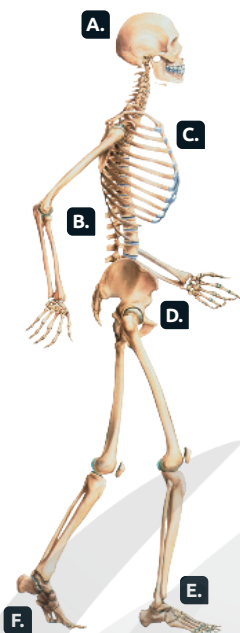


Vista ventral de pés humanos, sem dedo opositor.



Vista ventral de pé de orangotango, com dedo opositor.

O andar bípede é uma das principais características dos hominídeos, como os seres humanos. Se observarmos o esqueleto humano, é possível identificar diversas características relacionadas ao andar bípede. Analise o esquema a seguir.



O crânio (A) tem estrutura que possibilita sua posição vertical em relação à coluna vertebral.

A curvatura em forma de S da coluna vertebral (B) contribui para a realização do andar bípede, pois favorece o equilíbrio e está associada à flexibilidade da coluna vertebral ao caminhar.

A caixa torácica (C) é organizada de modo que o tronco possa se flexionar e manter os membros superiores livres, ajudando no equilíbrio corporal durante o andar bípede.

Modificações na pelve (D) possibilitam suportar a parte superior do corpo e manter o equilíbrio durante o andar bípede.

Diferentemente de outros primatas, os dedos dos pés (E) dos seres humanos são alinhados, e o solado (F) apresenta um arco definido. Essas características favorecem a impulsão do corpo para o caminhar e o amortecimento de impactos durante o andar sobre duas pernas.

Fonte de pesquisa: PARKER, Steve. *O livro do corpo humano: um guia ilustrado de sua estrutura, funções e disfunções*. Barueri: Ciranda Cultural, 2007. p. 40.

Representação de esqueleto humano.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Outras espécies de animais são capazes de executar o andar bípede. Entretanto, o ser humano é o único totalmente bípede e capaz de sustentar essa posição por longas distâncias.

• Explique aos alunos que o bipedalismo (andar bípede) está relacionado a mudanças na estrutura do esqueleto humano. Os grandes primatas não humanos também conseguem se locomover em dois apoios, mas em curtas distâncias, e precisam apoiar as mãos durante essa locomoção. Explique que o andar bípede e ereto, que caracteriza o gênero *Homo*, permite a liberação das mãos para o manuseio de objetos e o transporte de materiais e filhos, por exemplo. Comente que, diferentemente dos quadrúpedes, o crânio de seres bípedes se localiza acima da coluna vertebral. Comente também que o forame magno é uma grande abertura oval na base do crânio, presente em humanos e em outros animais. Sua posição é uma característica fundamental para os mamíferos bípedes, pois a medula espinal passa pelo forame magno à medida que sai da cavidade craniana.

• Ressalte que esse andar bípede leva a pelve a também precisar suportar a massa do tronco e da cabeça, ligando essas partes ao fêmur e ao quadril. Assim, há uma série de modificações anatômicas em relação aos demais hominídeos.

• Peça aos alunos que comparem os pés dos hominídeos não humanos com os pés humanos. Os dedos dos primatas não humanos são grandes, capazes de agarrar galhos de árvores, enquanto os pés humanos possuem adaptações para o andar bípede, tornando-os capazes de caminhar e correr.

### Algo a mais

• Um livro que aborda a história da espécie *Homo sapiens* no planeta Terra é a obra *Sapiens*. Nela, o autor questiona os eventos humanos e as condições que possibilitaram o desenvolvimento dessa espécie, diferentemente das demais, que conseguem criar e manipular a arte e os avanços da ciência, além de ser capaz de travar conflitos e guerras.

Assim, ele trata de questões que envolvem a evolução e a história da humanidade, incluindo questões atuais.

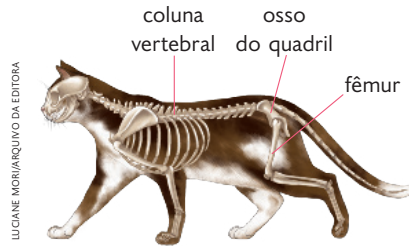
HARARI, Yuval Noah. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. Tradução: Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015.

• É importante destacar que evolução biológica não se trata de melhoria, mas de variações genéticas que favorecem a sobrevivência dos seres vivos. Isso é importante para evitar uma visão antropocêntrica de que o ser humano está à frente das demais espécies por ser melhor do que elas em algum nível ou que está em um ápice biológico. Dessa forma, explique à turma que o ser humano não é mais evoluído do que os demais seres vivos, pois todos estão em contínuo processo evolutivo.

• O trabalho com a questão 5 permite o desenvolvimento da **Competência geral 4** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 6**, pois os alunos devem avaliar diferentes linguagens para produzir e disseminar conhecimentos. Se tiverem dificuldade, peça-lhes que comparem separadamente o tamanho do encéfalo e o formato da face. Eles podem utilizar instrumentos de medida, como réguas, para verificar as diferenças entre o gorila, o chimpanzé e o ser humano, com base nas radiografias.

• Ao tratar do volume cerebral humano, é importante relacionar tal conteúdo às mudanças na alimentação. Sem uma mudança na dieta, provavelmente o aumento desse órgão ao longo da evolução teria sido mais difícil, por causa do alto custo energético envolvido em sua manutenção.

A coluna dos mamíferos quadrúpedes apresenta alteração com relação à coluna vertebral dos seres humanos. Analise a seguir.



Representação de um gato, exemplo de mamífero quadrúpede, com destaque para parte de seu esqueleto.

A coluna vertebral de um quadrúpede não apresenta curvatura em forma de S, como nos seres humanos. Além disso, a junção do fêmur com o osso do quadril tem um posicionamento diferente do observado no ser humano.

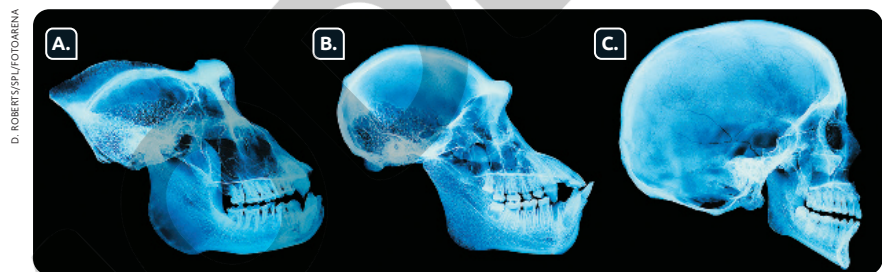
Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: CAT Anatomy Tutorial. *Kenyon College*. Disponível em: <https://biology.kenyon.edu/heithausp/cat-tutorial/welcome.htm>. Acesso em: 13 mar. 2022.

Outra característica do ser humano está relacionada ao volume do encéfalo. Esse órgão se encontra no interior do crânio e exerce diferentes papéis no organismo, como controlar e regular outros órgãos do corpo, interpretar estímulos do ambiente e integrar e armazenar informações.

O estudo de crânios de grupos ancestrais dos seres humanos modernos permitiu identificar que, ao longo do tempo, houve aumento no volume do encéfalo. Esse aumento provavelmente permitiu o desenvolvimento de relações sociais mais complexas e o aperfeiçoamento da linguagem, por exemplo.

Além disso, o aumento do volume do encéfalo teria possibilitado ao ser humano aprender a fabricar e manipular ferramentas complexas, facilitando sua sobrevivência em diferentes ambientes. Analise as imagens a seguir.



Radiografias do crânio de gorila (A), chimpanzé (B) e ser humano (C).

Gorila, chimpanzé e ser humano são exemplos de primatas. No gorila (A), o espaço destinado ao encéfalo é de aproximadamente  $650 \text{ cm}^3$ . No chimpanzé (B), esse espaço é de aproximadamente  $400 \text{ cm}^3$ . Já no ser humano (C), o volume médio ocupado pelo encéfalo é de  $1350 \text{ cm}^3$ .

**Questão 5.** Verificando as imagens e as informações anteriores, o que você pode dizer a respeito do encéfalo de gorila, chimpanzé e ser humano? E em relação ao formato da face?  
*Questão 5. Resposta nas orientações ao professor.*

118

Além disso, o aumento do volume do encéfalo pode ter favorecido maior interação com o ambiente e entre os indivíduos. O aumento do volume cerebral também está relacionado à aprendizagem, à inteligência, à comunicação e à cultura, fundamentais para a vida em sociedade.

### Resposta

**Questão 5.** Espera-se que os alunos respondam que é possível perceber que o volume do encéfalo humano é proporcionalmente maior do que o do chimpanzé e o do gorila. Já com relação ao formato da face, espera-se que eles reconheçam que a face é mais pronunciada em gorilas, havendo retração e diminuição do maxilar e da mandíbula do gorila (A) para o ser humano (C).



Estudamos que, na Pré-História, o ser humano preparava habilmente suas ferramentas. Com o tempo, elas se tornaram cada vez mais complexas e permitiram que fossem realizadas grandes transformações no ambiente. Em geral, essas modificações eram feitas para suprir necessidades, como alimentação, obtenção de energia e moradia.

Há cerca de 11 mil anos, o ser humano aprendeu a cultivar vegetais e a criar animais, aumentando suas possibilidades de sobrevivência.

Essa inovação permitiu que os indivíduos não precisassem mais se deslocar por grandes distâncias para caçar e coletar alimentos, por exemplo. Além disso, o ser humano começou a construir moradias e se estabelecer nos lugares, o que possibilitou a formação das primeiras comunidades.

Representação do período em que o ser humano começou a criar animais e cultivar plantas.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

O desenvolvimento da capacidade de raciocínio e de comunicação permitiu ao ser humano viver em uma sociedade complexa. Ao longo de sua evolução, a espécie humana moderna desenvolveu uma rica linguagem simbólica com um conjunto de palavras e representações expressas por gestos, desenhos, letras e números, o que possibilitou uma comunicação elaborada. A existência dessa comunicação, por sua vez, possibilitou que o ser humano fosse capaz de criar uma tradição oral muito antes da invenção da escrita.

**Questão 6.** Cite duas formas de comunicação que você geralmente utiliza no seu dia a dia.

A capacidade de comunicação também auxiliou na transmissão de conhecimentos ao longo das gerações, possibilitando a consolidação da cultura, que é uma das características da espécie humana.

A cultura se refere aos conhecimentos aprendidos, compartilhados e propagados em uma população. Entre os seres humanos, o compartilhamento da cultura pode ocorrer de diversas maneiras, como nas escolas.



Debate em sala de aula na cidade de São Paulo, SP, em 2019. Na escola, os alunos entram em contato com conhecimentos de várias épocas e locais do mundo.

Questão 6. Resposta pessoal. Os alunos podem citar, por exemplo, comunicação oral, comunicação escrita por meio de aplicativos de mensagens, bilhetes, e-mails, redes sociais e por símbolos e gestos.

119

## Atividade a mais

• Aproveite para abordar a **Língua Brasileira de Sinais** (Libras), com base em linguagem gestual e expressões corporais e faciais. Para apresentar esse assunto, acesse com os alunos o *Dicionário da Língua Brasileira de Sinais*. Disponível em: <https://www.ines.gov.br/dicionario-de-libras/>. Acesso em: 21 jun. 2022.

## Metodologias ativas

Leve os alunos ao laboratório de informática e trabalhe com eles a metodologia ativa **turn and talk**. Para isso, confira orientações a respeito dessa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Peça-lhes que coloquem tampões nas orelhas e que, em duplas, tentem se comunicar formulando uma frase, observando o *Dicionário da Língua Brasileira de Sinais*. Oriente-os a trocar de lugar com outro colega, formulando outras frases, até que todos tenham se comunicado entre si. Caso tenha algum aluno surdo na sala de aula e um professor de Libras, peça-lhes que observem os alunos e os corrijam se necessário. Após a atividade, reúna-os na sala de aula e disponibilize-os em uma mesa redonda; peça a eles que citem o que mais chamou sua atenção e quais foram as maiores dificuldades que tiveram. Questione os alunos se todos entenderam o que o colega quis dizer e como se sentiram em não poder falar ou ouvir o que o colega estava tentando comunicar.

Trata-se de uma oportunidade para abordar a **Competência geral 4** da BNCC, pois possibilita valorizar as diferentes formas de linguagem como forma de expressão, favorecendo a inclusão na vida em sociedade. Além disso, permite o desenvolvimento das competências socioemocionais **respeito** e **empa-**

tia e da **Competência geral 9**, pois, além de desenvolver noções de respeito às diferenças, esta atividade permite aos alunos se colocar no lugar das pessoas surdas e entender sua forma de comunicação.

• Na questão 6, ao abordar a importância da comunicação e da cultura e sua relação com a educação, enfatize a importância desses eixos para a vida em sociedade. Peça aos alunos que imaginem como seria nossa sociedade se os conhecimentos se perdessem sem serem transferidos às gerações subsequentes. Averi-

gue se eles constatarem que esses três pontos permitem que uma geração transmita seus conhecimentos a outra, de maneira formal ou informal. Trata-se de uma maneira de abordar o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**.



- Para iniciar o estudo deste assunto, acesse previamente o diagrama das espécies que fazem parte da história evolutiva humana. Disponível em: <https://www.nhm.ac.uk/discover/the-origin-of-our-species.html>. Acesso em: 31 maio 2022. Reproduza esse diagrama na lousa apresentando apenas o período de tempo e as espécies.

- Peça aos alunos que analisem o mapa do continente africano e lembre com eles conceitos já estudados no componente curricular de **Geografia**, como extensão, limites, climas e biomas. Solicite-lhes que relate as características desse continente. Trata-se de uma maneira de explorar melhor os conteúdos de Cartografia aplicados à evolução humana.

- Explique à turma que há duas hipóteses sobre a migração humana. Uma defende que o ser humano surgiu na África e de lá seguiu para os demais continentes. Já a outra, chamada multirregional, argumenta que os hominíneos evoluíram separadamente em diferentes continentes, de forma independente, para a humanidade moderna. Ressalte que ambas são utilizadas para explicar a existência dos fósseis encontrados até hoje. Comente que, com exceção do *Homo habilis* e do *Homo nelsoni*, que se originaram e viveram no continente africano, há evidências de que as demais espécies desse gênero não existiram apenas nesse continente.

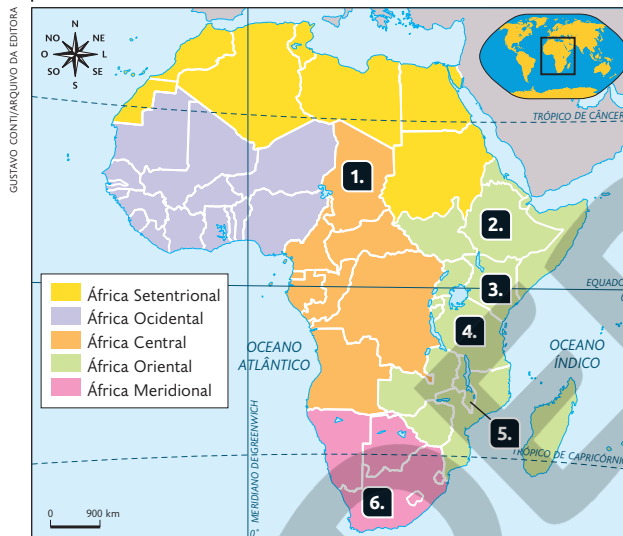
- Acesse o site *Smithsonian National Museum of Natural History*, em que há descrições em inglês para várias espécies de hominídeos reconhecidas pela maioria dos cientistas. Disponível em: <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species>. Acesso em: 1º jun. 2022.

## Evolução humana

Estima-se que os primeiros hominíneos com características semelhantes às do ser humano moderno, como a postura ereta e o andar bípede, tenham surgido entre 8 milhões e 5 milhões de anos atrás. Embora estejam extintos, algumas das características desses primeiros hominíneos são conhecidas graças ao estudo dos fósseis.

A maioria dos fósseis das diferentes espécies de hominíneos foi encontrada no continente africano. Confira a seguir.

**Mapa do continente africano com a identificação de países e regiões onde viveram algumas espécies de hominíneos**



Fonte de pesquisa: WHAT does it mean to be human? *Smithsonian National Museum of Natural History*. Disponível em: <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species>. Acesso em: 3 maio 2022.

- 1.** País: Chade.  
Espécie: *Sahelanthropus tchadensis*.
- 2.** País: Etiópia.  
Espécies: *Ardipithecus kadabba*, *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus garhi*, *Australopithecus anamensis*, *Paranthropus aethiopicus*, *Australopithecus afarensis* e *Paranthropus boisei*.

- 3.** País: Quênia.  
Espécies: *Orrorin tugenensis*, *Kenyanthropus platyops*, *Australopithecus anamensis*, *Paranthropus aethiopicus*, *Australopithecus afarensis*, *Paranthropus boisei* e *Homo rudolfensis*.
- 4.** País: Tanzânia.  
Espécies: *Australopithecus afarensis*, *Paranthropus boisei* e *Homo rudolfensis*.
- 5.** País: Malauí.  
Espécies: *Paranthropus boisei* e *Homo rudolfensis*.
- 6.** País: África do Sul.  
Espécies: *Paranthropus robustus*, *Australopithecus africanus*, *Australopithecus sediba* e *Homo nelsoni*.

As espécies *Homo habilis*, *Homo erectus* e *Homo heidelbergensis* ocuparam as regiões da África Oriental e Meridional, sendo que *H. erectus* também ocupou a África setentrional. Já a espécie *Homo sapiens* teve origem na África e se espalhou por todas as áreas da Terra.

Como você pôde perceber no mapa, de acordo com registros fósseis, várias espécies de hominíneos viveram no continente africano. A seguir, vamos conhecer com mais detalhes algumas delas, que fazem parte da história evolutiva do *Homo sapiens*.

Em 2001, foi descoberto o fóssil *Sahelanthropus tchadensis*, considerado por muitos paleontólogos como o fóssil mais antigo de uma espécie de hominíneo. *S. tchadensis* apresentava algumas características humanas, como dentes caninos menos proeminentes e posição da coluna vertebral abaixo do crânio, sugerindo que o andar era bípede. Estudos indicam que esse fóssil tenha entre 6 milhões e 7 milhões de anos.

Outro gênero provavelmente ancestral do ser humano é o *Australopithecus*. Esses primatas viviam nas savanas africanas e se locomoviam de forma bípede. Porém, ainda viviam nas árvores e tinham braços longos.

A espécie *Australopithecus afarensis* é uma das mais conhecidas desse gênero e estima-se que esse ancestral tenha vivido entre 3,7 milhões e 3 milhões de anos atrás. O primeiro fóssil dessa espécie foi encontrado na Etiópia, no continente africano, na década de 1970. Trata-se de uma jovem de aproximadamente um metro de altura, chamada pelos cientistas de Lucy.

Representação de Lucy feita com base em estudos fósseis e exibida no Museu de Ciências Naturais de Houston, em Houston, Estados Unidos.



CRAIG HARTLE/BLOOMBERG/GETTY IMAGES

Uma alteração marcante que pode ser percebida na história dos prováveis ancestrais do ser humano é a transição do bipedalismo e da vida nas árvores dos *Australopithecus* para o bipedalismo terrestre do gênero *Homo*.

De acordo com estudos atuais, umas das primeiras espécies desse gênero foi *Homo habilis*. Ela viveu no continente africano, entre 2,4 milhões e 1,6 milhão de anos atrás.

Outra espécie desse gênero é *Homo rudolfensis*, que viveu na África, entre 1,9 milhão e 1,8 milhão de anos atrás. Essa datação indica que, provavelmente, *H. habilis* e *H. rudolfensis* coexistiram no ambiente.

Representação de *Homo rudolfensis* elaborada com base em estudos de fósseis e exibida no Museu Hessisches, em Darmstadt, Alemanha.



KARJA LENZ/PICTURE ALLIANCE/GETTY IMAGES

121

## Atividade a mais

- Acesse com os alunos o [link](https://www.dw.com/pt-002/lucy-o-f%C3%B3ssil-que-reescreveu-a-hist%C3%B3ria-da-humanidade/a-42478592) a seguir sobre a história da descoberta de Lucy, a *Australopithecus afarensis* mais famosa do mundo. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-002/lucy-o-f%C3%B3ssil-que-reescreveu-a-hist%C3%B3ria-da-humanidade/a-42478592>. Acesso em: 31 maio 2022. Diga aos alunos que o estudo do fóssil de Lucy permitiu um grande avanço no conhecimento sobre a evolução do ser humano.

- Organize os alunos em duplas e acesse com eles o texto indicado a seguir. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2016/08/lucy-famosa-australopithecus-provavelmente-morreu-em-queda.html>. Acesso em: 31 maio 2022.

- Após essas atividades complementares iniciais, distribua folhas de sulfite e lápis de cor e oriente os alunos a elaborar uma história em quadrinhos sobre como eles acham que era a vida de Lucy na época em que ela viveu. Peça que mostrem o ambiente em que ela vivia, os outros membros do grupo, o que e como ela se alimentava, entre outros detalhes.

Esta atividade permite uma conexão com os componentes curriculares de **Arte** e de **Língua Portuguesa**, pois trabalha com o gênero textual história em quadrinhos e com representações artísticas, desenvolvendo a **Competência geral 3** da BNCC e o senso estético.

- Para mais informações sobre o gênero *Australopithecus*, acesse o [link](http://www2.assis.unesp.br/darwinnobrasil/humanev2a.htm) indicado a seguir. Disponível em: <http://www2.assis.unesp.br/darwinnobrasil/humanev2a.htm>. Acesso em: 31 maio 2022.

- Para explicar a hipótese de que o *Homo sapiens* e o *Homo erectus* teriam surgido na África e migrado para outros lugares, mostre aos alunos a animação presente no [link](https://dnalc.cshl.edu/view/15892-Human-migrations-map-interactive-2D-animation.html) indicado a seguir. Disponível em: <https://dnalc.cshl.edu/view/15892-Human-migrations-map-interactive-2D-animation.html>. Acesso em: 8 jul. 2022. Peça aos alunos que cliquem no nome da espécie e observem sua mo-

vimentação no mapa. Nesse simulador, é possível conferir as duas ideias de migração: a ideia de que surgiram na África e depois migraram ao longo do tempo para outros continentes, e a ideia da migração multirregional, que defende que essa espécie surgiu em diversos lugares do planeta e evoluiu de maneira diferente em cada um deles.

- Explique aos alunos que apesar de o *Homo neanderthalensis* apresentar um volume craniano semelhante ao do *Homo sapiens*, acredita-se que sua fala não era tão complexa, o que se conclui pela posição e pelas características de sua laringe.

- A posição ancestral da laringe dos mamíferos era uma região alta no pescoço, logo atrás da base da língua, o que possibilitava a ingestão de alimentos simultaneamente à respiração. Ao longo da evolução humana, alterações da base do crânio foram selecionadas, e a laringe dos seres humanos foi se modificando e passou a ser ventral. Com isso, a passagem entre o palato e a epiglote passou a ser aberta, surgiu uma câmara muito mais ressonante, o que possibilitou aos seres humanos produzir os mais diversos tipos de som, desde grunhidos até o canto lírico.

- Leve para a sala de aula a imagem do sistema respiratório, destacando a laringe. Explique que é um órgão tubular que liga a faringe à traqueia. Suas paredes são formadas por tecido muscular, cartilagens e ligamentos. Ela se localiza na parte ventral do pescoço humano, e uma de suas funções é a produção da fala. As estruturas responsáveis por essa função são as pregas vocais, que são pequenas dobras na membrana mucosa da laringe. Durante a respiração, as pregas vocais estão abertas, mas se fecham parcialmente para o indivíduo falar. O ar passa pelas pregas vocais parcialmente fechadas, fazendo-as vibrar. Essa vibração movimenta as partículas de ar, produzindo o som.

Os fósseis que estudamos até o momento foram encontrados no continente africano. Outras espécies de hominíneos conhecidos povoaram outros continentes, além do africano.

KATJA LENZ/PICTURE ALLIANCE/GETTY IMAGES



*Homo erectus* teria vivido entre 1,8 milhão e 110 mil anos atrás e teria cerca de 1,3 m e 1,65 m de altura. Essa espécie apresenta algumas características semelhantes ao ser humano moderno e que não eram observadas nos hominíneos anteriores, como os braços mais curtos em relação ao corpo. O crânio de *H. erectus* era cerca de 50% maior do que o dos primatas do gênero *Australopithecus*.

*Homo erectus* utilizavam ferramentas simples feitas de rocha e também eram hábeis no uso do fogo.

Representação de *Homo erectus* feita com base em estudos de fósseis e exibida no Museu Hessisches, em Darmstadt, Alemanha.

MARCIO JOSÉ BASTOS SILVA/SHUTTERSTOCK



A espécie *Homo neanderthalensis*, conhecida popularmente como o homem de Neandertal, viveu, possivelmente, entre 350 mil e 28 mil anos atrás e tinha entre 1,5 m e 1,7 m de altura. Essa espécie teria vivido na Europa e em parte da Ásia.

Evidências fósseis indicam que esses hominídeos eram robustos, com membros mais espessos que os observados nos seres humanos, e sua alimentação era composta de alimentos duros. Os indivíduos dessa espécie fabricavam diversas ferramentas e utilizavam roupas feitas de pele de animais.

Representação de *Homo neanderthalensis* elaborada com base no estudo de fósseis e exibida em exposição pública em Washington, Estados Unidos.

Alguns milhares de anos depois, o homem de Neandertal teria sido extinto, provavelmente em razão das mudanças climáticas ou das interferências causadas pelo *Homo sapiens*.

Acredita-se que o *Homo sapiens* tenha surgido há aproximadamente 200 mil anos. A organização social dessa espécie é mais complexa quando comparada à de outras espécies do gênero *Homo*. Além disso, tal espécie desenvolveu uma comunicação falada complexa.



Alguns dos primeiros fósseis de *Homo sapiens* foram encontrados em uma caverna na França e ficaram conhecidos como homens do *Cro-Magnon*. Esse grupo de *Homo sapiens* colonizou a Europa, tinha uma cultura complexa e deixou diversas pinturas em cavernas, as quais ajudam, por exemplo, a compreender como era a sociedade daquela época.

Pintura de bisão feita por homens do *Cro-Magnon* durante o Pleistoceno na caverna Chauvet, em Vallon-Pont-D'arc, França.



BRUNO M PHOTOGRAPHIE/SHUTTERSTOCK - VALLON-PONT-D'ARC, FRANÇA

O *Homo sapiens* apresenta crânio bastante volumoso, sendo considerado o maior, proporcionalmente ao tamanho do corpo, entre todos os primatas. O tecido nervoso exige grande gasto energético do ser humano, tanto para o crescimento do encéfalo como para a sua manutenção.

O fóssil mais antigo de *Homo sapiens* encontrado no Brasil é de uma mulher de mais ou menos 20 anos, que teria vivido há cerca de 11 mil anos. Esse fóssil recebeu o nome de Luzia.

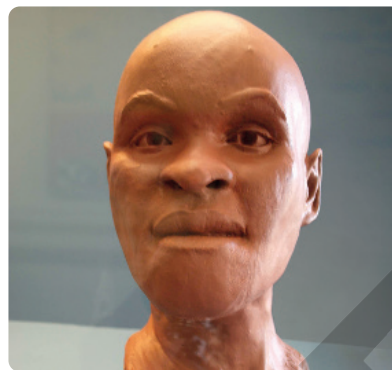
Alguns ancestrais dos seres humanos se alimentavam de frutos e raízes cruas, o que resultava em uma dieta pobre em energia.

Houve um momento na história evolutiva em que os ancestrais dos seres humanos modernos passaram a se alimentar de carne, aproveitando restos de caça de outros animais ou aprendendo a caçá-los, em grupos e com o uso de ferramentas que produziam. Isso aumentou o valor energético de sua dieta.

Embora as informações sobre a evolução humana e o modo de vida dos nossos antepassados sejam reveladas pelo estudo de fósseis, essas descobertas são fragmentadas. Por isso, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas e muito a se conhecer a respeito da evolução humana. Cada nova descoberta pode confirmar, complementar ou reconstruir as informações que temos hoje.

O que se sabe é que a evolução da espécie humana, assim como a das demais espécies de seres vivos, não foi linear, com uma espécie substituindo a outra. Embora, atualmente, *Homo sapiens* seja a única espécie do gênero *Homo* existente, muitas espécies coexistiram no ambiente no passado, como *Homo habilis* e *Homo rudolfensis*.

Professor, professora: Ao abordar os primeiros fósseis de *Homo sapiens*, comente com os alunos que o termo **homem** usado em "homens de *Cro-Magnon*" se refere ao grupo, e não ao gênero masculino.



FATIMA MEIRA/FUTURA PRESS

Representação de Luzia, elaborada com base no estudo de fósseis e exibida no Museu Nacional, na cidade do Rio de Janeiro, RJ, em 2010.

• Diga aos alunos que os seres humanos chamados Cro-Magnon são assim conhecidos graças ao nome da região francesa em que seus vestígios foram encontrados. O crânio Cro-Magnon encontrado em caverna na França, em 1968, foi o primeiro a apresentar características únicas de humanos, como a caixa craniana arredondada. No entanto, esse exemplar ainda apresentava os arcos supraciliares bem eminentes. Aproveite o momento e enfatize aos alunos que o termo homem, nesse caso, está sendo usado para se referir à espécie como um todo, e não ao gênero masculino.

• Comente que o crânio de Luzia foi encontrado em Minas Gerais, na década de 1970, e é considerado o fóssil mais antigo das Américas. Esse material foi o responsável por mudar a teoria da povoação do continente americano. O crânio reconstruído de Luzia sofreu danos durante um incêndio ocorrido no Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 2018, por isso está em processo de reconstrução.

### Algo a mais

• Explique aos alunos que a Arqueologia no Brasil teve diversas influências políticas desde o Império até o período da ditadura militar. Essa abordagem permite uma conexão com o componente curricular de **História**. Sobre esse assunto, leia o artigo indicado a seguir.

FUNARI, Pedro Paulo A. Arqueologia no Brasil e no mundo: origens, problemáticas e tendências. *Ciência e Cultura*, v. 5, n. 2, 2013. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v65n2/10.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

## Objetivos

- Compreender como a educação mudou ao longo do tempo.
- Descrever diferentes maneiras de transmissão de conhecimento.
- Reconhecer a importância da transmissão de conhecimento ao longo das gerações.

• O tema destas páginas permite a abordagem dos temas contemporâneos transversais **Diversidade cultural** e **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras**, pois trata da relação entre cultura e educação em diferentes povos do passado e do presente, buscando valorizar sua diversidade.

• Comente a invenção da escrita, estabelecendo uma conexão com o componente curricular de **História**. Ressalte que as sociedades se expressavam pela comunicação oral, por símbolos e por desenhos até que a escrita sistematizada fosse criada. Sobre isso, consulte o texto no *link* indicado a seguir. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/historia-escrita/>. Acesso em: 21 jun. 2022.

• Diga aos alunos que as pessoas passaram a disseminar informações à população, propiciada pela invenção da prensa de Gutenberg, em 1450, que permitiu a impressão de livros, revistas, jornais, folhetos e cartazes. Isso possibilitou que um número cada vez maior de pessoas tivesse acesso à educação.

## Um texto a mais

• Sobre a contribuição dos conhecimentos africanos e da história africana em sala de aula, leia o trecho a seguir.

[...]

As identidades entre o Brasil e o continente africano não se revelam somente no passado, mas num presente repleto de desafios e enfrentamentos comuns. [...] trazer para o presente as afinidades entre as duas regiões do mundo acaba revelando os resultados concretos dos laços culturais e étnicos do passado, mas também a atualidade e urgência que os conteúdos estudados aqui têm. [...]

# O tema é ...

Diversidade cultural/Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras

## Cultura e educação

Educar é um ato que envolve o ensinar e o aprender. Por isso, a educação está intimamente relacionada com a cultura, que, entre outras características, envolve a transmissão de conhecimento ao longo das gerações.

Como você estudou neste capítulo, a cultura é uma característica do ser humano. Ela pode ser transmitida aos integrantes de uma comunidade de diferentes maneiras, como por linguagens falada e escrita, manifestações artísticas e crenças religiosas.

A fala é uma das maneiras mais antigas de transmissão da cultura na educação dos jovens. Essa é uma característica do ser humano moderno e envolve a capacidade de emitir sons articulados e a eles atribuir significados, formando a fala.

Em alguns povos africanos, a educação dos jovens é realizada apenas oralmente, pelos contadores de histórias. Esses contadores são chamados griôs pelo seu povo e são os portadores dos conhecimentos dos elementos da cultura local.

Representação de um griô contando história a crianças.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

As representações artísticas, como os desenhos feitos em rochas, também são consideradas uma forma de comunicação e de transmissão de conhecimentos. Por meio deles, é possível conhecer elementos culturais dos povos antigos, como a prática da caça, que era aprendida observando os mais velhos.

Representação de pinturas em rochas simbolizando a caça.

124

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO GAFFA/ARQUIVO DA EDITORA

Nem sempre é possível tratar pormenorizadamente cada país do continente africano que consta no programa escolar. [...] necessidade de manter a coerência de evitar estereótipos e lugares comuns, num conteúdo criado justamente para evitá-los e, se possível, extirpá-los. Sendo assim, algumas decisões no planejam-

to da disciplina precisam ser tomadas, bem como algumas conceituações podem ser utilizadas, desde que bem fundamentadas. [...]

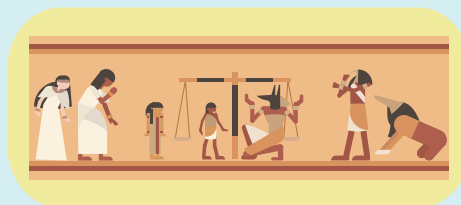
PINHEIRO, Bárbara C. S.; ROSA, Katemari (org.). *Descolonizando saberes*: a lei nº 10.639/2003 no ensino de ciências. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 156.

A invenção da escrita foi um dos importantes eventos associados ao desenvolvimento da humanidade. Para criá-la, o ser humano atribuiu significado às imagens e com elas desenvolveu a escrita pictográfica. Um exemplo dessa escrita é a feita em placas de argila, há cerca de 10 mil anos, por povos da Mesopotâmia, para registrar conhecimentos, técnicas, leis, normas de conduta e até receitas de preparo de alimentos.



Representação de placa com escrita pictográfica.

Hoje sabemos como era a cultura dos egípcios e como ela era transmitida aos jovens observando os murais do Egito Antigo e traduzindo os hieróglifos, um tipo de escrita pictográfica.



Representação de mural egípcio.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Ao longo do tempo, novos elementos foram inseridos à cultura dos povos, e o modo de educar também sofreu alterações. As informações passaram a ser divulgadas de maneira impressa, facilitando o acesso de mais pessoas à educação. Posteriormente, o desenvolvimento da internet tornou o conhecimento ainda mais acessível, com informações sendo transmitidas e acessadas em tempo real.

Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Explique, com suas palavras, o que é cultura, citando alguns exemplos de elementos culturais e como ela é transmitida ao longo das gerações.
2. Qual é a importância da educação na manutenção da cultura de um povo?
3. Converse com uma pessoa que tenha mais de 60 anos de idade a respeito do acesso à educação na época em que ela tinha a mesma idade que você, citando possíveis facilidades e dificuldades. Em seguida, escreva um texto no caderno com as informações da conversa e sobre a educação na atualidade, comparando-a com o passado e refletindo se ela pode ser considerada acessível a todos.
4. Durante a pandemia de COVID-19, as escolas foram fechadas por um longo tempo, a fim de reduzir a disseminação da doença. Nesse período, o ensino se tornou remoto, ou seja, com aulas *on-line*. Junte-se a um colega e conversem sobre: os prejuízos à educação no período citado; as diferenças no acesso à educação por alunos de diferentes regiões do Brasil enquanto as escolas estavam fechadas; e as consequências da pandemia à formação cidadã.

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO GAFFA/ARQUIVO DA EDITORA

125

• O trabalho com as questões 1 e 2 contribui para que os alunos percebam que a construção de conhecimento é coletiva e se altera ao longo do tempo, desenvolvendo a **Competência geral 1** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC.

• A questão 3 tem como objetivo levar os alunos a refletir sobre a realidade da educação no Brasil ao longo do tempo e na atualidade, considerando vivências de pessoas mais velhas.

• Na questão 4, incentive os alunos a refletir sobre um momento marcante na educação brasileira e/ou mundial que terá efeitos a longo prazo, incluindo nessa reflexão percepções e vivências pessoais e levando em consideração as diferentes realidades do Brasil.

## Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. Os alunos podem comentar que cultura é o que caracteriza uma população, sendo composta de diferentes elementos, como a língua falada, as leis, as regras de conduta e as formas de arte, como a música, a dança e a pintura. A cultura pode ser transmitida ao longo das gerações por meio da educação, que pode incluir linguagem escrita e falada, costumes e manifestações artísticas.

**Questão 2.** A educação é uma forma de transmitir os conhecimentos de uma geração a outra, ou seja, transmitir as crenças, os costumes e outros elementos culturais. Assim, sem educação a cultura de um povo não é mantida ao longo do tempo.

**Questão 3.** Resposta pessoal. Possivelmente, eles identificarão que, no passado, havia menos escolas e elas eram mais distantes do local onde os alunos viviam. Atualmente, há mais escolas e elas estão mais

próximas de suas casas. No entanto, a educação ainda não é acessível a todos. Alguns fatores, como o financeiro e o social, muitas vezes dificultam ou impedem o ingresso e/ou a permanência de alunos nas escolas.

**Questão 4.** Espera-se que eles reconheçam que o fechamento das escolas durante a pandemia representou muitos prejuízos à educação. No início da

pandemia, muitos alunos ficaram totalmente afastados das atividades escolares. Quando o ensino remoto foi ofertado, o problema não foi resolvido, pois nem todos os alunos tinham acesso a computadores e/ou *smartphones* com internet. Prejuízos no acesso à educação refletem na formação cidadã, já que a educação é uma maneira de tentar garantir igualdade a todos como cidadãos.



• Auxilie os alunos a interpretar a árvore filogenética apresentada na atividade 1. Relembre com eles que as ramificações indicam que os seres vivos se diferenciaram. Explique que ela indica também qual espécie surgiu antes e qual é mais recente evolutivamente.

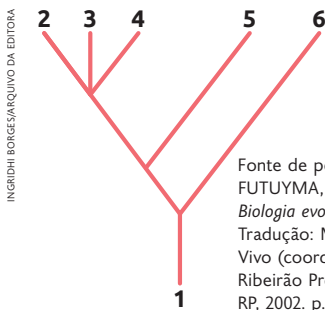
• Tanto a atividade 1 quanto a 2 abordam as árvores filogenéticas, oportunizando o trabalho com o **pensamento computacional**. Explique que, para sua análise, é preciso pensar nas etapas a seguir: **decomposição** (encontrar o ancestral comum); **abstração** (separar as espécies analisadas); **reconhecimento de padrões** (encontrar linhagens diretamente relacionadas); e **algoritmo** (resolver a questão).

• Ao abordar a atividade 2, caso os alunos questionem por qual razão as aves estão na mesma linhagem que os dinossauros, lembre o parentesco deles. Comente que as aves evoluíram de um ramo dos dinossauros. Se eles questionarem como as aves sobreviveram e a maioria dos dinossauros não, acesse com eles o texto no *link* indicado a seguir. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/05/como-aves-da-epoca-dos-dinossauros-sobreviveram-ao-apocalipse-pos-asteroide>. Acesso em: 31 maio 2022. Após a leitura, questione os alunos sobre os fatores que podem ter permitido que algumas aves sobrevivessem à extinção em massa em relação aos dinossauros. Esta atividade permite o trabalho com o componente curricular de **Língua Portuguesa** e o desenvolvimento da **Competência geral 4**, pois utiliza fonte de informação do tipo divulgação científica.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. A imagem a seguir apresenta relação filogenética entre alguns primatas.

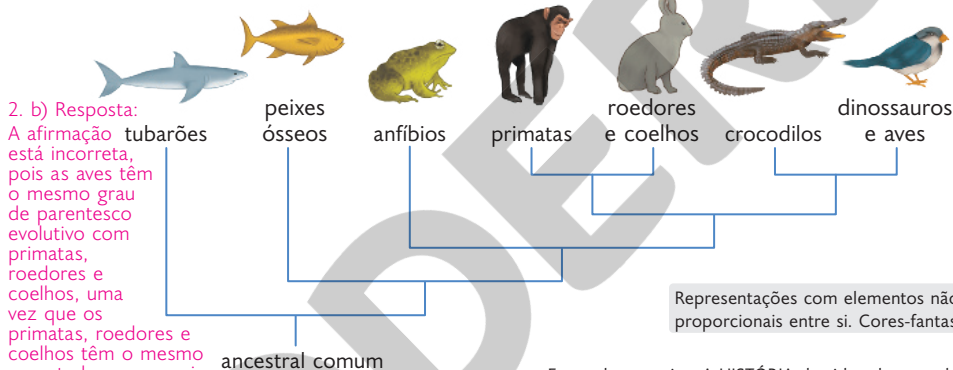


INGRIDHI BORGES/ARQUIVO DA EDITORA

Fonte de pesquisa: FUTUYMA, Douglas J. *Biologia evolutiva*. Tradução: Mario de Vivo (coord.). 2. ed. Ribeirão Preto: Funpec- RP, 2002. p. 536.

Representação da relação filogenética entre alguns primatas.

2. Analise a árvore filogenética a seguir.



2. b) Resposta: A afirmação está incorreta, pois as aves têm o mesmo grau de parentesco evolutivo com primatas, roedores e coelhos, uma vez que os primatas, roedores e coelhos têm o mesmo ancestral comum mais recente.

Representação da árvore filogenética de alguns vertebrados.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: A HISTÓRIA da vida: observando os padrões. Instituto de Biociências da USP. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evo101/IIHistory.shtml>. Acesso em: 5 maio 2022.

- a) Analisando a imagem, foi feita a seguinte afirmação: “Os primatas apresentam um ancestral comum mais próximo evolutivamente dos anfíbios do que dos roedores e coelhos”. Você concorda com a afirmação? Justifique sua resposta.
- b) Em seguida, fez-se outra afirmação: “As aves têm grau de parentesco evolutivo maior com os roedores e os coelhos do que com os primatas”. Essa afirmação está correta ou incorreta? Justifique sua resposta.
- c) De acordo com a árvore filogenética, quais são os seres vivos com parentesco evolutivo mais próximo dos primatas e com parentesco evolutivo mais distante?

2. c) Resposta: Os seres vivos que apresentam parentesco evolutivo mais próximo dos primatas são os roedores e os coelhos, e os que apresentam parentesco evolutivo mais distante são os tubarões.

**3.** A etóloga inglesa Valerie Jane Morris-Goodall (1934-) visitou a África ainda jovem, onde começou a estudar o comportamento dos primatas. Ao se aproximar de chimpanzés, ela descobriu que eles utilizavam galhos como ferramentas para auxiliar na alimentação. Até sua descoberta, acreditava-se que a capacidade de construir ferramentas era exclusiva de seres humanos.

a) Explique como a habilidade humana de construir ferramentas e modificar o ambiente se diferencia da habilidade dos chimpanzés e por que ela pode ser relacionada a problemas ambientais e sociais modernos. **3. a) Resposta nas orientações ao professor.**

b) Por que podemos afirmar que os estudos de Goodall mudaram a visão do ser humano com relação a outros primatas, como os chimpanzés, e quanto à percepção de si mesmo com relação a esses primatas? **3. b) Resposta nas orientações ao professor.**

**4.** Leia o trecho da reportagem a seguir sobre uma nova espécie de homínio encontrada na Ásia.

[...] Uma equipe liderada por cientistas chineses afirma ter encontrado os restos de uma nova espécie humana que viveu na Ásia há pelo menos 146000 anos e que seria o parente evolutivo mais próximo do *Homo sapiens*, nossa própria espécie.

Os pesquisadores o denominaram *Homo longi*, ou “homem dragão”, em referência ao nome da região do nordeste da China. [...] com traços primitivos e modernos: cabeça achatada, arcos grossos acima das sobrancelhas, boca larga e dentes muito maiores que os de qualquer pessoa atual. Mas também tinha um dos maiores crânios que se conhecem no gênero humano [...]

DOMÍNGUEZ, Nuño. Cientistas chineses apresentam o “homem dragão”, a nova espécie humana “irmã” do *Homo sapiens*. *El País*, 25 jun. 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-06-25/cientistas-chineses-apresentam-o-homem-dragao-a-nova-especie-humana-irma-do-homo-sapiens.html>. Acesso em: 13 mar. 2022.

a) Identifique uma característica do novo fóssil que o torna mais próximo do *Homo sapiens* e uma que o torna mais distante dessa espécie.

b) Por que os pesquisadores propuseram a criação de uma nova espécie para classificar o fóssil descoberto? **4. b) Resposta: Porque ele apresenta características de mais de uma espécie de homínio.**

**5.** Suponha que você encontre em um grupo de mensagens a seguinte postagem: “A evolução dos seres humanos ocorreu de modo linear. Por isso, podemos afirmar que nós descendemos dos macacos, como os chimpanzés”. Junte-se a um colega e listem argumentos para responder a essa mensagem no grupo de modo a explicar os equívocos dessa informação. **5. Resposta nas orientações ao professor.**

**4. a) Resposta:** O tamanho do crânio torna o novo fóssil mais próximo ao *Homo sapiens*. No entanto, a cabeça achatada, os arcos grossos e a boca larga o afasta da espécie *Homo sapiens*, mas o aproxima do *Homo erectus*.

127

b) Espera-se que os alunos respondam que os estudos de Goodall comprovaram que a habilidade de construir e utilizar ferramentas não é única de humanos. Ou seja, compartilhamos habilidades com chimpanzés, o que retira os seres humanos da posição de espécie superior aos demais primatas e dotada de características únicas entre os demais seres vivos.

5. A interpretação está equivocada, pois não descendemos dos macacos. Os seres humanos apresentam um ancestral comum com os demais homínios e, portanto, com os macacos. Essa interpretação é bastante difundida, mas é falseada por evidências científicas. Ela pode ser representada por uma árvore filogenética, explicando a divergência entre as espécies.

• Ao abordar a atividade **3**, comente a importância de Valerie Jane Morris-Goodall para o estudo do comportamento animal, especialmente dos primatas. Apresente aos alunos o texto no *link* indicado a seguir. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/02/quem-e-jane-goodall>. Acesso em: 17 jun. 2022.

• Caso os alunos tenham dificuldade na resolução da atividade **4**, proponha-lhes que releiam as páginas **120 a 123**. Peça a eles que escrevam no caderno as informações sobre mudanças no corpo e no crânio de uma espécie para outra. Assim, eles terão argumentos para avaliar os dados da reportagem apresentada.

• Ao trabalhar a atividade **5**, enfatize que a interpretação apresentada é incorreta. Muitas pessoas a utilizam para tentar invalidar as evidências científicas da evolução humana. Mostre aos alunos a árvore filogenética dos seres humanos, evidenciando a divergência entre o ser humano e outras espécies, de modo que eles percebam que evoluímos por caminhos diferentes, mas que podemos ter um ancestral comum.

## Respostas

**3. a) Resposta pessoal.** O ser humano produz e utiliza ferramentas mais elaboradas graças à complexidade do cérebro. Entretanto, os chimpanzés constroem ferramentas simples para auxiliar sua sobrevivência, mas que não são capazes de prejudicar o ambiente e outros seres vivos. Espera-se que os alunos relembrem que as ferramentas humanas impactam o ambiente, sendo responsáveis pela emissão de poluentes, a construção e uso de armas, uso de maquinários que destroem árvores, construção de barragens que impedem o fluxo natural da água, além de construções que impactam todos os ambientes ao seu redor, entre outros.

## Objetivos do capítulo

- Compreender o que é biodiversidade.
- Reconhecer o Brasil como um país com grande biodiversidade.
- Reconhecer as atividades antrópicas como ameaças à biodiversidade da Terra.
- Reconhecer a importância das unidades de conservação para a biodiversidade.
- Diferenciar UC de proteção integral de UC de uso sustentável.
- Conhecer alguns exemplos de tipos de unidades de conservação.
- Identificar atitudes individuais e coletivas que contribuem para a conservação ambiental.
- Compreender o que é sustentabilidade.

## Justificativas

Os conteúdos deste capítulo são importantes para que os alunos compreendam a importância da biodiversidade e da conservação do ambiente para a manutenção dela. Eles estudarão como os impactos das atividades humanas podem afetá-la, de modo a avaliar atitudes e propor soluções individuais e coletivas para soluções de problemas ambientais, desenvolvendo as habilidades **EF09CI12** e **EF09CI13**.

• A abordagem da tirinha permite um trabalho junto ao componente curricular de **Língua Portuguesa**, pois envolve o trabalho com esse gênero textual. A questão 1 permite trabalhar com a interpretação de texto e imagens. A questão 2 contribui para o desenvolvimento da argumentação e da **Competência geral 7** da BNCC ao incentivar decisões que promovam a consciência ambiental.

## CAPÍTULO

# 5 Diversidade biológica

**Questão 1.** Resposta: Espera-se que os alunos respondam que Armandinho chamou a atenção para a destruição dos ambientes naturais, causada pelos seres humanos, e para a necessidade de reduzir essa destruição e conservar esses ambientes, a fim de que as próximas gerações, que o incluem, possam usufruir e cuidar deles.



BECK, Alexandre.  
Armandinho Três.  
Florianópolis:  
A. C., 2014. p. 48.

**Questão 1.** O que Armandinho quis dizer em suas falas na tirinha?

**Questão 2.** Em sua opinião, como você pode contribuir para cuidar da natureza?

**Questão 2.** Resposta nas orientações ao professor.

O Brasil apresenta grande extensão territorial e diferentes ecossistemas, como florestas e regiões semiáridas e subtropicais. Essas características são importantes para que o Brasil apresente grande biodiversidade, a maior do planeta. Além disso, muitas espécies de seres vivos são encontradas somente em território brasileiro.

A biodiversidade atual, mesmo que ainda não completamente conhecida pelo ser humano, é resultado de cerca de 4 bilhões de anos de evolução. Durante esse tempo, os processos evolutivos, como a seleção natural, atuaram sobre as variações existentes nas populações, resultando em novas espécies.



Mundialmente, a floresta Amazônica é considerada um dos maiores biomas em extensão e com a maior biodiversidade.

Vista aérea da floresta Amazônica e dos rios Amônia e Amoninha, no município de Marechal Thaumaturgo, AC, em 2021.

128

## Resposta

**Questão 2.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos reflitam sobre o tema e seu papel como cidadãos ativos na proteção do ambiente. Os alunos podem citar pequenas atitudes individuais diárias, como não jogar resíduos no chão, separar corretamente os materiais que podem ser reciclados, reduzir o consumo de materiais

que demoram muito tempo para serem degradados na natureza, como os plásticos, e reutilizar alguns materiais. Além disso, eles podem citar ações coletivas, como incentivar o uso do transporte coletivo ou carona e cobrar dos governantes a correta aplicação das leis ambientais.



A evolução das espécies é um processo natural, assim como a extinção delas. Ao longo do tempo geológico, foram observadas várias extinções em massa que reduziram drasticamente o número de espécies de seres vivos na Terra. No entanto, esse processo está sendo acelerado pelas ações humanas. Sobre isso, leia o trecho de reportagem a seguir.

**Estamos passando pela sexta extinção em massa da biodiversidade, dizem cientistas**

*Diferente das anteriores, atual extinção é causada pela interferência humana no meio ambiente*

ESTAMOS passando pela sexta extinção em massa da biodiversidade, dizem cientistas. *Galileu*, São Paulo, 17 jan. 2022. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2022/01/estamos-passando-pela-sexta-extincao-em-massa-da-biodiversidade-dizem-cientistas.html>. Acesso em: 8 mar. 2022.

**Questão 3.** Cite atividades humanas podem causar a extinção dos seres vivos.

Como você pôde perceber no trecho de reportagem e na tirinha, a extinção acelerada dos seres vivos ameaça a biodiversidade da Terra e é resultado, principalmente, de ações humanas. Essas ações incluem desmatamento, queimadas, tráfico de animais silvestres, poluição do solo, do ar e da água, caça e pesca predatórias, introdução de espécies exóticas, entre outras atividades.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) desenvolveu um projeto para avaliar o estado de conservação de espécies descritas para a fauna brasileira. Foram avaliadas 8818 espécies de vertebrados e 3332 de invertebrados. Desse total, 1173 estão ameaçadas de extinção no Brasil e 10 são consideradas extintas. Analise o quadro a seguir.

**Glossário**

Bioma brasileiro	Espécies ameaçadas	Espécies endêmicas ameaçadas
Floresta Amazônica	180	124
Pantanal	36	2
Mata Atlântica	593	452
Caatinga	125	47
Cerrado	288	126
Pampas	78	38

Fonte de pesquisa: LIVRO Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. v. 1. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro\\_vermelho\\_2018\\_vol1.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf). Acesso em: 8 mar. 2022.

**Questão 3. Resposta pessoal.** Os alunos podem citar o desmatamento, as queimadas, a poluição do ar, do solo e dos corpos de água, o tráfico de animais silvestres, a caça e a pesca predatórias, o extrativismo predatório e a inserção de espécies exóticas em ambientes naturais.

129

- Ao abordar a questão 3, peça aos alunos que citem as atividades que podem levar à perda de biodiversidade. Liste-as na lousa. Em seguida, solicite que expliquem se esses problemas são exclusivos de um ou outro bioma e como eles impactam as populações de seres vivos. Aproveite para incentivar a argumentação e a troca de ideias entre os alunos.

- Caso os alunos questionem sobre as extinções em massa pelas quais a Terra já passou, comente que extinção é um processo natural, influenciado por diversos fatores ambientais. Diga que a sexta extinção estaria acontecendo com influência antrópica. A respeito desse assunto, acesse com os alunos o site LBEM da UFMG, no link indicado a seguir. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/especies/massex.html>. Acesso em: 27 jun. 2022. Essa abordagem permite o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e da **Competência geral 7** da BNCC, já que leva à análise das implicações socioambientais das atividades humanas. É fundamental que os alunos reflitam acerca das consequências nos ecossistemas e biomas se houver uma extinção acelerada das espécies de seres vivos.

- Após explorar o significado de espécies endêmicas, comente com os alunos que a extinção dessas espécies em determinado bioma é muito preocupante porque, se as espécies ocorrem apenas nesse local, representam a extinção do ambiente de modo geral, pois a espécie não será encontrada em outro lugar.

- Ao trabalhar o quadro referente ao estado de conservação das espécies, comente com os alunos que algumas delas podem ser encontradas em mais de um bioma.

• O trabalho com as unidades de conservação permite a abordagem da habilidade **EF09CI12** da BNCC, pois possibilita conhecer a importância delas, bem como seu papel para as comunidades tradicionais e a biodiversidade. Explique aos alunos que, entre as atribuições das UC está proteger e recuperar ecossistemas degradados e seus recursos hídricos e promover a educação ambiental.

• Explique que a Lei nº 9.985 foi sancionada em 2000 e que, entre outras providências, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Leia alguns trechos dessa lei com os alunos a fim de que eles conheçam melhor os objetivos da criação das unidades de conservação e dessa lei em específico. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 27 jun. 2022.

## Unidades de conservação

Questão 4. Resposta: Ao proteger os ambientes naturais, as unidades de conservação evitam a degradação do hábitat dos seres vivos, garantindo recursos naturais e condições ambientais adequadas para a conservação das espécies de seres vivos no ambiente.

Leia o trecho de reportagem a seguir.

### Governo cria cinco Unidades de Conservação

[...]

“O ano de 2018 já pode ser considerado histórico para o ICMBio com a criação dessas unidades. Somente com as três Resex, vamos beneficiar mais de 13 mil famílias que vivem nesses locais de pesca artesanal, além da preservação de toda a biodiversidade destas áreas”, comemora o presidente do ICMBio [...]. Segundo ele, as três Resex, que somam mais de 400 mil hectares, protegem uma grande biodiversidade como peixes, tartarugas, espécies marinhas, aves ameaçadas, aves migratórias, área de ninhaias, área de lagos e importantes manguezais.

[...]

GOVERNO cria cinco unidades de conservação. *ICMBio/MMA*, 6 abr. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/governo-cria-cinco-unidades-de-conservacao>. Acesso em: 8 mar. 2022.

**Hectare:** unidade de medida (ha) para superfícies agrárias, que correspondente a 10000 m<sup>2</sup>.

**Questão 4.** Qual é a importância das unidades de conservação para a biodiversidade?

**Questão 5.** O texto cita que famílias serão beneficiadas com a criação das unidades de conservação. Explique como ocorre esse benefício.

A destruição dos habitats é uma das principais causas de extinção das espécies de seres vivos. Essa destruição altera as condições do ambiente, consideradas adequadas às espécies de seres vivos locais. Além disso, a destruição dos habitats leva à eliminação de abrigos e de fontes de alimentos, por exemplo, prejudicando a sobrevivência das espécies e, conseqüentemente, reduzindo a biodiversidade.

A perda da biodiversidade também pode prejudicar as populações humanas, principalmente aquelas que dependem diretamente de recursos da natureza, como as comunidades pesqueiras, indígenas e extrativistas.

Nesse cenário, as unidades de conservação (UCs) desempenham um papel essencial na proteção das áreas naturais e da biodiversidade. Elas são áreas do território nacional e seus recursos ambientais, como fauna, flora, solo, corpos de água e ar, com características naturais consideradas relevantes e que são protegidas por lei.

Entre os objetivos das unidades de conservação estão contribuir para a manutenção da biodiversidade, promover o desenvolvimento sustentável, garantir recursos naturais para a subsistência de famílias brasileiras, associar desenvolvimento e conservação do ambiente e proteger o patrimônio natural do país.

Questão 5. Resposta: Espera-se que os alunos comentem que, ao proteger a biodiversidade, as unidades de conservação preservam os recursos naturais utilizados por essas famílias, como aquelas que dependem da pesca e do extrativismo para subsistência e como fonte de renda.

130

• Peça aos alunos que leiam as resposta da questão 4, incentivando-os a socializá-las. É importante que os alunos reconheçam o papel das UC na conservação da biodiversidade.

• Ao abordar a questão 5, questione se os alunos já conheceram pessoas que vivem em uma unidade de conservação e como é seu modo de vida. Esta atividade auxilia no reconhecimento da importância das UC e incen-

tiva a argumentação em favor delas, contribuindo para o desenvolvimento da **Competência geral 7** da BNCC.

• Relembre com os alunos o conceito de hábitat, que é o local em que uma população de certa espécie vive. Comente que a destruição do hábitat afeta diversas espécies de seres vivos e pode influenciar em outros biomas. Um exemplo disso é a influência que a flores-

ta Amazônica tem na ocorrência das chuvas em regiões distantes, tais como o Sul e Sudeste do Brasil, por causa dos rios voadores. Explique que a destruição de um bioma afeta outros e, por isso, conservar os biomas e a biodiversidade deve ser papel de cada cidadão. Aproveite para aprimorar a consciência socioambiental por meio da **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e a **Competência geral 7** da BNCC.

As unidades de conservação podem ser divididas em dois grupos principais.

#### Unidades de Proteção Integral

O objetivo dessas unidades é a preservação dos ambientes naturais. A ocupação humana nesses locais é proibida e é permitido apenas o uso indireto dos recursos dessas áreas, como para pesquisas científicas.

#### Unidades de Uso Sustentável

O objetivo dessas unidades é associar a conservação dos ambientes naturais ao uso sustentável de seus recursos. Nessas unidades, é permitida a ocupação humana.

A seguir, vamos conhecer algumas categorias de unidades de conservação de cada um desses grupos.

## Unidades de Proteção Integral

As Unidades de Proteção Integral incluem as categorias citadas a seguir.

- Estação Ecológica (Esec).
- Reserva Biológica (Rebio).
- Parque Nacional (Parna).
- Monumento Natural (Monat).
- Refúgio de Vida Silvestre (RVS).

De maneira geral, as Unidades de Proteção Integral visam à proteção da biodiversidade, permitindo a realização de pesquisas científicas e a visitação do público para fins educacionais. Além disso, as intervenções humanas são permitidas apenas para fins de recuperação e manejo das áreas.

As **Estações Ecológicas** e as **Reservas Biológicas** são Unidades de Proteção Integral em que a interferência humana é mínima. Nessas áreas, é possível desenvolver pesquisas científicas. No entanto, para isso, é necessária a autorização da administração da unidade.

A Estação Ecológica Taiamã está localizada no estado do Mato Grosso e ajuda a proteger parte da biodiversidade do Pantanal. Nessa estação ecológica são encontradas várias espécies ameaçadas de extinção, como a onça-pintada, a ariranha e o cervo-do-pantanal. Além disso, há um predomínio de aves e peixes, como o pintado, o dourado e o jaú.



Estação Ecológica do Taiamã, no município de Cáceres, MT, em 2015.

ANDRÉ DIBPULSAR IMAGENS

131

• A abordagem deste tema permite o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, além de desenvolver a **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e a **Competência geral 7** da BNCC, valorizando o trabalho com questões socioambientais.

### Um texto a mais

• As unidades de proteção integral visam a preservação dos recursos naturais, enquanto as unidades de uso sustentável objetivam conservar e ainda promover a sustentabilidade. Explique aos alunos que preservação e conservação são conceitos que, muitas vezes, são tratados como sinônimos, mas não são. Eles se referem a duas correntes: a preservacionista e a conservacionista. Sobre esse assunto, leia o trecho do texto a seguir.

[...]

Para Diegues (2008), o preservacionismo também conhecido como ecologia profunda ou *deep ecology*, tem sua essência na conservação dos recursos naturais [...]

[...] É com base na visão desse estudioso que nasce na década de 1970 a corrente preservacionista. Diegues (2008) denomina os seus defensores de preservacionistas puros, pois a principal preocupação é a proteção integral de áreas intocadas [...]

A segunda corrente, denominada de conservacionista ou *shallow ecology*, é defendida pelos reformistas modernos. Diegues (2008) considera esta corrente como aquela que encontra uma sintonia entre homem e natureza, ou seja, o movimento prega a racionalização no uso dos recursos naturais, prevenindo-se contra os desperdícios e propondo a democratização na utilização da natureza. [...]

[...] Segundo Diegues, esse conservacionista baseava sua tese em três princípios. [...] o uso dos recursos naturais pelas gerações presentes; a prevenção de desperdícios; e o uso dos recursos naturais para benefício da maioria dos cidadãos. (DIEGUES, 2008, p. 28). [...]

BRITO, Bárbara Lis Rabelo; BRITO, Dagunete Maria Chaves; SOUZA, Ester Almeida de. Pressupostos teóricos de proteção da natureza. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, n. 7, 2015.



• Se julgar conveniente, ao abordar o Parque Nacional Serra da Capivara, comente com os alunos que há pinturas em rochas feitas por grupos pré-históricos que compõem a arte rupestre. Explique aos alunos que esse parque se localiza no estado do Piauí, no bioma Caatinga. Nessa área, existem 400 sítios arqueológicos com pinturas rupestres de valor estético e histórico.

### Atividade a mais

• Na região Nordeste, há mais sítios arqueológicos. Para que os alunos possam conhecer melhor as pesquisas realizadas no Nordeste brasileiro, acesse com eles o site da *Summa Arqueológica da Plataforma Capivara de Gerenciamento de informações arqueológicas*. Disponível em: <http://fumdam.no-ip.org:8080/PlataformaCapivaraBeta/summa/summa.xhtml>. Acesso em: 27 jun. 2022. É possível explorar os sítios arqueológicos em um mapa interativo. Há também imagens de algumas pinturas rupestres e os tipos de vestígios humanos encontrados. Essa abordagem permite uma exploração cartográfica da região, possibilitando uma conexão com o componente curricular de **Geografia**.

• Depois, peça aos alunos que elaborem uma história em quadrinhos com personagens arqueólogos que exploram sítios arqueológicos em uma aventura pelo Nordeste brasileiro. Esta atividade permite o trabalho com os componentes curriculares de **História**, de **Língua Portuguesa** e de **Arte**, além de abordar o tema contemporâneo transversal **Trabalho**, ao valorizar o papel do arqueólogo na busca de evidências históricas e culturais da humanidade. Também possibilita trabalhar com **culturas juvenis** na abordagem da HQ, um recurso que se comunica bem com essa faixa etária e também oportuniza o desenvolvimento da **Competência geral 3** da BNCC, ao expandir o senso estético, com um trabalho artístico-cultural. Elabore uma exposição dos trabalhos dos alunos.

A Reserva Biológica Atol das Rocas é uma unidade de conservação marinha que pertence ao estado do Rio Grande do Norte.

Nessa reserva são encontradas espécies de lagostas, caranguejos, corais, peixes (como o tubarão-lixia e o tubarão-limão) e animais ameaçados de extinção (como a tartaruga-de-pente e a tartaruga-verde). Além disso, a área abriga aves, como os trinta-réis, os atobás e as viuvinhas.



JONNE ROZIZ/ISTOCK/CONTEÚDO

Reserva Biológica Atol das Rocas, no estado do Rio Grande do Norte, em 2012.

Os **Parques Nacionais** são áreas de beleza cênica, abertas à visitação pública. Nelas, é permitido o desenvolvimento de atividades educacionais e de turismo ecológico. Quando as unidades dessa categoria são criadas pelos municípios e estados, recebem o nome de **Parques Municipais** e **Parques Estaduais**, respectivamente.

O Parque Nacional Serra da Capivara está localizado no estado do Piauí. Nele, são encontrados sítios arqueológicos com pinturas rupestres.

### Glossário

Além disso, essa unidade de conservação ajuda a proteger parte da diversidade biológica do bioma Caatinga, abrigando espécies vegetais, como cactos e bromélias, e animais, como tatu-bola, veado-catingueiro, tamanduás, algumas espécies de serpentes e cutias.

SE JOGA NO MATO/SHUTTERSTOCK



Vista aérea do Parque Nacional Serra da Capivara, no município de São Raimundo Nonato, PI, em 2019.



Pintura rupestre no Parque Nacional Serra da Capivara, PI, em 2019.

DANIELLA CRONBERGER/SHUTTERSTOCK - PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PI  
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

### Sugestões complementares

Acesse a lista de museus no site da *Sociedade Brasileira de Paleontologia* e descubra o museu de Paleontologia mais próximo de onde você vive. Nessa lista também estão indicados outros tipos de museus.

*Sociedade Brasileira de Paleontologia*. Disponível em: <https://sbpbrasil.org/museus/>. Acesso em: 5 maio 2022.

Os **Monumentos Naturais** são áreas destinadas à proteção e à preservação de ambientes naturais com características únicas de beleza cênica. Essas áreas podem ser públicas ou particulares.

O Monumento Natural Atalaia é uma área com dunas, restingas, manguezais, lagos e praias, localizado no estado do Pará.

Essa área sofreu intensa degradação em razão da ocupação do ser humano e das atividades turísticas desenvolvidas no local. A vegetação inclui diferentes espécies de mangue, como o mangue-vermelho, o mangue-amarelo e o mangue-preto. Essas áreas são importantes locais de reprodução de crustáceos, moluscos e peixes.



Monumento Natural Atalaia, no município de Salinópolis, PA, em 2013.

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

O principal objetivo das unidades de conservação do tipo **Refúgio de Vida Silvestre** é garantir condições para as espécies da flora e da fauna, locais ou migratórias, viverem e se reproduzirem. Esse tipo de unidade de conservação pode incluir áreas particulares, desde que o uso da área pelo proprietário não interfira nos objetivos da unidade.

O Refúgio de Vida Silvestre Ilha dos Lobos está localizado no estado do Rio Grande do Sul.

Nessa área são encontradas principalmente espécies animais, como o lobo-marinho-do-sul e o leão-marinho-do-sul, que utilizam a ilha para descansar e se alimentar. Além desses mamíferos, a ilha abriga aves marinhas, como o trinta-réis-real, o trinta-réis-de-bico-vermelho e o trinta-réis-de-bico-amarelo.

Leão-marinho-do-sul (*Otaria flavescens*) na Ilha dos Lobos, no município de Torres, RS, em 2019.



PEDRO PERSINOTTI/PULSAR IMAGENS

**Questão 6.** Você já visitou alguma das categorias de unidade de conservação de Proteção Integral abordadas neste capítulo? Conte aos colegas.

Questão 6. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é aproximar o conteúdo trabalhado da vivência dos alunos e incentivar o compartilhamento dessas vivências entre eles.

133

## Um texto a mais

- Ao abordar a questão 6, caso algum aluno nunca tenha visitado nenhuma dessas categorias, incentive-o a compartilhar qual gostaria de visitar e por qual motivo.
- A visita a espaços não formais é fundamental no processo de aprendizagem. Trata-se de uma alternativa fora da sala de aula e da aula tradicional. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

[...] Desse modo, outros espaços têm assumido a responsabilidade de educar cientificamente a população, assim, além da escola, que é considerada como espaço formal de educação, surgem outros contextos como: museus e centros de ciências, planetários, museus de história natural, zoológicos, jardins botânicos, parques nacionais e outros que têm sido chamados de espaços não formais, e os meios como a internet, revistas especializadas, televisão e outros chamados de espaços informais de educação científica (CAZZELI, 2005). [...]

Portanto, podemos dizer que a educação não-formal é qualquer processo educacional organizado ou não, com objetivos definidos que ocorre fora do sistema formal, mantendo uma flexibilidade com relação ao tempo, aos objetivos e conteúdos da aprendizagem. Isso não quer dizer que não exista certo grau de formalidade, mas esta é diferente daquela que se apresenta na escola (PIVELLI, 2006). [...]

ROCHA, Sônia C. B.; TERÁN, Augusto F. O uso de espaços não-formais como estratégia para o Ensino de Ciências. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGECA, 2010. p. 38-42. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/280734904\\_O\\_uso\\_de\\_espacos\\_nao-formais\\_como\\_estrategia\\_para\\_o\\_Ensino\\_de\\_Ciencias](https://www.researchgate.net/publication/280734904_O_uso_de_espacos_nao-formais_como_estrategia_para_o_Ensino_de_Ciencias). Acesso em: 27 jun. 2022.

## Atividade a mais

- Caso exista alguma unidade de conservação na região da escola, verifique se é possível agendar uma visita a essa unidade junto aos alunos. Para tanto, solicite ajuda da escola, a fim de providenciar transporte, bem como a autorização dos responsáveis. Verifique com antecedência se o parque apresenta alguma atividade específica voltada para grupos escolares, tais como visita guiada e palestras. Se possível, agende com a unidade.



## Algo a mais

• Caso os alunos questionem o entorno da Área de Relevante Interesse Ecológico Mata de Santa Genebra, visível na foto, comente que essa área está localizada onde no passado foi uma fazenda produtora de café. Assim, trata-se de um remanescente de Mata Atlântica. Trata-se de uma área de pesquisa e conservação que permite a visitação das pessoas. Questione os alunos sobre a importância de haver espaços de pesquisa abertos à visitação pública. Os alunos podem constatar que esses espaços contribuem para a educação ambiental, já que permitem que o público tenha contato com fragmentos do ambiente. Se houver áreas naturais abertas à visitação pública, incentive os alunos a irem com seus responsáveis, desenvolvendo o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** e noções de conservação ambiental. Sobre esse assunto, leia o artigo indicado a seguir.

CAMPOS, Renata F.; VASCONCELOS, Fernanda C. W.; FÉLIX, Lilian A. G. A Importância da Caracterização dos Visitantes nas Ações de Ecoturismo e Educação Ambiental do Parque Nacional da Serra do Cipó/MG. *Turismo em análise*, v. 22, n. 2, ago. 2011. Disponível em: <https://terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/a-importancia-da-caracterizacao-dos-visitantes-nas-acoes-de-ecoturismo-e-educacao-ambiental-do-parque-nacional-da-serra-do-cipo-mg.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

## Unidades de Uso Sustentável

As Unidades de Uso Sustentável incluem as categorias citadas a seguir.

- Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie).
- Reserva Extrativista (Resex).
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).
- Reserva de Fauna (REF).
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).
- Floresta Nacional (Flona).
- Área de Proteção Ambiental (APA).

De maneira geral, as Unidades de Uso Sustentável visam à conservação da biodiversidade em conjunto com as populações tradicionais, que realizam atividades sustentáveis nessas áreas.

As **Áreas de Proteção Ambiental** geralmente são extensas. As normas e restrições para a ocupação humana e o uso da área são determinadas pelo órgão gestor ou pelo proprietário, no caso de a área ser privada.

A Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado está localizada no estado do Tocantins. Nela, são encontradas várias cachoeiras, ribeirões e córregos de águas cristalinas. Sua criação contribuiu para a conservação da fauna, da flora e dos recursos hídricos disponíveis na região.

Vista aérea da Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado, TO, em 2016.



RICARDO AZOURY/PULSAR IMAGENS  
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

As **Áreas de Relevante Interesse Ecológico** são geralmente pouco extensas, e a ocupação humana é reduzida ou ausente. Elas apresentam características ambientais consideradas únicas, como a presença de espécies raras da flora e da fauna.

A Área de Relevante Interesse Ecológico Mata de Santa Genebra, no estado de São Paulo, encontra-se no bioma Mata Atlântica. Essa região foi intensamente devastada pelo ser humano no passado. Atualmente, apresenta mais de 120 mil metros quadrados de área em processo de restauração florestal e é o refúgio de diversas espécies animais, como o bugio e o macaco-prego.

Vista aérea da Área de Relevante Interesse Ecológico Mata de Santa Genebra, no município de Campinas, SP, em 2014.



JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS



As **Reservas Extrativistas** podem ser florestais ou marinhas e são áreas públicas nas quais é permitida a exploração sustentável dos recursos naturais por **povos tradicionais**. **Glossário**

Além do extrativismo, as famílias que vivem nessas reservas podem criar animais de pequeno porte e praticar a agricultura de subsistência. A caça e a exploração mineral são proibidas. Já a exploração de madeira é permitida apenas de modo sustentável e em casos específicos.

Além de auxiliar na conservação da biodiversidade, as reservas extrativistas visam garantir os meios de subsistência das famílias que nelas vivem, bem como valorizar sua cultura e suas tradições.

Nas **Reservas Extrativistas Florestais** são permitidas atividades como o extrativismo vegetal de partes de plantas, por exemplo, frutos, sementes e folhas.

A Reserva Extrativista Florestal Tapajós-Arapiuns situa-se no bioma floresta Amazônica.

Nessa reserva são desenvolvidos projetos de educação ambiental e extrativismo sustentável de recursos naturais, como castanha, látex e açai.

Morador da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns segurando cachos com frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea*), no município de Santarém, PA, em 2017.



CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS

Nas **Reservas Extrativistas Marinhas** são permitidas a pesca e a coleta de seres vivos marinhos ou pertencentes às áreas de mangue, como peixes, moluscos e crustáceos.

A Reserva Extrativista Marinha de Cururupu está localizada no Maranhão e é considerada essencial para a manutenção da vida marinha e costeira. Essa reserva abriga diversas espécies de peixes, crustáceos, moluscos, mamíferos marinhos e aves, sendo rota migratória de muitas dessas aves.

Pescador navegando em canal próximo a manguezal na Reserva Extrativista Marinha de Cururupu, no município de Apicum-Açu, MA, em 2019.



ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

- Ressalte para os alunos que todas as atividades realizadas nas Reservas florestais e nas marinhas devem ocorrer de forma responsável, para não prejudicar os seres vivos do local. Por isso, essas atividades são regulamentadas e fiscalizadas pelos órgãos ambientais. Além disso, todas as unidades de conservação devem ser reconhecidas por um documento oficial, ter um plano de manejo (no qual elas são caracterizadas e seus possíveis usos são listados), um conselho gestor, o qual tem por objetivo auxiliar na gestão, bem como na integração da unidade de conservação às populações do seu entorno.

- O estudo sobre as unidades de conservação de uso sustentável é uma oportunidade para trabalhar com o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**.

- A abordagem referente aos povos tradicionais e seus conhecimentos favorece o desenvolvimento da **Competência geral 6** da BNCC, pois valoriza a diversidade de saberes e vivências culturais de diferentes povos, enfatizando sua importância na conservação dos ambientes naturais e da biodiversidade.

### Atividade a mais

- Solicite aos alunos que façam uma pesquisa com a comunidade escolar a respeito do conhecimento dessas pessoas sobre as unidades de conservação locais ou estaduais. Peça-lhes que averiguem se as unidades de conservação são conhecidas, o que a comunidade sabe a respeito delas e se as pessoas entrevistadas conseguem compreender a relevância de tais unidades.

- Solicite aos alunos que, em grupos, produzam *podcasts* divulgando as unidades de conservação. Requisite que caracterizem as unidades, bem como ressaltem a importância desses locais. Oriente-os a compartilhar os *podcasts* com a comunidade escolar por meio de aplicativos de compartilhamento de áudio e música, além das redes sociais. Esta atividade permite o desenvolvimento da

**Competência geral 5** da BNCC e o trabalho com **culturas juvenis**, pelo uso das tecnologias de informação. Além disso, oportuniza a abordagem do tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** e com a **Competência específica de Ciências da Natureza 4**, propiciando o envolvimento com as questões socioambientais e a conscientização da população.

- Aborde o mapa desta página com os alunos. Verifique se eles sabem quais estados brasileiros o bioma Amazônia abrange. Pergunte em que estados são mostradas unidades de conservação. Existem várias etnias indígenas nesses territórios, como os indígenas Tupinambá que habitam a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, em Santarém, no estado do Pará. Questione sobre a importância de haver unidades de conservação e terras indígenas regulamentadas. Averigue se os alunos percebem que ambos podem ajudar a proteger os recursos naturais e a multiculturalidade brasileira.

- Se considerar interessante, acesse com os alunos o mapa no link indicado a seguir. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/mapa>. Acesso em: 27 jun. 2022. Nesse site, possível acrescentar filtros e localizar diferentes biomas e as unidades de conservação presentes no Brasil. Aproveite para trabalhar junto com o componente curricular de **Geografia**, no que diz respeito à cartografia e à distribuição da população indígena no país.

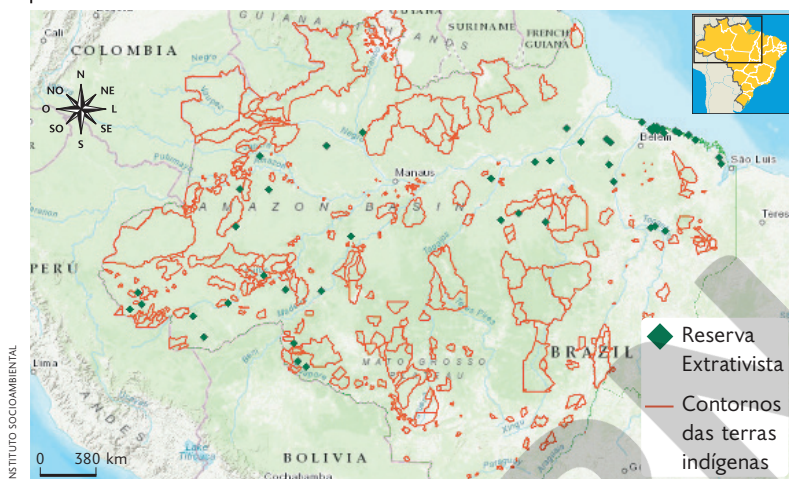
- Nesta coleção, utilizamos o termo **índigena** em vez de **índio** para se referir aos povos tradicionais e ao grupo social. Criado pelos colonizadores, **índio** não representa a pluralidade dos povos indígenas. Além disso, atualmente, tal uso tem sido contestado pela própria população indígena e por historiadores, que entendem que isso gera interpretações errôneas sobre esse grupo social. Contudo, a palavra aparece no texto citado de terceiros desta página. Por isso, ao abordar esse texto, comente com os alunos sobre a importância de abolirmos o uso desse termo e utilizarmos, em todos os casos, **índigena**.

- Esse assunto trabalha os temas contemporâneos transversais **Diversidade cultural e Educação para a valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras**. Referente a isso, leia o estudo sobre etnias e línguas indígenas indicado a seguir.

FELLET, João. *305 etnias e 274 línguas: estudo revela riqueza cultural entre índios no Brasil*. *G1*, 4 jul. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2016/07/305-etnias-e-274-linguas-estudo-revela-riqueza-cultural-entre-indios-no-brasil.html>. Acesso em: 27 jun. 2022.

Analise o mapa a seguir.

### Reservas Extrativistas Federais na floresta Amazônica e terras indígenas nesse bioma



Fonte de pesquisa: UNIDADES de Conservação do Brasil. *Instituto Socioambiental*. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/mapa>. Acesso em: 16 abr. 2022.

Analisando o mapa, note que algumas das Reservas Extrativistas presentes nesse bioma localizam-se em terras indígenas ou próximo a elas. Sobre as terras indígenas leia o trecho da Constituição Federal a seguir.

[...]

Art. 231. [...]

§ 1º São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

§ 2º As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.

§ 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.

[...]

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. 5 out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 5 maio 2022.

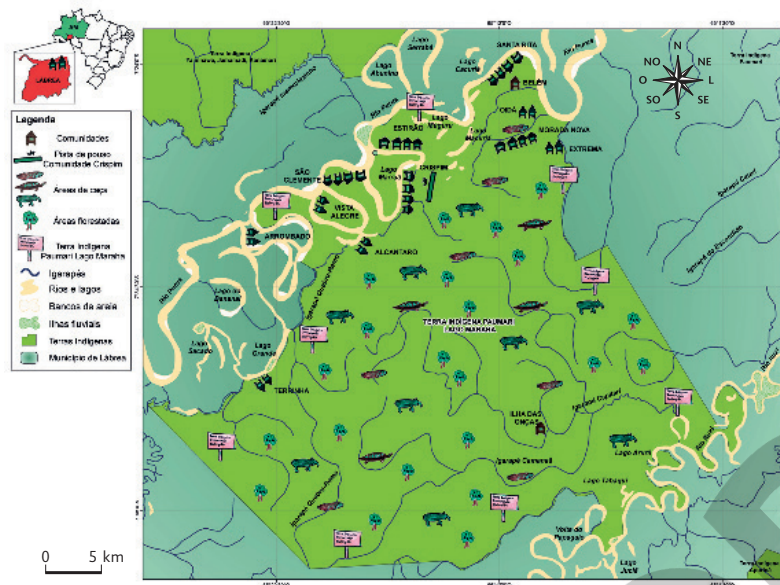


**Questão 7.** Com base nas informações apresentadas no trecho da Constituição Federal, por que podemos afirmar que a existência de terras indígenas demarcadas auxilia na conservação da biodiversidade? *Questão 7. Resposta nas orientações ao professor.*

Como você pôde perceber, a Constituição Federal defende que apenas os povos tradicionais que ocupam as terras indígenas podem utilizar seus recursos naturais. Além disso, esse uso deve ser sustentável. Assim, garante-se a conservação dos ambientes naturais e de seus componentes e, conseqüentemente, da cultura do povo.

Analise a seguir um mapa da terra indígena Paumari do Lago Marahã, no estado do Amazonas, produzido pelos próprios moradores da área.

### Terra indígena Paumari do Lago Marahã - Amazonas



Fonte de pesquisa: 13 – MAPA – Terra Indígena Paumari do Lago Marahã – Lábrea (AM). *Nova cartografia social da Amazônia*, 19 dez. 2018. Disponível em: <http://novacartografiassocia.com.br/download/13-mapa-terra-indigena-paumari-do-lago-maraha-labrea-am/>. Acesso em: 5 maio 2022.

**Questão 8.** Analisando o mapa, o que é possível perceber a respeito do povo que ocupa a terra indígena representada? *Questão 8. Resposta nas orientações ao professor.*

As **Reservas de Fauna** são áreas onde há predomínio de espécies nativas de animais terrestres e aquáticos, residentes ou migratórios. Por isso, essas reservas são destinadas à conservação da fauna. Nelas, a caça é proibida, mas é possível desenvolver pesquisas e visitação pública.

Nas **Reservas de Desenvolvimento Sustentável** é permitida a exploração dos componentes do ecossistema pelos povos tradicionais que vivem na área, desde que realizada de maneira sustentável. Além disso, é permitida a substituição de parte da cobertura vegetal por espécies cultiváveis.

• A questão 7 aborda a **leitura inferencial**, já que os alunos precisam interpretar alguns termos para compreender a legislação. Ela também contribui para desenvolver a **Competência geral 7** da BNCC ao fornecer instrumentos para a argumentação baseada em fontes sobre aspectos socioambientais.

• O mapa Terra indígena Paumari do Lago Marahã traz muitas informações e pode ser bastante explorado. Comece pelo título, pedindo aos alunos que localizem o estado em que ela se encontra no mapa anterior. Oriente-os a pesquisar brevemente a respeito do povo Paumari.

Aproveite para fazer um trabalho conjunto com o componente curricular de **Geografia** no trabalho com a **etn-cartografia**, na interpretação do mapa. Isso ajudará os alunos a responder à questão 8. Analise o mapa com eles, observando os diferentes usos do território. Solicite-lhes que leiam a legenda e indiquem se há algum termo que desconhecem. Este trabalho permite conhecer e apreciar aspectos da cultura indígena, abordando o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural** e contribuindo para o desenvolvimento da **Competência geral 9** da BNCC, pelo exercício do respeito à diversidade.

## Respostas

**Questão 7.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos interpretem o trecho da Constituição e estabeleçam relações com a conservação da biodiversidade. Espera-se que os alunos citem que, nas terras indígenas, somente seus moradores tradicionais podem viver, e as atividades que eles podem executar são específicas, como aquelas necessárias ao bem-estar e à manutenção dos costumes. Além

disso, somente os indígenas podem usufruir das riquezas naturais existentes nessas áreas. Essas regras controlam a exploração dessa terra e garantem que ela seja utilizada de modo sustentável, em benefício da conservação dos habitats e, conseqüentemente, da biodiversidade.

**Questão 8.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos analisem e interpretem o mapa. Eles podem comentar que, por meio

da análise do mapa, é possível depreender que os indígenas têm grande conhecimento de seu território e são capazes de representar os locais e as atividades realizadas em toda a área. É possível conhecer um pouco da sua cultura, reconhecendo, por exemplo, que eles praticam a caça. Além disso, eles se organizam em diferentes comunidades, concentradas na porção superior do território.



• O trabalho com as unidades de conservação, sua importância para a manutenção da biodiversidade e para as comunidades tradicionais permite incentivar os alunos a reconhecer sua **responsabilidade** em relação ao ambiente, exercendo sua cidadania ao proteger os ecossistemas e biomas, o que permite o desenvolvimento da **Competência geral 10**. Peça-lhes que reflitam sobre quais atitudes colaboram para a manutenção da qualidade ambiental e quais não favorecem o ambiente. Faça um quadro na lousa e anote as atitudes citadas. Promova uma discussão a respeito delas, incentivando a reflexão sobre atitudes que precisam ser melhoradas ou modificadas para a conservação do ambiente.

### Atividade a mais

• Divida os alunos em duplas e leve-os ao laboratório de informática. Oriente-os a realizar uma pesquisa em *sites* de notícias. Solicite-lhes que encontrem notícias que abordem as ameaças atuais às unidades de conservação.

• Em seguida, na sala de aula, promova uma leitura coletiva das reportagens. Peça-lhes que listem os problemas mais encontrados e digam porque representam ameaças às unidades de conservação. Questione-os sobre como a redução de terras indígenas pode afetar os objetivos da UC. Averigue se os alunos percebem que as comunidades indígenas ajudam a proteger os biomas, não só pela presença nesses locais, mas também pelo seu modo de vida, que objetiva retirar os recursos naturais sem esgotá-los, vivendo de maneira sustentável. Essa abordagem permite o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, a **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e a **Competência geral 7** da BNCC, pois possibilita uma conscientização acerca das questões socioambientais, além de aprimorar a leitura e a argumentação.

As **Florestas Nacionais** são áreas com cobertura florestal e que apresentam diversidade de espécies nativas. Nesse tipo de unidade de conservação é permitida apenas a ocupação por povos tradicionais, que habitavam a região antes da criação da unidade. As pesquisas nessas áreas são incentivadas, e a visitação pública é permitida.

A Floresta Nacional do Tapajós está localizada no estado do Pará. Suas praias de água doce, rios e árvores de grande porte atraem muitos turistas. Essa unidade de conservação é abrigo de comunidades tradicionais, como as indígenas, que têm a extração do látex como uma das principais fontes de renda.

Vista aérea da comunidade Maguari na Floresta Nacional do Tapajós, no município de Belterra, PA, em 2019.



As **Reservas Particulares do Patrimônio Natural** são áreas privadas destinadas à conservação da biodiversidade. Nessas áreas, são permitidas a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional.

### Sugestões complementares

Acesse o *site Unidades de Conservação existentes no Brasil* e conheça mais sobre as UCs existentes no Brasil e no estado onde você vive.

*Unidades de Conservação existentes no Brasil*. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br>. Acesso em: 5 maio 2022.

Como você pôde perceber ao longo do estudo deste capítulo, as unidades de conservação colaboram para a manutenção da biodiversidade de diferentes maneiras, como por meio da preservação direta dos habitats, do controle de atividades realizadas nessas áreas e do incentivo à atuação sustentável.

A **responsabilidade** é uma competência que leva o indivíduo a assumir as consequências de seus atos, os quais podem afetar outras pessoas ao seu redor. Assim, é preciso ter em mente que nossas atitudes diárias em relação à conservação do meio ambiente não refletem apenas em nós, mas também nos demais indivíduos, incluindo as gerações futuras. Cuidar do ambiente é um ato de amor próprio e ao próximo.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

### 1. Analise as frases a seguir sobre as unidades de conservação.

1. Resposta: Alternativa d.

- I. As Estações Ecológicas e as Áreas de Relevante Interesse Ecológico podem ser classificadas como Unidades de Proteção Integral.
- II. Os Refúgios de Vida Silvestre são áreas que garantem boas condições para espécies da flora e da fauna, locais ou migratórias, viverem e se reproduzirem. Um exemplo desse tipo de unidade de conservação é o Atol das Rocas, localizado no estado do Rio Grande do Norte.
- III. Nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável é permitida a exploração dos componentes do ecossistema pelas comunidades tradicionais que vivem na área, desde que realizada de maneira sustentável.

Agora, identifique a alternativa correta.

- a) Todas as frases estão corretas.
- b) Apenas as frases I e II estão corretas.
- c) Apenas as frases I e III estão corretas.
- d) Apenas a frase III está correta.

### 2. Leia o texto a seguir.

O Monumento Natural das Ilhas Cagarras, no estado do Rio de Janeiro, localiza-se próximo à praia de Ipanema. Por esse motivo, sofreu intensa interferência humana, por meio das atividades turísticas e da pesca predatória.

Essa unidade de conservação apresenta elevada diversidade biológica, inclusive de espécies endêmicas. Além disso, é um importante local de refúgio para as aves migratórias e onde muitas delas se reproduzem, além de representar um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica em ilhas.

- a) Analisando as informações apresentadas, essa unidade de conservação é do tipo Proteção Integral ou de Uso Sustentável?
- b) Quais são as principais características das unidades de conservação do tipo Monumento Natural?

2. a) Resposta: O Monumento Natural das Ilhas Cagarras é um exemplo de unidade de conservação do tipo Proteção Integral.

2. b) Resposta: Espera-se que os alunos citem que, assim como outras unidades de conservação, as do tipo Monumento Natural visam conservar a biodiversidade. Além disso, elas buscam proteger os ambientes naturais com características únicas de beleza cênica, podendo ser públicas ou privadas.



Vista aérea do Monumento Natural das Ilhas Cagarras, RJ, em 2021.

BERNARD BARROSO/ALAMY/FOTOBENA

• Na resolução da atividade 1, retome os tipos de unidades de conservação. Relembre que as Áreas de Relevante Interesse Ecológico são unidades de Uso Sustentável, e não unidades de proteção integral. Diga que o Atol das Rocas é uma Reserva Biológica, lugar em que a interferência humana é mínima.

• Ao abordar a atividade 2, caso os alunos tenham dificuldade em respondê-la, solicite-lhes que retomem o tópico **Unidade de conservação** e façam um quadro no caderno, completando-o com as características de cada tipo de unidade de conservação.

### Algo a mais

• Caso considere conveniente, no link indicado a seguir, escute, junto com os alunos, o programa da Web Rádio, da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, sobre as Ilhas Cagarras. Disponível em: <http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/audios/10220-ilhas-cagarras-2>. Acesso em: 28 jul. 2022.

- Na atividade 3, oriente os alunos a conversar com um colega a respeito do assunto. Após a discussão, peça-lhes que, individualmente, elaborem uma conclusão sobre o tema e escrevam-na em seu caderno.
- A atividade 4 oferece a oportunidade de expressão de ideias por meio de diferentes linguagens, contribuindo para desenvolver a **Competência geral 4**. Os alunos também podem produzir materiais de divulgação digitais com *hashtags*. Além de contribuir para o desenvolvimento da **Competência geral 5**, essa abordagem aproxima-se das **culturas juvenis**.

## Respostas

2. d) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que a pesca predatória não é sustentável, prejudicando a manutenção das espécies no ambiente. Já nas Reservas Extrativistas, a pesca é sustentável, respeitando o período de reprodução das espécies e a quantidade limitada de indivíduos.

3. a) Sim. Tanto a Reserva Extrativista quanto a Reserva de Desenvolvimento Sustentável são Unidades de Uso Sustentável.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos comentem que ambos os tipos de reserva são Unidade de Uso Sustentável que visam à conservação da biodiversidade e à valorização da cultura dos povos tradicionais.

c) Assim como outras unidades de conservação de uso sustentável, a Resex e as RDS ajudam a conservar a biodiversidade desses locais, evitando sua degradação, ao mesmo tempo em que permitem determinadas atividades humanas sustentáveis.

d) No trecho de reportagem, são destacadas importâncias econômicas, sociais e ambientais. O programa visa garantir a subsistência e o bem-estar das comunidades que habitam o médio Juruá e, com isso, preservar a floresta Tropical dessa área, garantindo a manutenção da biodiversidade.

e) A exploração sustentável dos recursos naturais ajuda a garantir que eles não se esgotem no ambiente,

2. c) Resposta: Pesca predatória é aquela realizada de forma não sustentável, ou seja, que ultrapassa o ritmo de recuperação natural das espécies. Dessa forma, as populações dessas espécies tendem a reduzir drasticamente, o que pode resultar na extinção delas no ambiente.

c) O que é pesca predatória? Se necessário, faça uma pesquisa.

d) Com base em sua resposta ao item c, explique a diferença entre a pesca predatória e aquela realizada nas Resex marinhas, por exemplo.

2. d) Resposta nas orientações ao professor.

3. Leia o trecho de reportagem a seguir.

Pouco antes das 5 horas da manhã, Dione Araújo de Medeiros, mãe de quatro filhos, já está de pé ajudando outras mulheres da comunidade Xibauzinho. Elas trabalham na logística da pesca do pirarucu e também na limpeza do peixe [...] recebendo pagamento remunerado pelas tarefas.

[...] O programa visa contribuir com o desenvolvimento sustentável do território, de extrema importância ecológica por sua área contínua de floresta tropical preservada, oferecendo meios de subsistência sustentáveis, bem-estar às populações tradicionais e conservando a biodiversidade.

O território abriga uma área de 1,2 milhão de hectares, com duas Unidades de Conservação – a Reserva Extrativista (Resex) Médio Juruá e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Uacari [...]

CONSTANTINO, Luciana. Fortalecendo a conservação da biodiversidade na Amazônia: Programa Território Médio Juruá inicia nova fase. *Parceiros pela Amazônia*. Disponível em: <https://ppa.org.br/fortalecendo-a-conservacao-da-biodiversidade-na-amazonia-programa-territorio-medio-juruá-inicia-nova-fase/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

a) As duas categorias de unidades de conservação citadas no texto pertencem ao mesmo grupo? Justifique sua resposta. 3. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Explique o que são as Resex e as RDS e quais são seus principais objetivos.

3. b) Resposta nas orientações ao professor.

c) Qual é a importância das Resex e das RDS para a conservação do meio ambiente e sua biodiversidade? 3. c) Resposta nas orientações ao professor.

d) De acordo com o trecho de reportagem, qual é a importância do Programa Território Médio Juruá para o ambiente e as comunidades locais?

3. d) Resposta nas orientações ao professor.

e) Converse com um colega sobre a importância do extrativismo sustentável para as populações tradicionais e para o meio ambiente.

3. e) Resposta nas orientações ao professor.

4. Há diversos efeitos da perda da biodiversidade para a espécie humana, entre eles, prejuízos na disponibilidade de alimentos. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), 75% da alimentação humana depende, direta ou indiretamente, de animais polinizadores, principalmente abelhas. No entanto, esses insetos estão sendo eliminados dos ambientes pela ação humana. Faça uma pesquisa sobre as principais causas da extinção das abelhas. Em seguida, com outros dois colegas, elaborem um folheto com as informações da pesquisa e sobre a importância das abelhas para os seres humanos.

4. Resposta nas orientações ao professor.

140

ficando disponíveis às populações tradicionais do presente e às gerações futuras.

4. Espera-se que os alunos incluam em seus panfletos que a extinção das abelhas decorre de diferentes causas, como o uso excessivo de agrotóxicos, a

destruição dos ambientes naturais, animais invasores, doenças e o aumento da temperatura média terrestre. Como as abelhas são polinizadoras de diversos tipos de plantas, a extinção desses insetos pode prejudicar a produção de alimentos.



## Conservação do ambiente

Leia a situação a seguir.

O professor de Ciências realizou uma atividade com os alunos da turma do 9º ano para analisar o bairro onde se localiza a escola. Inicialmente, ele orientou os alunos a observar o ambiente e a verificar se existem problemas ambientais, fazendo as anotações necessárias.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação do professor de Ciências e dos alunos do 9º ano observando um terreno no bairro onde se situa a escola.

**Questão 9.** De acordo com a situação apresentada, quais foram os problemas ambientais identificados pelos alunos durante o passeio pelo bairro da escola?

**Questão 9.** Resposta: Descarte inadequado de resíduos sólidos e falta de manutenção no terreno.

Na sala de aula, os alunos discutiram os problemas ambientais identificados durante o passeio pelo bairro, como o descarte incorreto de resíduos em terrenos baldios e a falta de manutenção em alguns deles. Nessa discussão, os alunos propuseram soluções para os problemas identificados, as quais foram encaminhadas à Prefeitura Municipal para analisar os apontamentos e tomar as providências necessárias.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação dos alunos do 9º ano discutindo possíveis soluções para os problemas ambientais identificados no bairro onde se situa a escola.

**Questão 10.** Que medidas você proporia para solucionar os problemas ambientais identificados pelos alunos e evitar que eles se repitam? **Questão 10.** Resposta nas orientações ao professor.

**Questão 11.** Quais são os prejuízos da situação mostrada na imagem A para o ambiente e para as pessoas que vivem no bairro? **Questão 11.** Resposta nas orientações ao professor.

141

### Respostas

**Questão 10.** Resposta pessoal. Os alunos podem comentar que, para solucionar os problemas identificados, os resíduos devem ser coletados e encaminhados aos destinos adequados, como aterros sanitários e reciclagem, e a vegetação do terreno deve ser aparada. Para evitar que essas situações se repitam, é necessário orientar e conscientizar a população a respeito

do descarte de resíduos em terrenos, promover campanhas de conscientização sobre o cuidado com os terrenos e o descarte adequado de resíduos, e cobrar a ampliação da fiscalização pelos órgãos gestores competentes.

**Questão 11.** O descarte inadequado de resíduos no ambiente, assim como a falta de manutenção de terrenos, pode favorecer a prolifera-

ção de agentes causadores de doenças, como ratos, baratas e mosquitos, bem como a reprodução de escorpiões que podem entrar nas residências ao redor e ferir pessoas. Já do ponto de vista ambiental, alguns dos resíduos descartados incorretamente podem conter materiais que contaminam o solo, o ar e os corpos de água existentes no local ou próximo a ele.

• A temática **Conservação do ambiente** favorece o trabalho com a habilidade **EF09CI13** da BNCC, pois propõe iniciativas individuais e coletivas para solucionar problemas do município ou da comunidade com base em ações sustentáveis, levando os alunos a refletir sobre sua realidade.

• As questões **10** e **11** permitem exercitar a **Competência específica de Ciências da Natureza 4**, as **Competências gerais 7** e **10** da BNCC, pois incentivam os alunos a agir pessoal e coletivamente, apontando problemas, propondo soluções que favoreçam a consciência socioambiental, além de desenvolver a argumentação com base em situações reais.

• A situação mostrada nesta página possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, já que busca analisar uma situação-problema sobre problemas ambientais do bairro e propor soluções para resolvê-la. A análise e a síntese, seguidas por método de resolução dos problemas encontrados, promove o **pensamento computacional**, bem como competências socioemocionais como **curiosidade**, **responsabilidade** e **criatividade**.

## Atividade a mais

- Para complementar o trabalho com a situação-problema da página anterior, promova uma atividade de campo em parceria com os componentes curriculares de **Geografia** e de **História**. Escolha um local próximo à escola para ser percorrido a pé ou outro local público relevante da cidade, sem trânsito e sem problemas de segurança pública.
- Durante o percurso com os alunos, peça ao professor do componente curricular de **Geografia** que trabalhe possíveis questões socioculturais que poderão ser observadas no trajeto, como o planejamento urbano da cidade e os órgãos responsáveis por sua manutenção. Solicite ao professor do componente curricular de **História** que apresente a história local e, se possível, destaque monumentos ou locais representativos e requisite aos alunos que analisem seu estado de conservação.
- Oriente os alunos a analisar os problemas ambientais que eles poderão observar, tais como: descarte inadequado de resíduos, poluição visual, sonora ou atmosférica, falta de arborização e falta de saneamento básico.
- Ao final, peça aos alunos que produzam um relatório referente ao trabalho de campo, apresentando propostas de soluções para os problemas ambientais, desenvolvendo a **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e a **Competência geral 7** da BNCC.

Como abordado na página anterior, o professor de Ciências e seus alunos identificaram alguns problemas ambientais no bairro onde se localiza a escola, como o descarte inadequado de resíduos e a falta de manutenção de terrenos.

O descarte inadequado de resíduos é um dos causadores da poluição dos solos e das fontes de águas, como rios e oceanos. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), anualmente são produzidos mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos. Ainda de acordo com essa organização, caso medidas não sejam tomadas, a produção de resíduos chegará a 3,4 bilhões de toneladas em 2050.

Ou seja, é essencial reduzir a quantidade de resíduos gerados e realizar o descarte correto desses materiais. Como isso é possível? Por meio de medidas individuais e coletivas. Vamos conhecer algumas delas a seguir.

- Seja um consumidor consciente. Antes de comprar algum produto, reflita se você realmente precisa dele.
- Quando possível, recuse o uso de materiais descartáveis, como canudos, sacolas e copos plásticos.
- Separe e descarte adequadamente os resíduos sólidos gerados em sua residência e nos demais locais que frequenta. Isso possibilita a reciclagem desses materiais, reduzindo a quantidade de resíduos descartados no ambiente e a extração de recursos naturais para a produção de novos objetos.
- Os gestores públicos devem garantir a coleta dos resíduos e investir em projetos de coleta seletiva.

JACKSON STOCK  
PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK



— Livros reutilizados.  
A reutilização desses materiais evita que novos sejam comprados.



— Caminhão de coleta seletiva descarregando material na central de triagem de materiais recicláveis, no município de Caetitê, BA, em 2019.

De acordo com o relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2019, a taxa de municípios brasileiros com alguma iniciativa de coleta seletiva foi de 73,1%. No entanto, segundo esse mesmo relatório, o índice médio nacional de reciclagem não chega a 4%.

142

- O trabalho com o descarte adequado de resíduos contribui para o desenvolvimento das **Competências gerais 7 e 9** da BNCC, bem como da **Competência específica de Ciências da Natureza 5**, já que permite a construção de argumentos com base em dados confiáveis e relevantes à temática ambiental.
- Reforce a importância de mudanças de hábito para incentivar o consumo consciente. Peça-lhes que se autoavaliem nesse sentido, escrevendo no

caderno quais hábitos precisam ser mudados com relação ao consumo e novas atitudes que gostariam de tomar para que isso seja possível, não deixando de problematizar a própria questão do consumo em si. Essa abordagem permite o desenvolvimento do tema transversal contemporâneo **Educação ambiental** e o trabalho da **Competência específica de Ciências da Natureza 8** da BNCC, já que incentiva a ação pessoal e coletiva com relação às questões ambientais.

LUCIANA WHIFAKEE/PULSAR IMAGES  
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



Além do descarte inadequado de resíduos sólidos, outras ações humanas provocam a degradação do ambiente, como as atividades industriais e os meios de transporte, que em grande parte envolvem a queima de combustíveis fósseis. Os gases emitidos por essas atividades poluem o ambiente e prejudicam a saúde dos seres vivos.

As queimadas e o desmatamento também prejudicam os ambientes naturais e, conseqüentemente, a biodiversidade. Embora a agricultura e a pecuária sejam importantes atividades econômicas e fornecedoras de alimento à população humana, a expansão das áreas de agropecuária, em que a cobertura vegetal nativa dá lugar às pastagens e às plantações de alimentos, é um dos principais motivos de queimadas e desmatamento.

Apesar disso, é possível a adoção de algumas medidas visando reduzir os danos ambientais provocados por essas e outras atividades. Leia algumas delas a seguir.

- A instalação de equipamentos que reduzam a emissão de poluentes no ambiente, como filtros, é uma importante medida para indústrias e usinas termelétricas que emitem poluentes no ambiente.
- É preciso controlar a criação de áreas para a agropecuária, principalmente em áreas de mata nativa. Além disso, essa atividade deve ser realizada de modo sustentável, ou seja, assegurando a conservação dos recursos naturais. Isso é possível, por exemplo, garantindo a qualidade do solo para melhorar a produção das áreas de cultivo existentes e integrando em uma mesma área lavoura, pecuária e áreas de reflorestamento.
- Entre as atitudes individuais, as pessoas podem reduzir o uso de veículos. Isso é possível realizando percursos a pé ou de bicicleta e dando preferência ao transporte coletivo, ao sistema de caronas e ao rodízio de carros, por exemplo.



Área de integração pecuária-floresta, no município de Florestópolis, PR, em 2019.



Ônibus circulando em dia permitido pelo sistema de rodízio de veículos na cidade de São Paulo, SP, em 2020. Note o painel indicando quais veículos podem circular nesse dia – aqueles cuja placa finaliza em 0, 2, 4, 6 e 8.

143

• Esta página aborda atitudes que contribuem para a intensificação do efeito estufa, favorecendo o desenvolvimento da **Competência geral 7** da BNCC, já que promove a análise de questões socioambientais e seus impactos no ambiente.

• Enfatize para os alunos que agricultura e pecuária também são importantes para a sociedade, sendo responsáveis por grande parte da economia do país. Explique que há necessidade de que essas atividades reduzam os impactos causados ao ambiente, já que, em muitos casos, utilizam grandes áreas, levando à substituição de áreas naturais por áreas de plantio ou de pastagem. Dessa maneira, é preciso encontrar alternativas que promovam o desenvolvimento, reduzindo os impactos ambientais.

• Explique aos alunos que o rodízio de veículos é utilizado em alguns lugares, como a capital do estado de São Paulo. Em determinados dias da semana, quando há grande quantidade de automóveis nas vias, alguns veículos não devem circular, reduzindo congestionamentos. O critério é o número final da placa do veículo. Além de reduzir o fluxo de veículos, essa atitude também ajuda na redução da emissão de poluentes atmosféricos.

• Utilize as fotos desta página para questionar os alunos sobre como certas ações contribuem para reduzir a intensificação do efeito estufa e as mudanças climáticas.

• Explique que muitos cientistas estudam os fenômenos climáticos e, atualmente, é um consenso científico que as mudanças que começamos a sentir são provocadas por atividades humanas como as representadas nesta página. Sobre isso, leia o artigo *IPCC: se nada for feito, colapso climático é iminente*, indicado a seguir.

ESCOBAR, Herton. IPCC: se nada for feito, colapso climático é iminente. *Jornal da Usp*, 9 ago. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/ipcc-se-nada-for-feito-colapso-climatico-e-iminente/>. Acesso em: 27 jun. 2022.



## Objetivos

- Conhecer a etnociência.
- Reconhecer a importância dos conhecimentos da etnociência.
- Valorizar os conhecimentos de diferentes culturas e povos.

• Esta seção permite trabalhar os temas contemporâneos transversais **Diversidade cultural** e **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas culturais brasileiras**. Além disso, esta temática permite exercitar a **Competência geral 6** da BNCC, pois incentiva os alunos a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais.

• Comente com os alunos que há diferentes maneiras de interpretar o mundo, bem como diferentes dimensões da vida humana. Essa visão pluralista contribui para que o aluno respeite outras formas de conhecimento, além do científico.

• Diga aos alunos que o conhecimento popular é aquele produzido pelas comunidades, sem o rigor científico, e que permite que elas utilizem recursos naturais, utilizem técnicas próprias de construção e artesanato, bem como produzam outras expressões artísticas e culturais.

• Comente que há várias definições de cultura. Segundo uma delas, cultura pode ser compreendida como o conjunto de saberes e conhecimentos transmitidos ao longo das gerações em uma população. A cultura pode também ser definida como o conjunto de símbolos, significados e representações atribuídos por uma população humana a algo e, ao mesmo tempo, as práticas resultantes dessas atribuições e criações.

• Relembre-os de que as comunidades quilombolas foram fundadas por pessoas que foram escravizadas e que estavam fugindo dessa condição. Realize um trabalho com os alunos sobre essas comunidades. Aproveite para trabalhar em conjunto com os componentes curriculares de **Geografia**, de **História** e de **Arte**, reforçando a importância cultural e social das comunidades quilombolas, além do seu legado histórico. Peça aos

## O tema é ...

Diversidade cultural

### Etnociência: os saberes populares

Diferentes povos e comunidades têm saberes e práticas específicos, passados de uma geração a outra e que fazem parte de suas tradições. Existe um campo de estudo chamado Etnociência, que considera os saberes e as práticas tradicionais de diversas culturas e povos.

A Etnociência estuda assuntos variados. Entre eles, estão as pesquisas com comunidades quilombolas da Região Nordeste, por exemplo, que demonstram amplo conhecimento das plantas da Caatinga. O conhecimento da fauna e da flora locais ajuda a compreender a importância dos seres vivos para o ser humano e para o ambiente como um todo.

Muitos povos e diversas comunidades têm métodos próprios de classificação dos elementos naturais, que variam de acordo com suas necessidades e seus conhecimentos. Existem povos indígenas, por exemplo, que separam as plantas em espécies tóxicas, medicinais e alimentícias.

Na Etnociência, as classificações dos elementos naturais adotadas por um povo ou comunidade são chamadas **etnoclassificações**.



RAUL AGUIAR/ARQUIVO DA EDITORA

#### Cuidado!

O uso de plantas medicinais deve ser orientado por especialistas. Não faça uso de plantas para fins terapêuticos sem orientação especializada, pois isso pode ser prejudicial à saúde.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

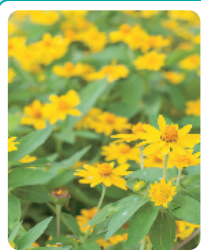
Representação de etnocietista conversando com indígena sobre algumas plantas.

Os indígenas Kaingang do município de Chapecó, no estado de Santa Catarina, por exemplo, apresentam uma etnoclassificação que separa as plantas conforme seu uso.

144

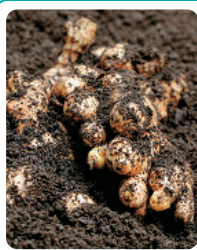
alunos que produzam cartazes sobre comunidades quilombolas e seus saberes. Essa é uma maneira de reforçar o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas culturais brasileiras** e de desenvolver a **Competência geral 9** da BNCC, pois promove o respeito aos saberes de populações tradicionais.

A seguir são apresentadas algumas informações obtidas por um pesquisador de Etnociência sobre os conhecimentos dos povos indígenas Kaingang.



Arnica.

- > Nome científico: *Arnica montana*.
- > Nome Kaingang: kofej.
- > Propriedade: cicatrizante de feridas.



Gengibre.

- > Nome científico: *Zingiber officinale*.
- > Nome Kaingang: ty-fêj-kupri.
- > Propriedade: combate a problemas respiratórios e distúrbios intestinais.



Hortelã.

- > Nome científico: *Mentha piperita*.
- > Nome Kaingang: jãky-kagta.
- > Propriedade: combate verminoses.



Mandioca.

- > Nome científico: *Manihot esculenta*.
- > Nome Kaingang: ka nin ou mãnjóka.
- > Propriedade: raiz nutritiva, própria para a alimentação.

Os povos tradicionais são conhecedores das espécies nativas de seres vivos e da importância deles para o ambiente em que vivem. Por isso, essas populações demonstram respeito ao meio ambiente, e seus componentes auxiliam em sua conservação. O modo de vida deles permite que retirem da natureza apenas o necessário, de maneira sustentável.

Agora, responda às questões a seguir no caderno.

Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Escreva uma breve explicação sobre o que você aprendeu a respeito da Etnociência e das etnoclassificações.
2. Em sua opinião, a manutenção dos saberes e das práticas populares sobre a natureza é importante? Como podemos preservá-los?
3. Explique como a Etnociência pode contribuir para a preservação dos saberes e das práticas populares.
4. De que forma a Etnociência pode contribuir para a conservação dos ambientes e da biodiversidade?

• Ao trabalhar as questões 1 a 4, solicite aos alunos que compartilhem suas respostas com a turma. Essa abordagem permite a valorização dos conhecimentos tradicionais dos diferentes povos e dos conhecimentos construídos pelos alunos no estudo da seção. Comente com eles que a Etnociência é um campo de estudos muito vasto, que procura levar em conta os conhecimentos produzidos pelas diferentes culturas. Atualmente, existem pesquisas em diversas áreas da Etnociência, como Etnobiologia, Etnoecologia, Etnobotânica e Etnozoologia. Se achar conveniente, peça-lhes uma pesquisa sobre essas áreas, apresentando os resultados na sala de aula.

### Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos comentem que a Etnociência é um campo de estudo que tem como foco os saberes e as práticas tradicionais de diferentes povos. Já as etnoclassificações são as classificações dos elementos naturais adotadas por uma população ou comunidade de acordo com os conhecimentos que têm da natureza.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que a valorização dos saberes e das práticas populares é importante como forma de preservar a tradição desses povos, que enriquecem a cultura brasileira. Além disso, esses saberes podem auxiliar pesquisas científicas e gerar novas descobertas. É possível manter a cultura dessas comunidades e seus ensinamentos transmitindo-os para outras pessoas.

**Questão 3.** A Etnociência é importante para a preservação dos saberes populares, uma vez que os coloca em evidência, valorizando e divulgando os aprendizados adquiridos com base nos pensamentos de diferentes povos sobre determinado assunto.

**Questão 4.** A Etnociência pode contribuir com seus conhecimentos sobre as espécies de seres vivos e sua importância para o ambiente. Grande parte do conhecimento que os diferentes povos adquirem por meio da vivência não é conhecida pelo meio científico, mas pode auxiliar no desenvolvimento de planos de conservação das espécies e maneiras de uso sustentável dos recursos naturais.

• As atividades 1 e 2 contribuem para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 4** e da **Competência geral 10** da BNCC, porque os alunos precisam analisar problemas ambientais reais, identificando ameaças aos seres vivos e propondo soluções para questões socioambientais. As atividades também contribuem para o desenvolvimento da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 3**, pois incentivam os alunos a refletir sobre uma situação, com base em conhecimentos científicos, levando-os a analisar criticamente uma situação.

### Metodologias ativas

Ao trabalhar a atividade 2, promova o trabalho com a metodologia ativa **think-pair-share**. Obtenha mais informações no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Esta atividade incentiva a argumentação a respeito da perda de biodiversidade por causa do tráfico de animais. Enfatize que o tráfico de animais se mantém porque há pessoas e entidades (zoológicos, por exemplo) que compram animais traficados. Portanto, é preciso um trabalho de conscientização ambiental com a população.

### Respostas

**1. a)** A situação apresentada na imagem **A** está relacionada à atividade pesqueira, que muitas vezes perde ou descarta redes de pesca em mares e oceanos. Animais marinhos podem ficar presos nessas redes ou carregá-las presas ao corpo. Já a situação **B** foi provocada pelo descarte inadequado de resíduos sólidos no ambiente.

**b)** A situação relacionada à foto **A** poderia ser evitada por meio de ações responsáveis dos pescadores e empresas de pesca, que devem seguir regras quanto ao uso e descarte desses materiais. Já a situação da foto **B** pode ser evitada com o descarte adequado dos resíduos sólidos e a redução do consumo de materiais plásticos.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

2. a) Resposta: De acordo com o texto, esse tipo de tráfico causa sofrimento aos animais durante a captura e o transporte, bem como a morte de muitos dos animais capturados, o que reflete na redução na quantidade de indivíduos no ambiente, comprometendo a manutenção da espécie e levando à perda de biodiversidade.

**1. Analise as fotos a seguir.**

**A.**



KEY GREGORY/SHUTTERSTOCK

Foca-cinza: pode atingir aproximadamente 2,2 m de comprimento.

Foca-cinza (*Halichoerus grypus*) com parte de uma rede de pesca presa ao pescoço.

**B.**



MAURICIO PINCO/SHUTTERSTOCK

Lixo em praia na cidade do Rio de Janeiro, RJ, em 2021.

**a)** De que forma o ser humano contribuiu para as situações apresentadas nas imagens **A** e **B**? 1. a) Resposta nas orientações ao professor.

**b)** Como as situações apresentadas podem ser evitadas? 1. b) Resposta nas orientações ao professor.

**2. Leia o trecho de reportagem a seguir e responda às questões.**

O tráfico de animais silvestres é uma das principais ameaças à biodiversidade brasileira. [...] Os animais capturados de forma predatória sofrem durante todo o processo, desde a captura, transporte – que é feito em caixas inadequadas – até a venda e muitos acabam morrendo pela falta de conhecimento de manutenção e cuidados.

[...] unidades da Divisão de Fauna Silvestre da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente atendem os animais silvestres que estão em risco, órfãos ou provenientes de apreensões em ações de combate ao tráfico. Os animais [...] passam por avaliação clínica, na qual recebem os primeiros atendimentos e muitos ficam em quarentena para evitar a disseminação de doenças para os outros animais. [...]

ANIMAIS silvestres resgatados do tráfico são tratados no CeMaCAS. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Cidade de São Paulo, 3 jan. 2022. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/noticias/?p=323273](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/noticias/?p=323273). Acesso em: 14 mar. 2022.

**a)** De acordo com o texto, quais são as principais consequências do tráfico de animais silvestres?

**b)** Qual é a importância de instituições que cuidam dos animais provenientes do tráfico? 2. c) Resposta nas orientações ao professor.

**c)** Converse com um colega sobre como o tráfico de animais silvestres pode interferir na biodiversidade e como cada cidadão pode ajudar a evitar o tráfico de animais. Em seguida, compartilhe suas ideias com outras duplas. 2. b) Resposta: Essas instituições cuidam dos animais que chegam até eles, reabilitando-os para uma possível reintrodução na natureza. Assim, eles ajudam a reduzir o número de mortes de animais traficados e a amenizar os danos causados por esse tipo de atividade ilegal.

**2. c)** O tráfico de animais silvestres pode prejudicar a permanência das espécies no ambiente, pois, além de reduzir diretamente a quantidade de indivíduos, reduz-se a disponibilidade deles para a reprodução. Além disso, outras espécies também podem ser afetadas, uma vez que, em um ecossistema, os

indivíduos se relacionam entre si, como pela alimentação. Os alunos podem citar que podemos ajudar a evitar o tráfico de animais ao não comprar animais vendidos no comércio ilegal e fora de estabelecimentos comerciais certificados pelo Ibama, além de denunciar esse crime às autoridades.



### 3. Leia o trecho da reportagem a seguir.

[...] A temperatura média global em 2020 ficou cerca de 1,2 grau Celsius acima do nível pré-industrial. Este número está “perigosamente perto” do limite de 1,5 grau Celsius defendido por cientistas para evitar os piores impactos das mudanças climáticas. O dado é do novo relatório do Estado do Clima Global da Organização Meteorológica Mundial (OMM), publicado nesta segunda-feira (19).

De acordo com a publicação, os seis anos desde 2015 foram os mais quentes já registrados na história e a década de 2011 a 2020 foi a mais quente de todos os tempos. [...]

[...] o relatório da OMM de 2020 observou que as concentrações dos principais gases de efeito estufa continuaram a aumentar em 2019 e 2020 [...]

NOVO relatório sobre clima mostra mundo “à beira do abismo”. *Nações Unidas Brasil*, 19 abr. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/125227-novo-relatorio-sobre-clima-mostra-mundo-beira-do-abismo>. Acesso em: 14 mar. 2022.

Urso-polar: pode atingir aproximadamente 2,5 m de comprimento.



Urso-polar (*Ursus maritimus*) descendo de plataforma de gelo no oceano Ártico, em 2020.

SHMATKOV/SHUTTERSTOCK

- Qual é o alerta feito por essa reportagem?  
3. a) Resposta nas orientações ao professor.
  - Como cidadão, que atitudes você pode ter diariamente para ajudar a minimizar os impactos negativos das mudanças climáticas?  
3. b) Resposta nas orientações ao professor.
  - Explique como o trecho de reportagem pode ser associado à imagem do urso-polar.  
3. c) Resposta nas orientações ao professor.
  - De acordo com o trecho de reportagem, a concentração dos gases do efeito estufa continua a aumentar na atmosfera. Por que isso está acontecendo?  
3. d) Resposta nas orientações ao professor.
  - De que forma o aumento da concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera pode interferir nas condições climáticas?  
3. e) Resposta nas orientações ao professor.
4. Nossas atitudes refletem na qualidade de vida de outras espécies e ajudam a promover condições adequadas para as futuras gerações. Podemos começar cuidando da conservação do ambiente em que vivemos. Cultivar alimentos orgânicos, fazer a compostagem de cascas de frutas consumidas na merenda, não desperdiçar alimentos ofertados na escola e separar adequadamente os resíduos sólidos são exemplos de práticas sustentáveis que podem ser adotadas no ambiente escolar. Para divulgar suas atitudes e as de seus colegas, junte-se a três colegas e produzam um *podcast* sobre sustentabilidade no ambiente escolar. Para isso, realizem as tarefas a seguir, enumeradas de 1 a 6.

147

• Na atividade 3, peça aos alunos que analisem a imagem e reflitam sobre qual deve ser o assunto do texto. Aproveite para verificar os conhecimentos prévios deles a respeito das mudanças climáticas. Esta atividade possibilita o desenvolvimento das **Competências específicas de Ciências da Natureza 4 e 5**, pois propõe uma análise da realidade, exigindo um posicionamento acerca da proteção ao ambiente.

### Respostas

3. a) Espera-se que eles citem que o trecho da reportagem alerta para a urgência do tema das mudanças climáticas, mais especificamente para o aumento da temperatura média global. Eles podem comentar que a temperatura média global está muito próxima do valor definido pelos cientistas para o momento, no qual as mudanças climáticas impactarão de forma severa o planeta Terra. Assim, as medidas para minimizar esses impactos devem ser implantadas urgentemente.
- b) Resposta pessoal. Os alunos podem citar atitudes como evitar o consumo excessivo de produtos, reutilizando-os ou reciclando, uma vez que os processos industriais emitem gases de efeito estufa. Podem citar também o ato de evitar o desperdício de alimentos, pois sua produção requer a criação de grandes áreas de plantio ou de pastagem, removendo a vegetação nativa.
- c) Espera-se que os alunos mencionem que o trecho da reportagem aborda o aumento da temperatura média na Terra e percebam que a foto retrata uma consequência disso. O aumento médio da temperatura terrestre tem causado o derretimento dos blocos de gelo, dificultando a busca por alimento pelos ursos-polares.
- d) Espera-se que os alunos mencionem que o aumento da concen-

tração de gases do efeito estufa na atmosfera está relacionado às atividades que os seres humanos realizam, principalmente com a queima de combustíveis fósseis. Essas atividades liberam grande quantidade de poluentes na atmosfera, como o gás carbônico.

e) Espera-se que os alunos mencionem que o aumento da concentração desses gases intensifica o

efeito estufa natural da Terra, favorecendo o aumento da temperatura média terrestre. Por sua vez, o aumento da temperatura média na Terra está relacionado a diversas alterações climáticas, como derretimento de geleiras, aumento do nível dos oceanos e aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como tempestades, inundações, nevascas e furacões.

• A atividade 4 contribui para o desenvolvimento das **Competências específicas de Ciências da Natureza 5 e 6**, bem como das **Competências gerais 6 e 7** da BNCC, ao usar a tecnologia como meio para a expressão de argumentos que reforçam a consciência ambiental. Além disso, a elaboração de um *podcast*, que pode ser divulgado em redes sociais, aproxima-se das atividades relacionadas às **culturas juvenis**. Oriente os alunos com relação ao cuidado com os dados dos entrevistados ou envolvidos nesse trabalho, que não podem ser divulgados, tampouco compartilhados no *podcast* ou nas redes sociais.

• A atividade 5 pode servir de base para uma pesquisa mais aprofundada sobre o tema, de forma que os alunos possam desenvolver a **Competência geral 7** da BNCC e o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.

• Na atividade 6, organize os alunos para evitar repetição de temas. Peça a eles que elaborem as questões previamente. Ao convidar o entrevistado, eles devem explicar o motivo da entrevista. Solicite-lhes que apresentem as respostas dos entrevistados, analisando-as criticamente. Auxilie os alunos na divulgação, que pode ser feita por meio de uma palestra para a comunidade escolar, compartilhando atitudes que contribuem para o bem-estar coletivo e a conservação dos recursos naturais, mobilizando a **Competência específica de Ciências da Natureza 8** e a **Competência geral 10** da BNCC.

1. Definição da atitude que será explorada no *podcast*. Vocês podem escolher entre as citadas no enunciado.
  2. Escolha da modalidade do *podcast*: texto informativo, entrevista ou roda de debate.
  3. Roteirização: levantamento das principais informações associadas à atitude selecionada. Elaboração dos textos que serão abordados no *podcast* e previsão do tempo de duração desse recurso.
  4. Gravação: organização de um espaço com pouco ruído e sem trânsito de pessoas para a gravação do *podcast*, com o auxílio de um *smartphone* ou de um gravador.
  5. Edição do áudio gravado por vocês.
  6. Divulgação do *podcast* no ambiente escolar.
4. Respostas nas orientações ao professor.
5. Leia o trecho de reportagem a seguir e responda às questões.

**Glossário**

### Desmatamento na Amazônia: as causas e os impactos para o planeta

*Um dos maiores problemas da região, que também sofreu com as queimadas em 2020, é a grilagem*

[...] A floresta representa 67% das florestas tropicais do mundo, compreende um terço de todas as florestas do globo e responde por 20% do total de água doce do planeta. [...]

THOMAS, Jennifer Ann. Desmatamento na Amazônia: as causas e os impactos para o planeta. *Um só planeta*, 15 jul. 2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/biodiversidade/noticia/2021/07/15/desmatamento-na-amazonia-as-causas-e-os-impactos-para-o-planeta.ghtml>. Acesso em: 22 mar. 2022.

- a) De acordo com o texto, quais são os principais problemas que têm afetado a Amazônia? 5. a) Resposta: Espera-se que os alunos mencionem as queimadas, o desmatamento e a grilagem.
- b) Em sua opinião, quais ações poderiam ser adotadas para evitar o desmatamento e a devastação da Amazônia? 5. b) Resposta nas orientações ao professor.
6. As pessoas de seu convívio têm consciência ambiental e atitudes de consumo consciente e sustentável? Para investigar essas questões, junte-se a quatro colegas e siga os passos descritos a seguir.
- Elaborem um questionário com perguntas que investiguem as atitudes que as pessoas têm no dia a dia relacionadas ao cuidado ambiental, ao consumo consciente e à sustentabilidade. Distribuem os questionários a familiares, vizinhos e amigos.
  - Analisem as respostas e conversem sobre elas, identificando atitudes que auxiliam na conservação do meio ambiente e aquelas que precisam ser mudadas. Para cada atitude considerada inadequada, proponham ações para corrigi-las.
  - Organizem um material de divulgação em que sejam abordadas as atitudes diárias que cada cidadão pode adotar para desenvolver consciência ambiental e consumo consciente e sustentável.
6. Resposta: O objetivo desta questão é incentivar a participação de membros da comunidade não escolar em abordagens escolares, de modo que os alunos conheçam a própria realidade e a daqueles que convivem com eles. Instruções nas orientações ao professor.

148

### Respostas

4. O objetivo desta questão é incentivar a reflexão sobre o tema entre os alunos e, assim, promover a autonomia deles como cidadãos ativos na pesquisa, organização e elaboração de materiais de divulgação científica.
5. b) Resposta pessoal. Os alunos poderão citar que deveriam ser feitas fiscalizações da madeira extraída das florestas e apreensões das madeiras

ilegais, e que poderia ser feito o plantio de árvores madeireiras para corte, evitando-se a derrubada de florestas. Eles podem mencionar também o incentivo pelo poder público a projetos que visem à exploração sustentável da floresta e à fiscalização e punição das práticas de grilagem, uma vez que muitas dessas terras apropriadas ilegalmente são desmatadas após a posse.

## O que eu estudei?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

Questões 1 a 9. Respostas nas orientações ao professor.

1. Na abertura desta unidade, você expôs sua opinião a respeito de todas as características dos seres vivos poderem ou não ser transmitidas aos descendentes. Após o estudo desta unidade, como você responderia a essa questão?
2. No início do capítulo **Hereditariedade**, você respondeu o que determina as características de uma pessoa. Após o estudo desta unidade, como você explicaria para uma pessoa a determinação das características e a transmissão de algumas delas aos descendentes?
3. No início do capítulo **Evolução dos seres vivos**, você respondeu o que é evolução. Como você explicaria esse conceito após o estudo desta unidade?
4. Explique com suas palavras as diferenças e semelhanças entre as teorias evolucionistas de Lamarck e de Darwin e Wallace.
5. Quando os cientistas mapearam os genomas dos primatas, descobriram que os seres humanos atuais e os chimpanzés apresentam 99% de similaridades. Explique o que isso quer dizer do ponto de vista evolutivo.
6. Elabore em uma folha de papel avulsa um resumo do capítulo **Evolução dos seres vivos**. Inclua também explicações científicas e evidências para contrapor a ideia errônea de que a evolução é linear e de que os seres humanos descendem de macacos, como os chimpanzés. Por fim, transforme todas essas informações em cartazes, que serão distribuídos em locais comuns da escola, a fim de divulgar as informações científicas.
7. Suponha que você precise realizar uma exposição sobre a importância da biodiversidade para a manutenção da qualidade de vida no planeta Terra. Em uma folha de papel avulsa, faça um cartum sobre o tema. Junto com os colegas, faça uma exposição dos materiais produzidos.
8. Suponha que você e um colega estivessem assistindo a um noticiário sobre a criação de uma unidade de conservação no estado onde vivem. Em dado momento, seu colega questiona sobre por que essas áreas precisam ser criadas. Em uma folha de papel avulsa, elabore um texto argumentativo sobre a importância dessas áreas que você leria para seu colega a fim de responder à questão dele.
9. Elabore um esquema, com textos e imagens, relacionando os conteúdos trabalhados nos capítulos 3, 4 e 5 desta unidade. Em seguida, exponha seu esquema aos colegas de turma.

149

7. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos elaborem um cartum mostrando que a eliminação da biodiversidade pode comprometer o equilíbrio necessário para a manutenção da vida na Terra.

8. Resposta pessoal. Eles podem argumentar que as UCs ajudam a proteger as áreas naturais e controlar a exploração de seus recursos. Além disso, em muitas delas, práticas extrativistas sustentáveis geram

renda para as comunidades tradicionais da região.

9. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos reflitam a respeito dos conteúdos trabalhados nesta unidade e identifiquem relações entre eles, apresentando-as por meio de um esquema. A troca dos esquemas produzidos entre os colegas possibilita que eles conversem sobre possíveis dúvidas e erros.

• Confira orientações para cada atividade dessa seção no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?** da primeira parte deste **Manual do professor**.

## Respostas

1. Os alunos devem refletir acerca das teorias evolutivas de Lamarck, Darwin e Wallace. Espera-se que eles reconheçam que nem todas as características podem ser transmitidas aos descendentes.

2. Resposta pessoal. Os alunos podem citar que os seres humanos e outros seres vivos têm o DNA como material genético e que as características presentes no material genético das células reprodutivas podem ser transmitidas aos descendentes por meio da reprodução. É importante que citem também que essas características podem sofrer influência do ambiente.

3. Resposta pessoal. Espera-se que eles citem que a evolução é um processo natural que ocorre, intermediado, por exemplo, pela seleção natural, e age sobre as variações existentes entre os indivíduos de uma espécie. As mudanças são graduais e podem resultar em novas espécies.

4. Resposta pessoal. Os alunos devem comentar que ambas as ideias assumiam que os seres vivos evoluem ao longo do tempo. Para Lamarck, isso ocorria como resultado do uso ou desuso. Já para Darwin e Wallace, os indivíduos eram naturalmente diferentes em uma população. Os seres vivos com características que favorecem sua sobrevivência ou reprodução são selecionados pelo ambiente, e a característica é transmitida aos descendentes.

5. Isso significa que essas espécies têm um ancestral comum recente, ou seja, elas divergiram evolutivamente há pouco tempo, fazendo os seres humanos e os chimpanzés compartilharem grande semelhança genética.

6. O objetivo desta questão é levar os alunos a atuar na desmistificação de informações não científicas, comumente veiculadas em diferentes meios de comunicação, causando a desinformação da população.



# 3 Matéria

- Inicie o trabalho com a unidade dizendo aos alunos que a utilização de fogos de artifício é muito comum em datas comemorativas e em eventos em todo o mundo. Solicite a eles que relatem se já assistiram a um *show* de fogos de artifício, comentando o que geralmente ocorre. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **Competência geral 3** da BNCC, pois eles reconhecem o valor das manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais.

- Enfatize que somente profissionais capacitados devem manusear esses artefatos. Diga também que em diversos lugares do mundo os fogos de artifício convencionais estão sendo substituídos por fogos de artifício silenciosos.

## Um texto a mais

- A respeito da substituição dos fogos de artifício convencionais, leia o texto a seguir.

A Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável aprovou o Projeto de Lei 6881/17, que proíbe o uso de fogos de artifício com estampido ou estouro. A proibição vale para áreas públicas e privadas, abertas ou fechadas.

[...] o barulho causado pelos fogos de artifício também pode ser nocivo a pessoas com transtorno do espectro do autismo (TEA). Algumas dessas pessoas, sobretudo crianças, podem ser muito sensíveis a sons e, com o estouro, ficar ansiosas e entrar em crises "que podem levar até à automutilação".

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia, houve 122 mortes por acidentes com fogos nos últimos 20 anos, sendo 23,8% menores de 18 anos.

Meio Ambiente aprova proibição de fogos de artifício com estouro. *Câmara dos Deputados*, 29 mar. 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/554562-meio-ambiente-aprova-proibicao-de-fogos-de-artificio-com-estouro/>. Acesso em: 2 jun. 2022.



Gravura, colorida à mão, mostrando a queima de fogos de artifício em 15 de maio de 1749. A imagem mostra o evento que fez parte das celebrações de assinatura do Tratado de Aix-la-Chapelle, de 1748, que pôs fim à Guerra de Sucessão Austríaca. Coleção particular.

150

- Os conhecimentos sobre as consequências do uso de fogos de artifício colaboram para que os alunos ajam de forma responsável e empática, respeitando a saúde individual e coletiva com base em princípios éticos e nos conhecimentos das **Ciências da Natureza**, aptidões da **Competência específica de Ciências da Natureza 8**.

- Utilize a gravura desta página para fazer uma integração com o componente curricular de **História**. Em parceria com o professor desse componente curricular, promova uma articulação para que os alunos pesquisem informações sobre a Guerra de Sucessão Austríaca, como o ano em que iniciou, sua duração, o contexto desse evento histórico etc.

Cinco, quatro, três, dois, um... e começa um espetáculo de luzes e cores no céu, que encantam aqueles que assistem ao *show* pirotécnico.

Os fogos de artifício são um tipo de explosivo cujo funcionamento envolve a emissão de luzes e/ou sons. Atualmente, eles são utilizados para diferentes finalidades, como em comemorações, especialmente de datas festivas, por exemplo, o Ano Novo.

Embora a emissão de luzes de cores variadas e sons pareça mágica, são reações químicas com elementos químicos específicos. Mas cuidado! Por serem explosivos, os fogos de artifício devem ser manipulados apenas por adultos e seguindo normas de segurança.

### Iniciando a conversa

Questões 1 a 3. Respostas nas orientações ao professor.

1. Explique, com suas palavras, a formação e a emissão de luzes coloridas durante os *shows* pirotécnicos.
2. Explique se a queima de fogos de artifício, como os retratados na gravura, envolve transformação da matéria.
3. Como a queima de fogos de artifício pode se relacionar com os átomos? Reflita sobre essa questão e, em seguida, converse com um colega a respeito. Anote no caderno suas conclusões e as leiam em voz alta aos demais colegas da turma.

### Agora vamos estudar...

- o que é matéria;
- as propriedades e a constituição da matéria;
- os modelos atômicos;
- os átomos;
- a tabela periódica;
- as transformações da matéria.

151

### Respostas

**Questão 1.** O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema. Espera-se que eles respondam que as luzes são provenientes de reações químicas de diferentes elementos químicos presentes nos fogos de artifício.

**Questão 2.** O objetivo desta questão é retomar os conhecimentos dos alunos a respeito das transformações da matéria. Espera-se que eles reconhe-

çam a ocorrência de transformações químicas, como as reações químicas verificadas durante a combustão da pólvora, que liberam energia em forma de luz e calor.

**Questão 3.** O objetivo desta questão é investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito que eles têm de átomos e como percebem a relação da estrutura atômica com os eventos observados.

### Sugestão de avaliação

Utilize as questões desta página para fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito das propriedades e da constituição da matéria. Eles não precisam explicar detalhadamente, mas devem expor alguns de seus conhecimentos. Acompanhe se eles relacionam os efeitos dos fogos de artifício às substâncias químicas e à ocorrência de reações químicas.

- Ao abordar a questão 1, verifique se eles compreendem que as luzes dos fogos de artifício estão relacionadas à matéria e à energia. Mencione outros exemplos, como uma lâmpada de tungstênio acesa ou uma palha de aço queimando.
- Na questão 2, peça aos alunos que pensem no antes, no durante e no depois da queima de algum material. Acompanhe se eles percebem algumas evidências da transformação da matéria, como a liberação de calor e de luz e a mudança de coloração do material.
- Caso os alunos precisem de auxílio para responder à questão 3, faça a eles questionamentos para induzi-los a refletir sobre o átomo. Pergunte, por exemplo, se as transformações que visualizamos a olho nu também afetam as partículas microscópicas da matéria.

### Metodologias ativas

Na questão 3, utilize a metodologia ativa **think-pair-share**. Oriente os alunos a refletir individualmente sobre a pergunta, escrevendo as respostas no caderno. Em seguida, peça-lhes que discutam as respostas em duplas. Por fim, as duplas devem expor suas conclusões para o restante da turma. Para isso, confira orientações a respeito dessa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual.



## Objetivos do capítulo

- Conhecer o conceito de matéria.
- Identificar algumas propriedades da matéria, como massa, inércia, volume e densidade.
- Conhecer os principais modelos atômicos.
- Conhecer as propriedades dos átomos, como número atômico e massa atômica.

## Justificativas

Os conhecimentos sobre a constituição e as propriedades da matéria abordados neste capítulo são importantes para que os alunos consigam identificar fenômenos relacionados à matéria, conhecer e compreender sua natureza e suas características e entender como esses conhecimentos foram construídos ao longo do tempo. O estudo dos modelos atômicos e de sua evolução contemplam as atribuições da habilidade **EF09CI03** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC.

- Ao trabalhar a questão 1, acompanhe se as respostas dos alunos sugerem alguma ideia de átomo. Incentive-os a pensar sobre a constituição das rochas ao enfatizar que elas apresentam diferentes características, como cor, textura, tamanho etc. Espera-se que eles sugiram em suas respostas que elas são constituídas de átomos de diferentes elementos químicos, os quais podem se combinar formando substâncias simples, substâncias compostas ou uma mistura delas.
- Se os alunos tiverem dificuldade para formular uma resposta à questão 2, oriente-os a pensar a respeito da menor partícula de matéria que eles poderiam obter ao dividi-la sucessivas vezes. Acompanhe se a concepção inicial deles se refere ao átomo ou às partículas subatômicas.

## CAPÍTULO

# 6 Estudando a matéria

**Questão 1.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é resgatar o conhecimento prévio dos alunos com relação à composição da matéria. Anote as informações na lousa e retome-as em momentos oportunos da aula. Espera-se que eles respondam que as rochas são compostas de minerais.

JOSE DE JESUS CHURION DELS/HUTTERSTOCK



**Questão 1.** Em sua opinião, do que as rochas mostradas na imagem são constituídas?

**Questão 2.** O que é matéria?

**Questão 2.** Resposta: O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Anote as principais definições na lousa e retome-as em momentos oportunos da aula. Espera-se que os alunos respondam que a matéria é tudo o que tem massa e que ocupa lugar no espaço. Rochas em estado bruto.

Ao responder à questão sobre a constituição das rochas, você pode ter citado que elas são compostas por minerais. No entanto, também podemos dizer que são constituídas por matéria. Afinal, o que é matéria?

Ao longo do tempo, os filósofos da Grécia Antiga buscaram compreender a composição dos diferentes materiais por meio de um conceito chamado matéria. Verifique mais informações a seguir.



GUSTAVO CONTI

### A. 625 a.C.-560 a.C.

No século VI a.C., o filósofo grego Tales de Mileto (aproximadamente 624 a.C.-556 a.C.) sugeriu que toda matéria era constituída de **água**.

### B. 588 a.C.-470 a.C.

Os filósofos gregos Anaxímenes (aproximadamente 586 a.C.-526 a.C.) e Heráclito (aproximadamente 540 a.C.-480 a.C.) defendiam que o **ar** e o **fogo** eram os principais constituintes da matéria.

### C. 490 a.C.-435 a.C.

O filósofo grego Empédocles de Agrigento (490 a.C.-430 a.C.) adicionou a **terra** aos elementos já citados por Tales, Anaxímenes e Heráclito. Empédocles afirmava que todos os materiais eram constituídos de quatro elementos básicos: **terra, água, ar e fogo**, combinados em diferentes proporções.

### D. 384 a.C.-322 a.C.

O filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) completou a teoria de Empédocles afirmando que a base do mundo material era a chamada "matéria primitiva". Ela não podia ser percebida enquanto não tomasse forma. Quando a "matéria primitiva" tomava forma, ela dava origem aos quatro elementos básicos: **terra, ar, água e fogo**.

Linha do tempo com breve histórico de explicações sobre a constituição da matéria.

152

- Ao abordar a linha do tempo, deixe claro para os alunos que o conceito de matéria vem sendo estudado e aprimorado ao longo da história da Ciência, que se iniciou com os filósofos gregos, passando pelos alquimistas durante a Idade Média, por cientistas durante o Renascimento até o modelo atômico quântico.



As ideias de Aristóteles predominaram durante muitos séculos. No entanto, foram contestadas na Europa durante o Renascimento, período da história entre os séculos XIV e XVI em que se observa uma intensa mudança de pensamento e, conseqüentemente, da construção do pensamento científico. Tal modificação foi tão intensa que nesse período ocorreu a chamada Revolução Científica.

Com a estruturação da Ciência moderna e o desenvolvimento de diversos instrumentos, foi possível analisar detalhadamente a matéria. Com essas observações, foram propostas novas hipóteses sobre a constituição da matéria, marcando o início das ideias aceitas até os dias atuais.

**Questão 3. Resposta:** Espera-se que os alunos relatem que, ao entrar na piscina, os corpos das crianças ocuparam o lugar de parte da água, que transbordou. Eles podem concluir que a matéria ocupa lugar no espaço e que corpos distintos não podem ocupar o mesmo espaço ao mesmo tempo. Por isso, ao entrarem na piscina, as crianças passaram a ocupar o lugar de parte da água.

## Propriedades da matéria

Para iniciar o estudo da matéria, considere a situação a seguir.

Em um dia ensolarado, Diego e sua irmã Flávia encheram completamente uma piscina com água. Em seguida, entraram nela.

A.



Representações da piscina completamente cheia de água (imagem A) e da mesma piscina com água transbordando e as crianças dentro dela (imagem B).

B.



Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE KOYAMA/ARQUIVO DA EDITORA

**Questão 3.** Explique com suas palavras o que ocorreu na situação representada e o que você concluiu.

Analisando a situação vivenciada pelas crianças, por exemplo, podemos afirmar que a **matéria** é tudo aquilo que tem massa e que ocupa lugar no espaço. Agora, vamos aplicar esse conceito na situação apresentada. A piscina, a água ( $H_2O$ ) e as crianças são exemplos de matéria, pois têm massa e ocupam lugares no espaço. Como verificamos na imagem, ao entrarem na piscina, os corpos das crianças deslocaram parte da água para fora dela. Isso ocorreu porque eles preencheram o mesmo espaço que antes era ocupado pela água.

Além disso, se compararmos, por exemplo, a piscina e a água que está em seu interior, podemos notar que elas apresentam características distintas, como a cor e o estado físico. Isso indica que cada matéria apresenta as próprias características, dependendo de sua constituição.

Professor, professora: Os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das substâncias serão apresentadas na primeira ocorrência, por capítulo.

153

### Um texto a mais

• Sobre a matéria, leia para os alunos o trecho do texto a seguir.

Sempre que você toca, muda de lugar ou pesa alguma coisa, você está trabalhando com a matéria. As propriedades da matéria são o objeto da química, particularmente a conversão de uma forma da matéria em outra. Mas o que é matéria? A

matéria é, na verdade, muito difícil de ser definida com precisão sem o apoio das ideias avançadas da física das partículas elementares, porém uma definição operacional simples é que matéria é qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço. [...]

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto alegre: Bookman, 2018. p. F5.

• Ao mencionar o período do Renascimento e a Revolução Científica, aproveite o momento para fazer uma integração com o componente curricular de **História**. Com a participação do professor desse componente curricular, proponha uma atividade para os alunos pesquisarem sobre esse período, verificando suas principais ideias e características e como ele interferiu na produção do conhecimento científico e na origem da chamada Ciência Moderna.

• Se os alunos tiverem dificuldade para responder à questão 3, leve-os a pensar em outras situações do cotidiano nas quais um material sólido é adicionado a um recipiente com água e pergunte-lhes se já perceberam o deslocamento dessa água.

Depois que eles responderem à questão, diga que o volume de água deslocado é igual ao volume da parte do corpo das crianças que está submersa. Comente com os alunos que esse princípio foi deduzido matematicamente e ficou conhecido como o princípio de Arquimedes.

• Com base nesse texto, questione os alunos sobre o que há ao redor deles e peça que digam tudo o que consideram ser matéria. Averigue se os alunos consideram o ar como matéria, por exemplo, pois, apesar de não ser visível a olho nu, contém substâncias químicas com massa e que ocupam lugar no espaço.

• Se os alunos tiverem dificuldade para realizar a questão 4, auxilie-os representando as hastes com halteres na lousa. Represente também os vetores peso sem apresentar seus valores, diferenciando-os apenas pelo tamanho dos vetores. Em seguida, questione se as atletas devem fazer uma força com intensidade inferior, igual ou superior àquela representada pelo vetor. Para retirar o haltere do chão, isto é, do repouso, movendo-o na vertical para cima, a força inicial aplicada pela atleta deve ter intensidade maior que o peso do haltere. Na sequência, se a atleta conseguisse elevar o haltere até a altura máxima com velocidade constante, ela poderia fazer uma força de intensidade igual ao peso do haltere.

• Na realização da questão 5, instrua os alunos a verificar os valores identificados nos discos. Informe que eles representam a medida da massa de cada disco em kg. O disco vermelho tem 25 kg, o disco azul 20 kg e o disco amarelo 15 kg. Assim, peça a eles que contem a quantidade de discos a fim de determinarem a massa que cada atleta está levantando.

• Depois de abordar as fotos das atletas de halterofilismo nas olimpíadas, ressalte para os alunos que as mulheres já foram proibidas de participar e até mesmo de assistir a competições esportivas. Sobre isso, acesse com eles a reportagem *Como elas chegaram lá*, no link indicado a seguir. Disponível em: <https://www.uol.com.br/esporte/reportagens-especiais/como-elas-chegaram-la/>. Acesso em: 2 jun. 2022.

Ao estudarmos um corpo, precisamos conhecer as principais propriedades que ele apresenta, como massa, volume e densidade. É sobre esse assunto que vamos estudar nas próximas páginas.

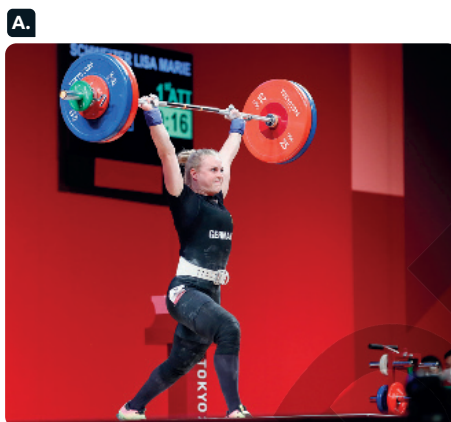
## Massa

Questão 5. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que a atleta precisará aplicar maior força na situação B. Isso porque, nessa situação, a massa do conjunto formado por discos e haste é maior, quando comparada com a situação A. Com isso, a atleta necessita aplicar uma força maior para levantar a carga.

Leia a seguir informações a respeito do halterofilismo.

O halterofilismo é uma modalidade esportiva olímpica em que o atleta tem que levantar a maior quantidade de massa, do chão até acima de sua cabeça. A categoria em que cada atleta compete é indicada de acordo com a sua massa corpórea.

A massa a ser levantada está presente em discos de carga que são separados por cores e massas. Os discos de menor massa são os que têm menor diâmetro e cor branca. Já os de maior massa têm maior diâmetro e cor vermelha. Nas competições, cada atleta tem três tentativas para levantar a maior carga possível. Observe as imagens a seguir.



RODRIGO REYES MARIN/ZUMA PRESS/WIRE/FOTORENA



SERGEI FADBECHEV/TASS/ZUMA PRESS/FOTORENA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Halterofilista em uma prova de levantamento de peso durante os Jogos Olímpicos de Tóquio, no Japão, em 2021.

Halterofilista em uma prova de levantamento de peso durante o Campeonato Europeu de Halterofilismo, em Moscou, na Rússia, em 2021.

**Questão 4.** O que acontecerá com as barras retratadas nas fotos A e B se as atletas não aplicarem força suficiente para movê-las? **Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que as barras permanecerão em repouso.

**Questão 5.** Explique em qual das situações retratadas (A e B) a atleta deve aplicar maior força para levantar a carga.

Os corpos têm uma tendência natural de permanecer no estado em que se encontram, seja em repouso, seja em movimento uniforme. Ela é chamada **inércia**.

Nas situações A e B das competições de halterofilismo, caso as atletas não apliquem força suficiente nas barras, elas permanecerão em repouso por tempo indeterminado. Isso porque essas situações estão diretamente relacionadas à massa dos objetos.

A **massa** é uma das propriedades de um corpo e reflete a resistência dele a uma mudança de estado de movimento.

Tomemos como exemplo a situação **B** das competições de halterofilismo. Nessa circunstância, ela teve de exercer maior força para levantar a carga, pois havia discos de maior massa. Assim, havia maior resistência à mudança do estado de movimento da barra. Em outras palavras, a haste com discos nessa situação oferece maior tendência em permanecer em repouso do que a retratada na situação **A**.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida padrão de massa é o quilograma (kg). No entanto, também pode ser expressa em outras unidades de medida, como grama (g) e tonelada (t).

**Questão 6.** Resposta: O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre o uso correto dos termos **massa** e **peso**, com base em uma situação comumente usada em nosso dia a dia para se referir incorretamente à massa de um corpo. Espera-se que eles identifiquem a afirmativa **B** como correta, pois nela é usado o termo **massa** para se referir aos 6100 kg do elefante.

### Massa e peso

Em 20 de julho de 1969, três astronautas estadunidenses chegaram à Lua, graças à missão espacial Apollo 11. Além de esse evento marcar a chegada do ser humano à Lua, ele possibilitou que os astronautas constatassem, na prática, os conceitos de peso e massa de um corpo.

Astronauta estadunidense Edwin Aldrin (1930-) na Lua, no primeiro pouso tripulado nesse satélite, em julho de 1969. Essa foto foi registrada pelo também astronauta estadunidense Neil Armstrong (1930-2012), que aparece refletido no capacete de Aldrin.

Antes de darmos continuidade a esse assunto, responda à questão proposta a seguir, envolvendo o elefante-africano.

**Questão 6.** Analise as afirmativas A e B.

- A.** Um elefante-africano macho pesa, em média, 6100 kg.
- B.** Um elefante-africano macho tem massa de, em média, 6100 kg.

Em sua opinião, qual(is) das afirmativas apresenta(m) as informações de maneira correta: afirmativa A, afirmativa B ou ambas? Registre sua resposta no caderno, justificando-a.

Elefante-africano (*Loxodonta africana*) macho no Parque Nacional dos Elefantes de Addo, em Porto Elizabeth, na África do Sul, em 2019.



NEIL ARMSTRONG/NASA

Elefante-africano: pode atingir aproximadamente 4 m de altura.



IAN DAGNALL/ALAMY/FOTARENA

155

• Comente com os alunos que, durante o século XIX, no período imperial do Brasil, houve uma série de revoltas por todo o país contra a obrigatoriedade do sistema métrico.

A população não entendia por que substituir as medidas associadas ao corpo humano e, quando o sistema métrico foi implantado no Brasil, sentiu-se prejudicada com o novo sistema, pois as pessoas pensavam que estavam sendo enganadas pelos negociantes. É preciso ressaltar que, nesse período, grande parte da população brasileira era analfabeta e muitos precisariam aprender a converter uma unidade para outra, além de pagar para aferir seus produtos com as novas medidas. Havia, no país, uma crise econômica e produtos da região Nordeste, como algodão e cana-de-açúcar, foram prejudicados, o que causou danos em todos os setores da economia. Além disso, foi um período de grande seca nessa região.

Esse conjunto de problemas levou a uma reação popular, a Revolta do Quebra-Quilos, que se centrou na região Nordeste e durou de 1874 a 1876, quando muitas pessoas assaltaram armazéns e quebraram pesos e balanças. Aproveite para estabelecer uma conexão com o componente curricular de **História**.

### Atividade a mais

• Ao comentar as diferentes unidades de medida utilizadas para a determinação da massa, apresente aos alunos a equivalência entre elas.

1 kg  $\longleftrightarrow$  equivale a 1000 g

1 t  $\longleftrightarrow$  equivale a 1000 kg

1 t  $\longleftrightarrow$  equivale a 1000 000 g

• Em seguida, sugira um valor arbitrário em algumas dessas unidades e peça a eles que façam a conversão nas outras duas.

• Se os alunos não responderem corretamente à questão **6**, oriente-os a ler novamente o parágrafo que apresenta as unidades de medida correspondentes à massa e acompanhe se eles compreendem que o peso é uma grandeza diferente da massa.



- Ao trabalhar os conceitos de massa e peso, destaque para os alunos que esses conceitos são diferentes porque têm naturezas diferentes. Nesse momento, é importante que seja realizada a desconstrução do senso comum.

- Explique que massa é a quantidade de matéria de um corpo. Como a massa de um corpo equivale à dificuldade de manter ou colocar esse corpo em movimento, essa grandeza também pode ser nomeada de massa inercial.

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão 7, oriente-os a considerar um valor arbitrário e fixo para a gravidade e resolver a fórmula aumentando ou diminuindo um valor para o peso e depois para a massa.

### Algo a mais

- Complemente o tópico sobre massa e peso apresentando o vídeo em que o astronauta David Scott (1932-) solta, ao mesmo tempo, um martelo e uma pena na superfície da Lua. Disponível em: <https://moon.nasa.gov/resources/331/the-apollo-15-hammer-feather-drop/>. Acesso em: 13 maio 2022.

- Se os alunos não responderem corretamente à questão 8, peça-lhes que observem novamente a fórmula do peso e reflitam sobre qual valor de massa deveriam utilizar se o cálculo fosse realizado para locais com diferentes valores de gravidade.

Ao analisar a questão sobre o elefante-africano, você deve ter percebido que são usados dois termos distintos – **massa** e **peso** – para se referir aos 6100 kg. A massa está relacionada à quantidade de matéria de um corpo. Já o peso é uma força que envolve a massa do corpo e a gravidade, um tipo de força de interação que ocorre entre corpos que apresentam massa.

A massa é uma característica própria e individual de um corpo, ou seja, ela independe do local onde esse corpo se localiza. Já a atração gravitacional depende das massas e da distância entre os corpos. Por isso, o valor do peso de um corpo pode variar.

O peso de um corpo pode ser calculado pela fórmula apresentada a seguir.

$$P = m \cdot g$$

em que:

- $P$  é a força peso;
- $m$  é a massa do corpo;
- $g$  é a aceleração da gravidade do local.

Questão 7. Resposta: O objetivo desta questão é levar os alunos a analisar a fórmula e identificar um padrão na relação da massa e do peso. Espera-se que eles respondam que, para uma aceleração da gravidade constante, massa e peso são grandezas diretamente proporcionais. Assim, quanto maior a massa, maior o peso. De modo semelhante, quanto menor a massa, menor o peso.

**Questão 7.** Considerando um valor constante para  $g$ , qual é a relação de igualdade que podemos estabelecer entre a massa e o peso?

O valor da aceleração da gravidade na superfície terrestre é de  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Considerando essas informações, podemos afirmar, por exemplo, que uma pessoa com massa de 50 kg tem um peso de, aproximadamente, 490 N na superfície da Terra. Observe a seguir.

Questão 9. Resposta pessoal. A resposta é variável e depende da massa de cada aluno. Para saber o peso aproximado na Terra, basta multiplicar a massa por 9,8. Já para saber o peso aproximado na Lua, é necessário multiplicar a massa por 1,6. Auxilie os alunos caso necessário.

$$P = m \cdot g \Rightarrow P = 50 \cdot 9,8 \Rightarrow P = 490 \text{ N}$$

Na superfície da Lua, no entanto, o peso dessa pessoa seria de, aproximadamente, 80 N. Isso porque a atração gravitacional na Lua é, aproximadamente, seis vezes menor do que a da Terra.

Perceba que tanto na superfície da Terra quanto na da Lua a massa dessa pessoa é a mesma, ou seja, 50 kg. O que variou foi o peso dela.

**Questão 8.** Se a massa do astronauta na Terra é de 90 kg, qual é a massa desse astronauta na Lua?

Questão 8. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que na Lua a massa do astronauta é de 90 kg.

**Questão 9.** Qual seria o peso do seu corpo na Terra e na Lua, considerando  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$  no satélite natural?

**Questão 10.** Por que é importante criar uma padronização para medidas, como a massa? Converse com um colega sobre isso.

Questão 10. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que essa padronização é importante para manter a equivalência das medidas de massa em qualquer país e nas trocas realizadas no comércio, entre outras situações.

156

- Para os alunos responderem à questão 9, se possível, providencie uma balança para levar à sala de aula e deixar que eles verifiquem sua própria massa. Com o valor da massa encontrado, oriente-os a fazer os cálculos para obter esse peso na Terra e na Lua.

Aproveite para desenvolver com os alunos as noções de **pensamento computacional**, em apoio ao componente curricular de **Matemá-**

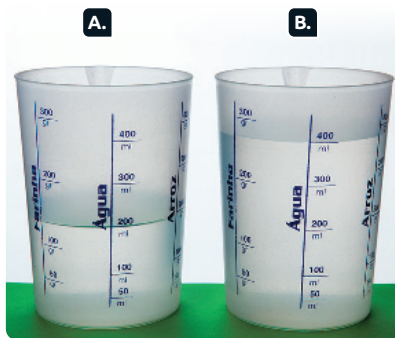
**tica**. Forneça a eles outros valores de massa e peça-lhes que determinem os pesos. Evidencie que o reconhecimento de padrões consiste no problema em comum às situações, que é a determinação do peso de diversos objetos em diferentes lugares. A abstração consiste na organização das informações importantes, que são os valores de massa, a gravidade e a fórmula a ser utilizada. Por fim, deve-se

executar o algoritmo, no qual eles utilizam os devidos valores nas fórmulas e obtêm os pesos dos corpos na Terra e na Lua.

- Para enfatizar a importância da padronização de medidas na questão 10, apresente a eles um mesmo valor de massa utilizando diferentes unidades e pergunte se eles reconhecem rapidamente que se trata do mesmo valor.

## Volume

Observe a imagem a seguir.



Recipientes A e B graduados contendo diferentes volumes de água.

A unidade de medida padrão de volume, determinada pelo SI, é o metro cúbico ( $m^3$ ). Em muitas situações do nosso cotidiano, no entanto, o volume também pode ser expresso em outras unidades de medida, como mililitros (mL) e litros (L).

## Densidade

Para iniciarmos o estudo sobre densidade, realize a atividade prática proposta a seguir.

### Vamos praticar

#### Materiais

- copo transparente
- água
- óleo

- Coloque água até a metade do copo.
- Adicione óleo até completar cerca de  $\frac{3}{4}$  do copo.
- Deixe o copo em repouso e verifique o que acontece.

Agora, faça o que se pede a seguir.

a) Relate o que você observou e explique o resultado.

Questão a. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

O óleo é insolúvel em água. Por isso, ela não o dissolve. Além disso, eles têm densidades diferentes.

Questão 11. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que o copo B apresenta maior volume de água porque tem mais água. Nesse caso, leve-os a reconhecer que a água ocupa maior espaço no recipiente B do que no A, associando volume a espaço ocupado.

Questão 11. Qual dos dois recipientes (A e B) contém maior volume de água? Justifique sua resposta.

O volume é uma medida que indica o espaço que um corpo ocupa. Assim, quanto maior o espaço ocupado pelo corpo, maior será seu volume.

Ao analisar a imagem dos recipientes contendo água, podemos afirmar que o B apresenta maior volume de água. Isso porque o espaço ocupado por essa matéria é maior que o ocupado por ela no recipiente A.

• Na questão 11, oriente os alunos a ler as indicações no copo medidor da foto e a identificar a unidade de medida representada. Acompanhe se eles reconhecem que se trata de uma unidade de medida de volume.

### Atividade a mais

• Para abordar com os alunos o conceito de volume no trabalho com volumes de sólidos geométricos, estabeleça uma conexão com o componente curricular de **Matemática**. Se possível, realize esta atividade em parceria com o professor desse componente curricular.

• Leve para a sala de aula régua, um dado e caixas de sapatos vazias com tampa e de diferentes tamanhos. Questione como eles podem descobrir o volume que cabe em cada um dos objetos.

• Mostre que para realizar os cálculos é necessário identificar o espaço que sua superfície delimita.

• Para exemplificar como é calculado o volume, relembre o cálculo da área. Desenhe um quadrado com lado  $a$ . Relembre que para calcular sua área multiplica-se um lado pelo outro:

$$A = a \cdot a = a^2$$

• Diga que isso é necessário quando analisamos uma figura plana. Complemente o quadrado transformando-o em um cubo. Mostre o dado aos alunos explicando que, quando adicionamos uma terceira dimensão, há mais uma aresta  $a$ . Assim, o cálculo do volume do cubo é dado por:

$$V = a \cdot a \cdot a = a^3$$

• Peça-lhes que calculem o volume de uma das caixas medindo suas arestas e efetuando os cálculos. Em seguida, peça-lhes que mostrem os cálculos na lousa e corrija eventuais incorreções.

• Ao mencionar as diferentes unidades de medida de volume, apresente para eles algumas conversões delas:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &\xrightarrow{\text{equivale a}} 1000 \text{ L} \\ 1 \text{ L} &\xrightarrow{\text{equivale a}} 1000 \text{ mL} \\ 1 \text{ cm}^3 &\xrightarrow{\text{equivale a}} 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

• Ao abordar a questão a da seção **Vamos praticar**, pergunte aos alunos se o resultado observado seria diferente caso o óleo fosse adicionado antes da água.

### Resposta

Questão a. Espera-se que os alunos relatem que, nesta atividade, o óleo se posicionou sobre a água. Isso ocorreu porque o óleo é menos denso, fazendo com que a água ocupe o fundo do recipiente e com que o óleo se posicione acima dela.

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão 12, peça-lhes que reflitam sobre situações do cotidiano em que eles manuseiam objetos parecidos, porém formados por diferentes materiais. Ao considerar essas situações, eles começam a ter uma noção intuitiva da densidade.

### Atividade a mais

- Para testar a densidade, separe diferentes objetos (cortiça, borracha escolar, clipe, bola de borracha, bola de pingue-pongue, bola de gude, entre outros) e providencie um aquário ou outro recipiente transparente com água.

- Peça aos alunos que listem os nomes dos objetos no caderno e escrevam se acham que vão flutuar ou afundar na água. Explique que devem se basear no conceito de densidade para descrever o que vai acontecer com cada objeto, mas que não poderão aferir nem a massa nem o volume de cada um antes da atividade.

- Antes de colocar cada objeto na água, questione o que vai acontecer. Permita que os alunos elaborem hipóteses, desenvolvendo conceitos de investigação científica, como sugerido na **Competência geral 2** e na **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC.

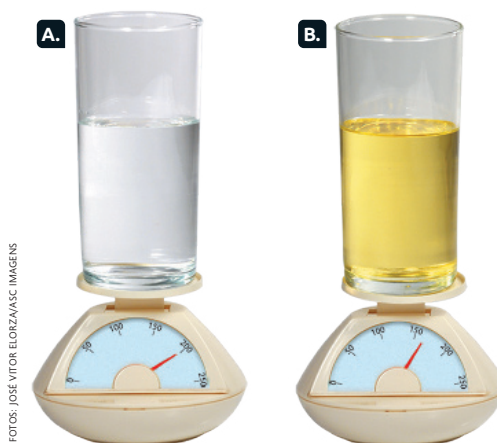
- Após a realização da atividade, peça que digam se acertaram ou erraram. Oriente-os a explicar suas suposições iniciais, buscando os motivos que os levaram a acertar ou errar.

- Se considerar conveniente, leve os objetos secos e meça sua massa em uma balança digital. Questione a influência da massa sobre a densidade de cada objeto.

- Explique que, se o objeto flutua, ele é menos denso do que a água. Nesse caso, o peso é igual ao peso do volume de água que se desloca.

- Se o objeto afunda, ele é mais denso do que a água. Nesse caso, o peso do corpo é maior do que o peso do volume de água que ele desloca ao mergulhá-lo na água. Relacione esses resultados ao princípio do empuxo de Arquimedes.

Agora, analise o experimento a seguir.



FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZ/ASC IMAGENS

Balança com copo contendo água (imagem A) e balança com copo contendo óleo de soja (imagem B).

Considere dois copos semelhantes, com a mesma capacidade. Em um deles foram adicionados 200 mL de água e, no outro, 200 mL de óleo de soja. Cada um dos copos foi colocado sobre uma balança a fim de verificar a massa deles.

A balança em que estava o copo com água (imagem A) registrou uma massa de 200 g ou 0,2 kg. Já a balança com o copo com óleo de soja (imagem B) registrou uma massa de 160 g ou 0,16 kg.

**Questão 12.** Por que o copo com água tem massa maior do que o com óleo de soja, apesar de em ambos terem sido adicionados os mesmos volumes de matéria?

A densidade é uma grandeza que expressa a relação entre a massa de um corpo em determinado volume. Ela é dada pela razão entre a massa do corpo e seu volume. Observe a seguir.

$$d = \frac{m}{V}$$

em que:

- $d$  é a densidade;
- $m$  é a massa do corpo;
- $V$  é o volume do corpo.

No SI, a unidade de medida da densidade de um corpo é o quilograma por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). No entanto, também é possível representar essa medida em gramas por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ), por exemplo.

Como se constatou, a densidade da água é maior do que a do óleo de soja. Ou seja, em determinado volume de água, há maior quantidade de massa do que no mesmo volume de óleo.

**Questão 12. Resposta:** O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre a diferença de densidade da água e do óleo. Espera-se que eles respondam que a massa foi maior no caso da água porque ela é mais densa que o óleo.

- Ao abordar a fórmula da densidade, ressalte para os alunos que a densidade é diretamente proporcional à massa e inversamente proporcional ao volume. Para cada variável, realize os cálculos de densidade mantendo uma variável constante e alterando o valor da outra, para que eles percebam a relação entre elas.



## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Analise as afirmativas a seguir.

- A. A massa é uma grandeza que representa o espaço ocupado pela matéria.
- B. A densidade é uma grandeza que relaciona massa e volume de um corpo.
- C. O volume é uma grandeza que representa a quantidade de matéria.
- D. Massa e peso são sinônimos.
- E. Massa, densidade e volume são propriedades da matéria.

Identifique a alternativa que apresenta a informação correta.

- a) Somente a afirmativa E está correta.
- b) Somente as afirmativas B, D e E estão corretas.
- c) Todas as afirmativas estão incorretas.
- d) Somente as afirmativas B e E estão corretas.

1. Resposta: Alternativa d.

2. Considere uma situação hipotética de um veículo de comunicação ter publicado a manchete a seguir.

### Astronautas pousam na superfície de Marte

a) A massa dos astronautas em Marte será diferente da que eles têm na Terra?

E o peso? Por quê? 2. a) Resposta: A massa será a mesma, pois não depende da gravidade do local. Já o peso será diferente, porque ele depende da gravidade do local onde os astronautas se encontram.

b) A manchete apresentada poderá ser uma realidade no futuro? Converse com um colega sobre isso, expondo sua opinião com base nos conhecimentos científicos sobre as condições que possibilitam a manutenção de vida em outros planetas. 2. b) Resposta nas orientações ao professor.

3. O cubo de madeira mostrado na foto a seguir tem arestas de comprimento de 10 cm e massa de 850 g.



LABORANT/SHUTTERSTOCK

3. a) Resposta: A densidade do cubo de madeira é  $d = 0,85 \text{ g/cm}^3$ .

a) Determine a densidade do cubo de madeira.

b) Qual seria a densidade de um cubo com aresta de 6 cm feito com a mesma madeira? E a massa dele?

3. b) Resposta nas orientações ao professor.

Cubo de madeira.

159

• Acompanhe se, no item A da atividade 1, os alunos identificam que a massa é uma grandeza que representa a quantidade de matéria; no item C, que o volume é uma grandeza que representa o espaço ocupado pela matéria; e, no item D, que o peso não é sinônimo de massa, pois ele é o produto da massa vezes a aceleração da gravidade.

• Na atividade 2, caso os alunos tenham dificuldade para responder ao item a, peça-lhes que se recordem da equação para calcular a intensidade do peso e quais seriam os valores constantes e as variáveis na determinação do peso do astronauta.

Se os alunos precisarem de subsídios no item b, informe a eles que a atmosfera da Terra é rica em oxigênio devido aos organismos fotossintetizantes, como as plantas e as algas. Contudo, lembre-os de que o ser humano já andou na superfície da Lua, que também não oferece uma atmosfera apta para o ser humano. A reflexão acerca dos argumentos relacionados à viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra contribui para o desenvolvimento da habilidade EF09CI16.

• No item a da atividade 3, realize o cálculo na lousa solicitando aos alunos que informem a fórmula e os dados a serem utilizados.

Como as arestas medem 10 cm, o volume será:

$$V = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}$$

$$\therefore V = 1000 \text{ cm}^3$$

E a densidade será:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{850 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$\therefore d = 0,85 \text{ g/cm}^3$$

No item b, se os alunos não perceberem que a densidade será a mesma, faça o cálculo considerando a aresta de 6 cm. Já se eles tiverem dificuldade para determinar o valor da massa, efetue o cálculo na lousa pedindo a eles que informem os dados em cada etapa.

$$V = 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm}$$

$$\therefore V = 216 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = 0,85 \cdot 216 \therefore m = 183,6 \text{ g}$$

## Respostas

2. b) O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre a possibilidade de o ser humano pousar e pisar na superfície de Marte e, assim, a defender sua opinião utilizando como base os conhecimentos científicos acerca das condições necessárias para a existência e a manutenção da vida.

3. b) Como o cubo com arestas de 6 cm é feito com a mesma madeira do item a, a densidade é a mesma:  $d = 0,85 \text{ g/cm}^3$ . Já a massa do cubo com arestas de 6 cm é  $m = 183,6 \text{ g}$ .

• Caso os alunos tenham dificuldade para identificar a alternativa correta na atividade 4, ajude-os a se lembrarem da equação da densidade antes de avaliar as alternativas. Em seguida, acompanhe se eles conseguem constatar que a massa da esponja não está variando, mas sim seu volume e sua densidade.

• A atividade 5 permite o desenvolvimento da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC, já que auxilia na busca de respostas por meio da investigação científica. Pergunte aos alunos o que deverá acontecer e peça-lhes que anotem suas hipóteses. Oriente um aluno a tentar colocar o copo no balde e os outros a explicar o que aconteceu. Espera-se que eles respondam que o ar ocupa lugar no espaço. Esta atividade também é uma oportunidade para desenvolver o **pensamento computacional**, pois a separação dos materiais e a organização das etapas podem ser reconhecidas como a abstração, enquanto o algoritmo representa a montagem e a realização do experimento e, por fim, o reconhecimento de padrões consiste na observação e na identificação de que o ar ocupa lugar no espaço.

4. Observe as situações a seguir e identifique a alternativa correta.



Pessoa segurando uma esponja.



Pessoa pressionando uma esponja.

FOTOS: RUSLAN IVANTSOV / SHUTTERSTOCK

- Na situação B, a densidade da esponja diminui, pois a mesma massa ficou concentrada em um volume maior.
- Na situação B, o volume da esponja aumentou e a massa diminuiu quando ela foi pressionada.
- Na situação B, a densidade da esponja aumentou, pois a mesma massa ficou concentrada em um volume menor.
- Na situação B, o volume e a massa da esponja continuaram iguais, não ocorrendo alteração em relação à situação A.

4. Resposta: Alternativa c.

5. Observe a imagem a seguir e, após responder ao item a, realize o experimento representado.



JOSÉ VITOR ELORZAS/ASC IMAGENS

#### Dica!

Antes de iniciar o experimento, separe os materiais necessários e organize as etapas a serem executadas. Conforme realiza o experimento, anote suas observações no caderno.

- Escreva em seu caderno as hipóteses sobre o que considera que acontecerá quando o copo for inserido dentro do balde.

5. a) Resposta nas orientações ao professor.

Pessoa mergulhando um copo transparente, aparentemente vazio, em um balde com água, com a abertura voltada para baixo.

- O que aconteceu ao mergulhar o copo na água? Por que isso ocorreu?

5. b) Resposta nas orientações ao professor.

- Com base nos resultados observados, as suas hipóteses elaboradas no item a foram confirmadas ou rejeitadas?

5. c) Resposta pessoal. O objetivo desta atividade é levar os alunos a comparar as hipóteses que levantaram antes de realizar o experimento e observar os resultados.

- O que você pode concluir com esse experimento?

5. d) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos concluam que o ar ocupa lugar no espaço.

- Uma das propriedades da matéria é a impenetrabilidade. Ela nos mostra que dois corpos não podem ocupar, simultaneamente, um mesmo lugar no espaço. Explique a relação entre essa propriedade e os resultados obtidos com esse experimento.

5. e) Resposta: O ar não permitiu a entrada da água, pois ele já ocupava o espaço do interior do copo.

Complemente as respostas dos alunos comentando que, apesar de o ar ocupar espaço no interior do copo, foi possível que um pequeno volume de água entrasse nele. Isso porque o ar foi comprimido.

160

#### Respostas

5. a) Resposta pessoal. O objetivo desta atividade é incentivar os alunos a exercitar a prática investigativa, com levantamento de hipóteses e observação de resultados. Espera-se que os alunos respondam que acham que não entrará água no copo.

b) Espera-se que os alunos respondam que não entrou água em todo o interior do copo porque o

ar que está no interior dele ocupa grande parte de seu volume, impedindo a entrada da água. A água pode ocupar um pequeno volume no interior do copo por causa da compressibilidade do ar presente em seu interior.

## Constituição da matéria

Leia o trecho da reportagem a seguir.

[...]

A necessidade de medir o tempo com maior precisão, na área científica e em muitas atividades humanas, levou à criação de relógios baseados em certas propriedades dos átomos. Utilizados nas últimas décadas por alguns países mais desenvolvidos, os relógios atômicos permitiram até a criação de novo padrão para o segundo, hoje a grandeza física mais bem definida.

Agora, o Brasil entrou para esse seleto grupo: acaba de ser testado, com sucesso, o primeiro relógio atômico brasileiro, e já há estudos para a construção — o que poucos países estão fazendo — de um modelo mais avançado, em que a margem de erro é de apenas um segundo a cada três bilhões de anos.

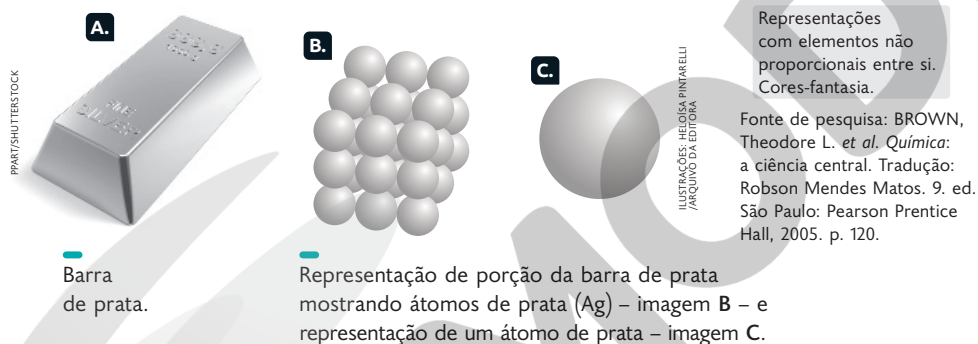
[...]

TUBOY, Aparecida M. et al. O relógio atômico brasileiro. *Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo*. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/pesquisahoje/cap3/defaultframebaixo.htm>. Acesso em: 14 abr. 2022.

**Questão 13.** Como o trecho da reportagem pode ser relacionado com o tema **Constituição da matéria**?

A estrutura da matéria foi estudada por diversos filósofos. Entre eles, os gregos Leucipo (cerca de 500 a.C.–430 a.C.) e Demócrito (460 a.C.–370 a.C.). Esses estudiosos propuseram que a matéria era formada por pequenas partículas indivisíveis chamadas **átomos** – termo grego que significa indivisível.

O átomo é a menor partícula que caracteriza um elemento químico e que apresenta as propriedades específicas dele. Observe o exemplo a seguir.



**A.** Barra de prata.

**B.** Representação de porção da barra de prata mostrando átomos de prata (Ag) – imagem B – e representação de um átomo de prata – imagem C.

**C.** Representação de um átomo de prata.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. et al. *Química: a ciência central*. Tradução: Robson Mendes Matos. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 120.

ILUSTRAÇÕES: HELOISA PINARELLI / ARQUIVO DA EDITORA

A barra de prata (imagem A) é composta por átomos de prata (imagem B). Se ampliássemos sucessivas vezes uma pequena porção dessa barra, por exemplo, chegaremos ao átomo de prata (imagem C). Esse átomo é a menor partícula da matéria que apresenta as propriedades e as características da prata.

161

• Ao abordar a questão 13, caso os alunos tenham dificuldade para identificar a relação do tema com o trecho do texto citado, peça-lhes que leiam novamente o texto buscando identificar as informações sobre os detalhes do funcionamento do relógio atômico.

Se achar interessante, explore mais o texto instruindo os alunos a ler a matéria na íntegra e a buscar mais informações a respeito do relógio atômico. Pergunte a eles qual é a importância da marcação do tempo e como ela foi feita ao longo da história. Acompanhe se eles citam outras formas de marcação do tempo, como o relógio de sol, a ampulheta etc.

• Ao abordar a ideia de átomo, quebre um giz ao meio diante dos alunos. Em seguida, vá quebrando sucessivamente cada parte formada. Enquanto realiza esse processo, pergunte a eles se chegará um momento em que o objeto estará tão pequeno que não será mais possível quebrá-lo. Depois de escutar as respostas deles, diga-lhes que o conceito inicial de átomo proposto pelos filósofos gregos consistia em acreditar que chegaria um momento em que não seria mais possível dividir a matéria, sendo, então, utilizada a palavra **átomo** para designar a menor unidade da matéria, pois a palavra em grego significa indivisível.

Finalize a atividade informando que o átomo é formado por partículas menores, os prótons, nêutrons e elétrons, que são formados por partículas ainda menores. Dessa forma, hoje sabemos que o átomo é divisível e representa a menor fração da matéria que contém as propriedades específicas de um elemento químico.

• Quando citar o exemplo da barra de prata, diga aos alunos que o símbolo da prata é Ag, cujas iniciais vêm do latim *argentum*. Relembre que os nomes de alguns elementos químicos originam do latim.



• No estudo sobre a matéria, é importante que os alunos compreendam que a ideia de Empédocles foi substituída pela noção atômica. Demócrito pensava que a matéria era formada por espaços vazios e partículas tão pequenas que não poderiam ser divididas, denominando essas partículas de átomos. Informe aos alunos que o átomo é a menor porção da matéria que ainda apresenta as propriedades específicas de um elemento químico.

• Demócrito acreditava que tudo o que existia era constituído de átomos e dos espaços entre eles. Para esse filósofo, tudo o que existia era resultante da combinação dos átomos com os quatro elementos (terra, ar, água e fogo).

• O estudo dos modelos atômicos permite o desenvolvimento da habilidade **EF09CI03**. Destaque a importância da utilização desses modelos no ensino de Ciências explicando que eles são representações que, em geral, buscam facilitar o entendimento de estruturas e propriedades não visíveis ao olho humano. Para que uma representação seja considerada modelo, ela deve ser aceita na comunidade científica. O conteúdo sobre a elaboração do modelo atômico também abrange a **Competência geral 1** da BNCC, pois os alunos compreendem o valor dos conhecimentos historicamente construídos.

## Modelos atômicos

As ideias sugeridas por Leucipo e Demócrito foram aceitas por vários anos. Ou seja, durante muito tempo, acreditou-se que o átomo fosse indivisível.

As ideias do átomo como uma estrutura indivisível só foram confrontadas quando novos estudos, com base em experimentos e observações, possibilitaram aos cientistas desenvolver modelos. Esses modelos representavam a estrutura dos átomos e descreviam algumas de suas características.

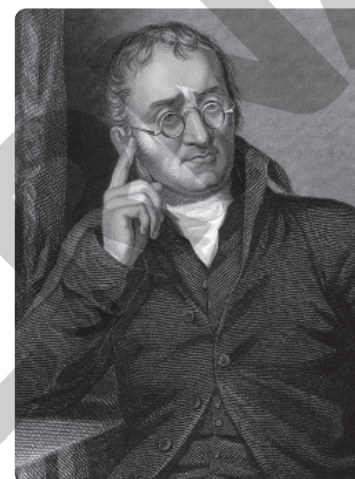
A seguir, vamos conhecer os principais modelos criados pelos cientistas ao longo do tempo para representar a estrutura do átomo. **Professor, professora: Ao iniciar o conteúdo Modelos atômicos, enfatize aos alunos que nenhum dos modelos propostos é definitivo. Outros podem ser criados, complementando ou substituindo os anteriores, ou seja, a Ciência está em constante construção, complementação ou transformação.**

### Modelo atômico de Dalton

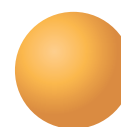
Em 1803, o químico inglês John Dalton (1766-1844) propôs uma teoria que reafirmou o pensamento grego sobre a existência de átomos. Ela ficou conhecida como teoria atômica de Dalton e trazia as propostas apresentadas a seguir.

- Todo elemento químico é formado por partículas extremamente pequenas chamadas átomos.
- Todos os átomos de um determinado elemento químico são idênticos. Ou seja, átomos de diferentes elementos químicos são diferentes uns dos outros e têm propriedades também distintas.
- Os átomos de um elemento químico não podem ser criados, destruídos ou transformados em átomos de outro elemento químico em reações químicas.
- Dois ou mais elementos químicos são capazes de formar um composto. Cada composto sempre tem o mesmo número relativo de átomos.

Com base na teoria proposta por Dalton, concluiu-se que o modelo sugerido por ele considerava o átomo uma esfera maciça, homogênea, indivisível e indestrutível. Além disso, essa teoria propõe que todo elemento químico apresenta determinada massa. Esse modelo atômico ficou conhecido como bola de bilhar.



Gravura de John Dalton, publicada em 1860.



CARLOS BORNARQUINO DA EDITORA

Representação não proporcional. Cor-fantasia.

Representação simplificada do modelo atômico proposto por Dalton.

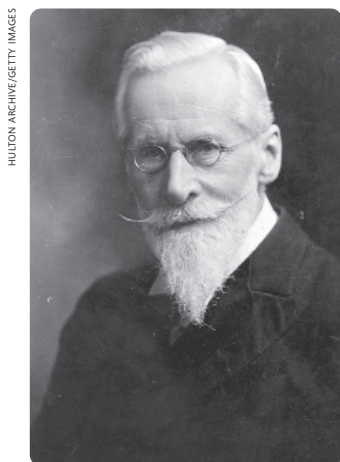
Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 44.

A teoria proposta por Dalton foi aceita pela comunidade científica até o final do século XIX, quando sucessivos estudos mostraram que o átomo não era uma partícula indivisível e imutável.

Outros modelos foram criados, substituindo o modelo atômico de Dalton. Apesar disso, algumas das ideias expressas nessa teoria são aceitas até os dias de hoje. A teoria de Dalton também foi de grande importância para o conhecimento científico. Isso porque forneceu respostas satisfatórias a diversos problemas químicos da época e incentivou a comunidade científica a investigar a estrutura dos átomos.

## Modelo atômico de Thomson

No final do século XIX, cientistas como o químico inglês William Crookes (1832-1919) e o físico inglês Joseph Thomson (1856-1940) realizaram experimentos para compreender a estrutura do átomo.



Retrato de William Crookes.



Retrato de Joseph Thomson.

Crookes e Thomson evidenciaram que os átomos apresentavam uma porção carregada positivamente e outra carregada negativamente. A presença de cargas elétricas era um fato ainda não esclarecido na época. Por isso, surgiram mais dúvidas sobre a constituição e a estrutura dos átomos.

Um dos experimentos realizados por Crookes utilizava um tubo contendo gás e dois eletrodos, os quais permitiam submeter o gás a altas tensões elétricas. Esse experimento ficou conhecido como **tubo de Crookes**. Por meio dele, o cientista percebeu que havia um fluxo de partículas pelo gás, os chamados raios catódicos. Verificou também que esse fluxo estava relacionado à emissão de luz dentro do tubo, o que sugeria a natureza elétrica da matéria.

**Glossário**

163

- Explique aos alunos que por muitos séculos a ideia de que a matéria seria constituída de átomos não era aceita. Comente com os alunos que, no século XVII, essas ideias começaram a mudar e passou-se a defender o atomismo. O físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) realizou estudos sobre as substâncias químicas. Ele observou que, quando substâncias eram combinadas, formavam outros compostos. Assim, concluiu que, além de os átomos existirem e formarem os compostos químicos, os elementos se combinavam de formas diferentes.

- Ao abordar o modelo atômico de Dalton, peça aos alunos que o comparem ao modelo dos filósofos gregos Leucipo e Demócrito sobre a estrutura da matéria, abordadas no início do capítulo. Oriente-os a comparar essas ideias com a teoria atômica de Dalton.

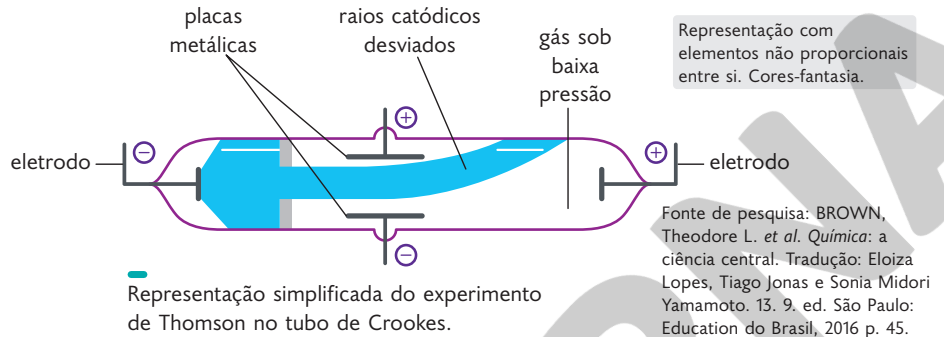
- Explique aos alunos que Dalton foi responsável por consolidar a ideia de átomo como unidade elementar da matéria. Para isso, comente com eles os principais postulados que Dalton elaborou a respeito do átomo e de suas propriedades e as principais características de seu modelo atômico. Se possível, utilize uma esfera maciça para explicar as características do átomo, como o fato de ele ser esférico, maciço e indivisível. Mas esclareça que se trata apenas de um modelo explicativo.

- Auxilie os alunos na interpretação das informações contidas no esquema que apresenta o tubo de Crookes. Destaque a importância desse experimento informando que ele foi um dos mais importantes realizados por Thomson com o tubo de Crookes. Thomson observou que o cátodo (eletrodo carregado negativamente) do tubo de Crookes emitia um feixe de partículas que podiam ser desviadas ao passar entre as placas de metal com cargas elétricas opostas ou pela aproximação de um ímã. Com isso, ele mostrou que essas partículas tinham carga elétrica negativa. Atualmente, sabe-se que as partículas desviadas com carga negativa no tubo de Crookes são os elétrons.

- O modelo atômico de Thomson, em geral, é relacionado a um pudim de passas. Caso os alunos não conheçam essa sobremesa, faça outras analogias, como uma bola de sorvete de flocos, em que os flocos de chocolate representam os elétrons espalhados por todo o sorvete, e a bola de creme representa a esfera maciça carregada positivamente. Informe que na bola de sorvete de flocos podemos separar os flocos de chocolate da massa, assim como o proposto por Thomson, que dizia que os elétrons poderiam ser facilmente removidos dos átomos.

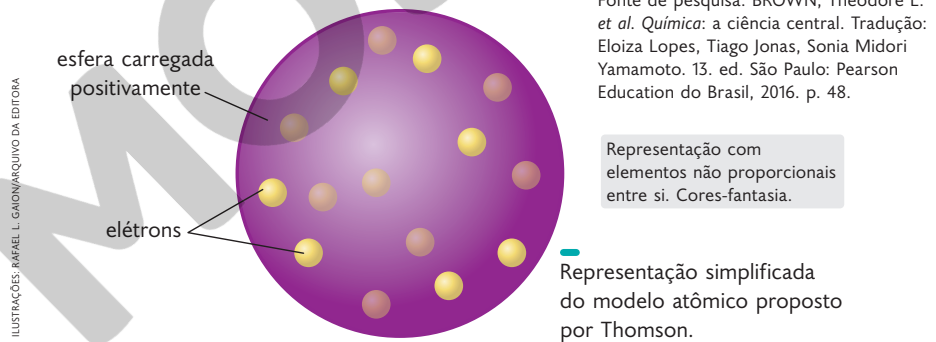
Thomson realizou diversos experimentos com o tubo de Crookes. Observe a representação de um deles a seguir.

Em um de seus experimentos com o tubo de Crookes, Thomson observou que os raios catódicos eram desviados ao passar entre placas de metais eletricamente carregadas. Esse desvio ocorria em direção à placa carregada positivamente. Logo, Thomson concluiu que as partículas do raio catódico tinham carga elétrica negativa.



Após diversos estudos sobre esse fenômeno, Thomson concluiu que a luz observada nos experimentos com o tubo de Crookes era emitida em virtude do deslocamento de partículas carregadas negativamente. Ele também constatou que elas estavam presentes em toda matéria.

Diante dessas observações, em 1897, Thomson sugeriu um modelo atômico. De acordo com ele, o átomo seria uma esfera carregada positivamente. Imersa nessa esfera, havia partículas com carga elétrica negativa, as quais posteriormente foram chamadas **elétrons**. Para Thomson, esses elétrons poderiam ser facilmente removidos dos átomos. Por isso, nesse modelo, o átomo passou a ser considerado divisível.

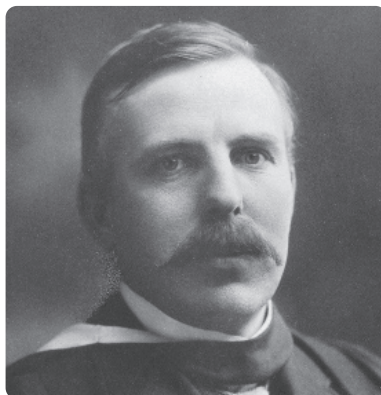




## Modelo atômico de Rutherford

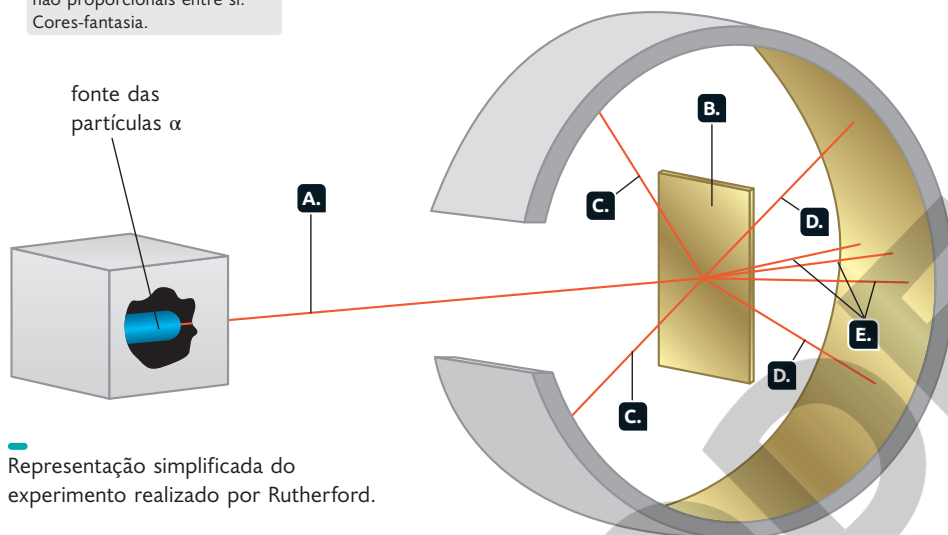
O modelo atômico de Thomson foi aceito pela comunidade científica por alguns anos. No entanto, experimentos realizados no início do século XX por cientistas como o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) contestaram o modelo proposto por Thomson.

Observe a seguir um dos experimentos realizados por Rutherford.



Retrato de Ernest Rutherford.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Representação simplificada do experimento realizado por Rutherford.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 49.

Rutherford incidiu um feixe de partículas positivas, chamadas partículas alfa ( $\alpha$ ) (A), sobre uma fina lâmina de ouro (Au) (B). Uma pequena porção das partículas (C) foi refletida pela lâmina. Algumas sofreram desvios em sua trajetória (D), enquanto a maioria das partículas positivas atravessou a lâmina (E).

Durante a análise dos resultados obtidos, Rutherford propôs três conclusões. Elas se baseavam no comportamento das partículas positivas durante o experimento realizado e ajudaram a propor a estrutura do átomo. Observe a seguir.

• Ao abordar o modelo atômico de Rutherford, informe aos alunos que, além da lâmina de ouro, ele utilizou outros metais em seus experimentos. Diga-lhes também que Rutherford tinha estudos no campo da radioatividade e, ao pesquisar sobre a natureza das partículas alfa, realizou o experimento que deu origem ao seu modelo atômico. Explique a eles que a fonte de partículas alfa consistia em uma caixa de chumbo contendo em seu interior uma pequena quantidade do elemento químico radioativo polônio (Po). Depois que as partículas subatômicas forem apresentadas, retorne ao experimento de Rutherford para explicar que as partículas alfa são formadas por dois prótons e dois nêutrons.

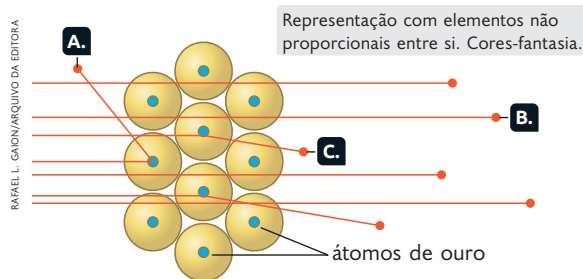
## Atividade a mais

• Antes de abordar o esquema com a representação do comportamento das partículas alfa no início desta página, pergunte aos alunos qual seria o comportamento esperado para as partículas no modelo de Thomson. Se necessário, desenhe na lousa o feixe de partículas alfa e o átomo de Thomson antes de ocorrer a interação entre eles. Acompanhe se a turma compreende que seriam esperados apenas pequenos desvios, pois não há regiões densas no modelo de Thomson.

• Auxilie os alunos na interpretação do experimento e, se possível, reproduza na lousa os três principais comportamentos das partículas alfa: as que conseguiram atravessar a folha, as que sofreram desvios e as que sofreram reflexão, conforme exemplificado no esquema.

• O modelo atômico de Rutherford pode ser exemplificado por meio de uma analogia ao Sistema Solar, que corresponderia ao átomo: o Sol representaria o núcleo positivo e os planetas, os satélites e os asteroides seriam os elétrons que orbitam ao redor do núcleo, existindo espaços vazios entre o núcleo e os elétrons.

• Explique aos alunos que a principal inconsistência do modelo atômico de Rutherford se referia à sua explicação sobre o comportamento dos elétrons em torno do núcleo, pois, se estivessem em movimento circular com velocidade constante, os elétrons emitiriam energia constantemente e acabariam reduzindo a velocidade. Isso ocasionaria um colapso no átomo, pois o elétron, ao perder velocidade, tenderia a se chocar com o núcleo.



Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. et al. *Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 49.

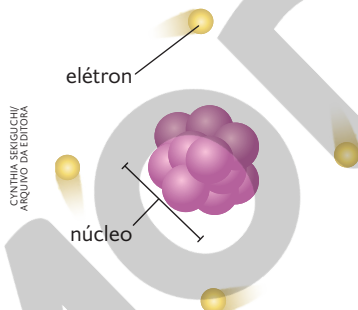
— Representação do comportamento das partículas  $\alpha$  ao incidir nos átomos da lâmina de ouro durante experimento realizado por Rutherford.

- A.** A reflexão de algumas partículas ocorria porque elas atingiam diretamente a região pequena e densa do átomo.
- B.** Algumas partículas positivas conseguiam atravessar a lâmina de ouro porque elas incidiam nos espaços praticamente vazios no átomo. Eles continham os elétrons.
- C.** As partículas  $\alpha$  que sofriam desvios eram aquelas que se aproximavam de uma região dos átomos que contém partículas de mesma carga, ou seja, positiva.

Com base nos resultados de seus experimentos, Rutherford percebeu que, diferentemente do proposto pelo modelo atômico de Thomson, as cargas positivas não estavam espalhadas por todo o átomo. Elas estavam concentradas em uma região que Rutherford chamou de **núcleo**. Em 1919, esse cientista deu o nome de **prótons** às partículas positivas do átomo.

Assim, de acordo com Rutherford, o átomo consistia em um pequeno núcleo com prótons, ou seja, partículas de carga positiva. No núcleo se concentrava a maior parte da massa do átomo.

O volume ao redor do núcleo apresentava espaços vazios, que correspondiam à maior porção do átomo e onde os elétrons – partículas de carga negativa – se movimentavam.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: MODELO atômico de Rutherford. *Enciclopédia Britânica*. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Rutherford-model>. Acesso em: 27 fev. 2022.

— Representação simplificada do modelo atômico proposto por Rutherford.

Em 1932, o físico inglês James Chadwick (1891-1974) descobriu que existiam partículas no núcleo atômico que não tinham carga elétrica. Elas foram denominadas **nêutrons** e, juntamente com os prótons, compunham toda a massa do núcleo de um átomo. Além disso, Chadwick verificou que o valor da massa de um nêutron é praticamente o mesmo da de um próton.

## Modelo atômico de Rutherford-Bohr

O modelo atômico proposto por Rutherford continha importantes informações relativas ao núcleo e às cargas positivas dos átomos. No entanto, ainda no início do século XX, houve diversas tentativas de explicar o comportamento dos elétrons, ou seja, das cargas negativas.

O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) foi o primeiro cientista a apresentar um modelo que representasse o comportamento dos elétrons nos átomos.

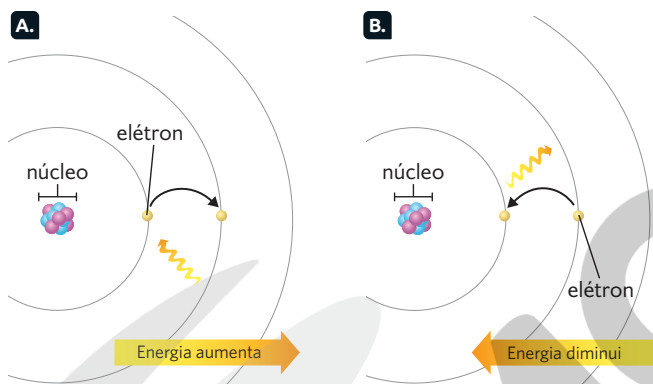
Bohr propôs que, em um átomo, o elétron se moveria em órbita circular ao redor do núcleo atômico, não estando totalmente livre para obter qualquer quantidade de energia. Isso porque, de acordo com esse cientista, os elétrons poderiam conter apenas quantidades específicas de energia.

Assim, Bohr desenvolveu para o átomo de hidrogênio (H) um modelo atômico que tem um conjunto de níveis de energia, representados pelas circunferências em torno do núcleo atômico. Nesse modelo, os elétrons de cada nível apresentam determinada quantidade de energia – quanto mais afastados do núcleo, maior é a quantidade de energia que eles têm. Além disso, segundo Bohr, um elétron pode mudar momentaneamente de nível quando absorve ou libera energia.



Retrato de Niels Bohr.

REPRODUÇÃO - BIBLIOTECA DO CONGRESSO, WASHINGTON, EUA



**A.** Ao absorver energia, o elétron “salta” para um nível de energia mais afastado do núcleo.

**B.** Ao “saltar” para um nível de energia mais próximo ao núcleo, o elétron libera energia, como na forma de luz.

Fonte de pesquisa: TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. *Física moderna*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. p. 117.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representações simplificadas do átomo de hidrogênio, com os diferentes níveis de energia, e das mudanças de nível realizadas por um elétron: absorvendo energia (imagem A) e liberando energia (imagem B). Nessas imagens, a seta tortuosa representa a energia absorvida ou liberada durante a transição do elétron entre os níveis de energia.

167

• Diga aos alunos que o modelo de Rutherford-Bohr utilizou fundamentos da mecânica quântica, segundo a qual os elétrons giram em órbitas com determinada quantidade de energia. O elétron, ao ser excitado, ganha energia e “salta” para um nível de energia mais externo. Ao retornar para o seu nível energético de origem, essa mesma quantidade de energia é emitida.

### Algo a mais

• Para mais informações sobre o contexto científico que envolveu o desenvolvimento do modelo atômico de Rutherford-Bohr, acesse o material a seguir. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/denilsonmaia/modelos-atomicos-o-modelo-de-bohr>. Acesso em: 16 maio 2022.

• Ao abordar o esquema com a representação dos saltos de energia do elétron, retorne à gravura presente na abertura desta unidade e diga aos alunos que as cores visíveis durante a queima dos fogos de artifício ocorrem devido à transição de um nível de maior energia para um nível de menor energia. Explique que a cor amarela é proveniente de sais de sódio; a cor azul, de sais de cobre; a cor

laranja, de sais de cálcio; a cor verde, de sais de bário; e a cor vermelha, de sais de estrôncio e lítio. Se possível, ouça com eles o *podcast* do Conselho Federal de Química sobre a química por trás dos fogos de artifício. Disponível em: <http://cfq.org.br/noticia/voce-conhece-a-quimica-por-tras-dos-fogos-de-artificio/>. Acesso em: 16 maio 2022.

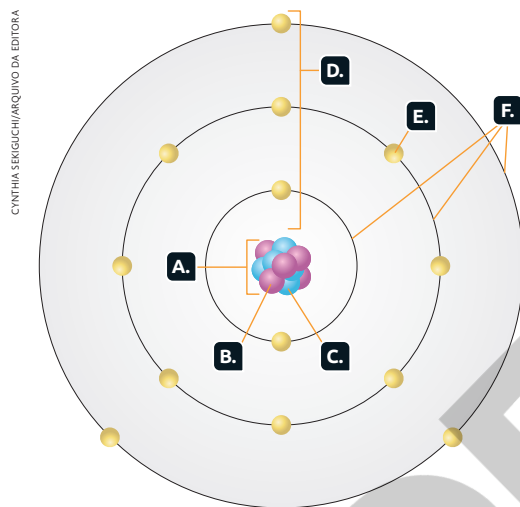


- Ao mencionar que a maior região de um átomo é o volume no qual os elétrons estão posicionados, diga para eles que o diâmetro ocupado pela eletrosfera é cerca de 100 mil vezes maior que a medida da área do núcleo. Se o núcleo do átomo tivesse as dimensões apresentadas na página do **Livro do Aluno**, a eletrosfera teria um diâmetro de cerca de 1050 m.
- Se os alunos tiverem dificuldade para responder à questão **14**, enfatize para eles que a carga do próton e a do elétron têm a mesma magnitude, mas sinais opostos. Explique a eles que os átomos têm a mesma quantidade de elétrons e de prótons, ou seja, são eletricamente neutros.
- É importante ressaltar aos alunos que, apesar de o núcleo ser muitas vezes ilustrado como uma esfera, ele não é como o núcleo de uma célula, pois não existe uma estrutura que limita o núcleo do átomo, como a membrana existente nas células. Já com relação aos elétrons, o “limite” do átomo é o último elétron da eletrosfera e suas camadas não são circulares. Explique que esse é um modelo simplificado, utilizado apenas como recurso didático.

De acordo com o modelo de Rutherford-Bohr, a maior região do átomo fica ao redor do núcleo e contém os elétrons. Ela é chamada **eletrosfera**. Nela, os elétrons estão em constante movimento. Já as regiões da eletrosfera com maior probabilidade de se encontrar elétrons são conhecidas como **camadas eletrônicas** ou **níveis de energia**.

O núcleo do átomo é constituído de prótons, partículas de carga positiva, e de nêutrons, partículas eletricamente neutras. O número de nêutrons pode ser diferente do de prótons.

Observe a seguir uma representação simplificada do átomo, baseada no modelo de Rutherford-Bohr.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação simplificada da estrutura de um átomo de acordo com o modelo proposto por Rutherford-Bohr.

De acordo com esse modelo atômico, o átomo consiste em um núcleo central (A) composto por prótons (B) e nêutrons (C).

Na eletrosfera (D) estão os elétrons (E), distribuídos em níveis de energia (F).

Fonte de pesquisa: ATOMIC models. *University of New South Wales*. Disponível em: <https://www.unsw.edu.au/science/our-schools/materials/engage-with-us/high-school-students-and-teachers/online-tutorials/atomic-bonding/atomic-bonding-introduction/atomic-models>. Acesso em: 12 abr. 2022.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Os estudos sobre a estrutura e a composição da matéria são muito importantes, pois, além de permitir a criação de diferentes modelos atômicos, auxiliam na compreensão de diversos fenômenos, como os relacionados à eletricidade.

**Questão 14.** Considerando que, em um átomo, o número de prótons é igual ao de elétrons, o que você pode concluir quanto à carga elétrica desse átomo?

Os átomos dos elementos químicos conhecidos atualmente, no estado fundamental, podem ter até sete níveis de energia. Cada um deles é designado, respectivamente, pelas letras K, L, M, N, O, P e Q, seguindo essa ordem desde a camada mais próxima do núcleo até a mais distante.

**Estado fundamental:** nesse caso, refere-se ao estado de menor energia do átomo e no qual ele se encontra mais estável, ou seja, aquele em que seus elétrons estão nos níveis mais baixos de energia possíveis.

**Questão 14. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que o átomo apresenta neutralidade elétrica, pois a quantidade de cargas positivas é igual à de cargas negativas.

Para os elementos químicos conhecidos e no estado fundamental, a quantidade máxima de elétrons que pode ocupar cada nível de energia é apresentada no quadro a seguir.

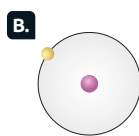
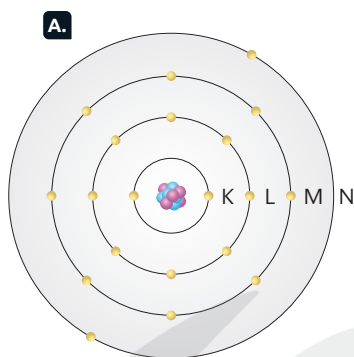
Nível de energia	Quantidade máxima de elétrons
K	2
L	8
M	18
N	32
O	32
P	18
Q	8

Questão 16. Resposta: Espera-se que, para o átomo de cálcio, os alunos citem: K – 2 elétrons; L – 8 elétrons; M – 8 elétrons; N – 2 elétrons. Já para o átomo de hidrogênio, espera-se que eles citem: K – 1 elétron. Professor, professora: Ao abordar a ilustração B, comente com os alunos que o hidrogênio é o elemento químico de estrutura atômica mais simples. Em sua forma estável, apresenta um próton em seu núcleo e um elétron em sua eletrosfera.

A distribuição dos elétrons nos níveis de energia é realizada respeitando diversas regras, como a quantidade máxima de elétrons admitida em cada nível. De modo geral, nem todos os átomos têm os sete níveis de energia apresentados.

Além de estarem associados às regiões da eletrosfera com maior probabilidade de encontrarem os elétrons, os níveis de energia também estão relacionados à energia dos elétrons. Por exemplo, um elétron que está no nível L tem maior quantidade de energia do que um elétron que se encontra no nível K.

Observe a imagem a seguir e responda às questões propostas.



Fonte de pesquisa: SALMERON, Roberto A. A estrutura atômica. *Centro de ensino e pesquisa aplicada, USP*. Disponível em: [http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/moderna/universitario/cap02/cap2\\_01.php](http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/moderna/universitario/cap02/cap2_01.php). Acesso em: 28 fev. 2022.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: ATOMIC models. *University of New South Wales*. Disponível em: <https://www.unsw.edu.au/science/our-schools/materials/engage-with-us/high-school-students-and-teachers/online-tutorials/atomic-bonding/atomic-bonding-introduction/atomic-models>. Acesso em: 12 abr. 2022.

Representações simplificadas da estrutura do átomo de cálcio (Ca) (imagem A) e da estrutura do átomo de hidrogênio (imagem B).

Questão 15. Resposta: Espera-se que os alunos respondam que o átomo de cálcio apresenta quatro níveis de energia (K, L, M e N). Já o de hidrogênio tem apenas um nível de energia (K).

**Questão 15.** Quantos e quais níveis de energia os átomos de cálcio e de hidrogênio têm?

**Questão 16.** Quantos elétrons cada um dos átomos representados tem em cada nível de energia?

Informe que muitos outros cientistas contribuíram para a compreensão da estrutura atômica. Os físicos alemães Max Planck (1858-1947) e Werner Heisenberg (1901-1976) e o físico francês Louis de Broglie (1892-1987) também tiveram grande destaque, pois ajudaram a desenvolver um modelo mais abrangente, que não apresentava certas limitações do modelo de Bohr.

Acrescente, ainda, que atualmente são considerados apenas sete níveis, pois só foi comprovada a existência de 118 elementos químicos. Caso algum novo elemento seja descoberto ou criado, a quantidade de níveis poderá ser maior.

Leve-os a perceber que o trabalho científico é coletivo, e não individual. Embora muitas vezes um modelo seja creditado a apenas um cientista, o trabalho costuma ser executado por vários cientistas, por meio de pesquisas, debates e discussões.

Diga aos alunos que as pesquisas sobre a estrutura dos átomos continuam sendo realizadas, buscando-se, assim, propor modelos atômicos mais completos e precisos.

Caso os alunos tenham dificuldade para responder às questões 15 e 16, explique que eles devem contar a quantidade de circunferências em cada ilustração e associá-las às letras de K a Q, da camada mais próxima do núcleo para a mais afastada.

### Sugestão de avaliação

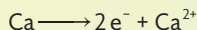
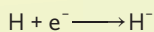
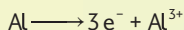
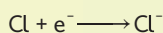
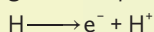
Depois de finalizar o trabalho com o conteúdo deste tópico, se possível, acesse com os alunos a linha do tempo a seguir sobre a evolução do modelo atômico e a utilize para avaliar a aprendizagem da turma e complementar o assunto ao abordar a contribuição de outros cientistas.

A EVOLUÇÃO do modelo atômico. *Univesp*, maio 2018. Disponível em: <https://apps.univesp.br/evolucao-do-modelo-atomico/>. Acesso em: 16 maio 2022.

• Comente com os alunos que o núcleo dos átomos não pode ser modificado por meio de processos químicos. Contudo, alguns átomos podem ganhar ou perder elétrons facilmente. Quando isso ocorre, a neutralidade elétrica é alterada e tem-se a formação de íons. Diga a eles que determinados grupos de elementos químicos têm tendência de ganhar ou de perder elétrons, e apresente-lhes mais exemplos. Se possível, desenhe os átomos com seus respectivos elétrons distribuídos nos níveis de energia, introduzindo e removendo elétrons de forma a criar os íons.

### Sugestão de avaliação

Para acompanhar a aprendizagem dos alunos, escreva na lousa os exemplos a seguir e peça-lhes que respondam que tipo de íon foi formado e quantos elétrons foram ganhos ou perdidos.

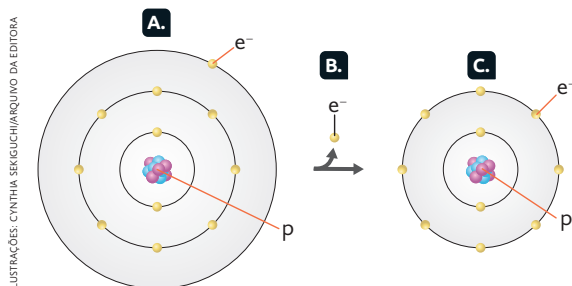


• Ressalte que as propriedades dos íons são diferentes das propriedades dos átomos que deram origem a eles. O ganho ou a perda de um ou mais elétrons gera uma espécie carregada com comportamento muito diferente de seu átomo ou grupo de átomos associados.

## Íons

Um átomo eletricamente neutro apresenta a mesma quantidade de prótons e de elétrons. No entanto, em algumas situações, um átomo pode ceder ou receber elétrons, passando a ser chamado **íon**.

Quando um átomo cede um elétron, seu número de prótons passa a ser maior que o de elétrons. Como o próton tem carga positiva, o átomo fica carregado positivamente, originando um íon chamado **cátion**. Observe a seguir.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI/ARQUIVO DA EDITORA

Representação simplificada da formação de um cátion.

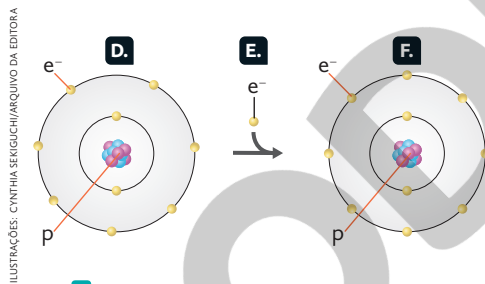
Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

O átomo de sódio neutro (Na) (imagem A) contém 11 prótons (p) e 11 elétrons (e<sup>-</sup>).

Ao perder um elétron (imagem B), o átomo de sódio passa a apresentar 11 prótons e 10 elétrons, formando o cátion sódio (Na<sup>+</sup>) (imagem C).

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 3. p. 49.

Quando um átomo recebe um elétron, a quantidade de elétrons passa a ser maior que a de prótons. Como o elétron tem carga negativa, o átomo fica carregado negativamente, originando um íon chamado **ânion**. Observe a seguir.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI/ARQUIVO DA EDITORA

Representação simplificada da formação de um ânion.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

O átomo de flúor neutro (F) (imagem D) contém 9 prótons e 9 elétrons.

Ao ganhar um elétron (imagem E), o átomo de flúor passa a apresentar 9 prótons e 10 elétrons, formando o ânion flúor (F<sup>-</sup>) (imagem F).

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 3. p. 49.

Os íons são representados com um sinal sobrescrito ao símbolo do elemento químico. Os cátions apresentam um sinal positivo, e os ânions, um sinal negativo. O número que aparecer acompanhando esses sinais indica a quantidade de elétrons que o elemento cedeu ou recebeu. Leia os exemplos a seguir.

- K<sup>+</sup>: o átomo de potássio (K) cedeu um elétron.
- O<sup>2-</sup>: o átomo de oxigênio (O) recebeu dois elétrons.



## Propriedades dos átomos

Observe as fotos a seguir.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Latas feitas de metal.



Panela feita de metal.

**Questão 17.** Em sua opinião, os objetos apresentados nas fotos A e B são compostos pelo mesmo tipo de material? Justifique sua resposta. *Questão 17. Resposta nas orientações ao professor.*

**Questão 18.** O que você pode dizer a respeito dos átomos que compõem os metais apresentados nas imagens A e B?

Cada elemento químico que compõe a matéria apresenta características próprias. Em geral, essas características não são visíveis. No entanto, em alguns casos, certas características podem se apresentar de maneira bastante clara, como as cores no caso do alumínio (Al) (imagem A) e do cobre (Cu) (imagem B).

Tanto o cobre quanto o alumínio são metais. Se analisarmos os átomos desses materiais, perceberemos que eles também apresentam propriedades distintas, como número atômico e número de massa.

*Questão 18. Resposta: O objetivo desta questão é levar os alunos a refletir sobre a constituição da matéria em cada um dos casos. Caso eles tenham reconhecido que se trata de diferentes metais, poderão citar que os átomos que compõem esses metais também são distintos.*

### Número atômico (Z)

Cada elemento químico apresenta um número fixo de prótons em seu núcleo atômico. Sendo assim, todos os átomos de um mesmo elemento químico têm o mesmo número de prótons (p) em seu núcleo. Por exemplo, todos os átomos que apresentarem 29 prótons em seu núcleo serão átomos do elemento químico cobre. Já todos os átomos que tiverem 13 prótons em seu núcleo serão do elemento químico alumínio.

O que difere um elemento de outro é, portanto, o número de prótons existentes em seu núcleo. No estudo da Química, o número de prótons no núcleo de um átomo é chamado **número atômico** e é representado por Z.

### Número de massa (A)

O núcleo de um átomo contém prótons e nêutrons (n), constituindo, aproximadamente, toda a massa do átomo. A massa dos elétrons é tão pequena em relação à do núcleo que, geralmente, não é considerada.

- Se os alunos tiverem dificuldade para responder às questões 17 e 18, peça-lhes que observem o aspecto dos materiais e digam se apresentam alguma característica que permita diferenciá-los. É possível que eles conheçam o material utilizado nas latinhas e na panela. Auxilie-os a resgatar seus conhecimentos informando que o material utilizado nas latinhas é reciclado no Brasil e questionando se o material da panela tem alguma semelhança com o metal dos fios condutores de eletricidade.

- Diga aos alunos que o número atômico representa a quantidade de prótons que cada átomo possui, e o que distingue um elemento químico de outro é a quantidade de prótons em seu núcleo. Caso necessário, leve para a sala de aula uma tabela periódica e identifiquem o número atômico de cada elemento.

### Resposta

**Questão 17.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os alunos analisem as características dos materiais das imagens. Espere-se que os alunos respondam que não, porque os materiais apresentam coloração diferente. Enquanto um tem coloração acinzentada, o outro apresenta coloração avermelhada.

• Ao abordar a notação dos elementos químicos desta página, explique para os alunos que eles não são representados dessa forma na tabela periódica, que será estudada no próximo capítulo. Diga também que as tabelas periódicas podem apresentar mais ou menos informações do que aquelas apresentadas neste livro.

• Enfatize para os alunos que é o número atômico que diferencia um elemento químico de outro. Contudo, diga a eles que, ao observar as substâncias na natureza, é possível identificar átomos com o mesmo número atômico, mas com massas diferentes, devido à diferença no número de nêutrons. Esses átomos são representados por um mesmo elemento químico e são chamados **isótopos**.

• Os átomos também podem apresentar a mesma massa, mas números atômicos diferentes. Nesse caso, esses elementos são chamados **isóbaros**. Já quando a semelhança é apenas o número de nêutrons, os elementos químicos são ditos **isótonos**.

• Se possível, reproduza na lousa o quadro a seguir, com as informações do carbono-12 e seus isótopos.

Símbolo	p	n	A
$^{12}_6\text{C}$	6	6	12
$^{13}_6\text{C}$	6	7	13
$^{14}_6\text{C}$	6	8	14

• Diga aos alunos que aproximadamente 99% dos átomos de carbono existentes na natureza se encontram sob a forma de carbono-12. Cerca de 1% apresenta diferentes quantidades de nêutrons e, consequentemente, diferentes números de massa.

O carbono-12 é o carbono presente no diamante e na grafita. Já o carbono-14 atualmente é muito utilizado na Arqueologia e na Paleontologia para determinar a idade aproximada de objetos de madeira ou fósseis. Quando um ser vivo morre, a quantidade de átomos de C-14 presente em seu organismo é reduzida pela metade a cada 5730 anos, que é o período chamado **meia-vida**. Assim, é possível estimar o tempo que decorreu desde a

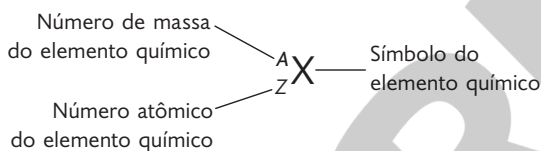
A soma do número de prótons (p) e do de nêutrons (n) é denominada **número de massa**. Ele é dado pelas fórmulas apresentadas a seguir.

$$A = p + n \text{ ou } A = Z + n$$

em que:

- A é o número de massa;
- p é o número de prótons no núcleo do átomo;
- n é o número de nêutrons no núcleo do átomo;
- Z é o número atômico.

Observe esses símbolos na notação a seguir, considerando que X representa um elemento químico qualquer.



**Questão 19.** Qual é o número de prótons e de nêutrons do elemento químico ouro  $^{197}_{79}\text{Au}$ ? Faça os cálculos no caderno.

Você estudou que um elemento químico é caracterizado pelo seu número atômico, que é fixo para cada elemento. No entanto, isso não vale para o número de massa, que pode variar entre os átomos de uma amostra natural de determinado elemento químico. Isso ocorre porque os átomos podem ter números variados de nêutrons.

Como exemplo, podemos citar o carbono (C). Existem quinze tipos diferentes de átomos de carbono. Porém, apenas três são naturais: o carbono-12 ( $^{12}_6\text{C}$ ), o carbono-13 ( $^{13}_6\text{C}$ ) e o carbono-14 ( $^{14}_6\text{C}$ ). Neles, os números atômicos são iguais, mas o número de massa varia. Por isso, eles são chamados **isótopos**.

### Sugestões complementares

Acesse o simulador Monte um átomo, disponível no site PhET – Interactive simulations, da University of Colorado Boulder. Esse simulador oferece três opções: “Construir átomo”, “Símbolo” e “Jogo”. Nelas, você pode, por exemplo, adicionar partículas a um átomo e descobrir a qual elemento químico ele se refere, explorar a representação dos átomos e descobrir o elemento químico relativo a determinadas informações. 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: 7 jun. 2022.

morte de um ser vivo por meio da análise da quantidade de C-14 presente nele.

- Ainda sobre os isótopos, diga aos alunos que as informações do elemento químico que aparecem na tabela periódica são referentes à forma mais estável e mais abundante dele.
- Caso os alunos tenham dificuldade para resolver a questão 19, oriente-os a ler novamente o esquema desta página com as indicações das informa-

ções na representação de um elemento químico, identificando o que representa os números 197 e 79 do ouro. Em seguida, oriente-os a analisar se a quantidade de nêutrons pode ser obtida com a fórmula do número de massa.

**Questão 19.** Resposta: O elemento químico ouro apresenta número atômico 79 ( $Z = 79$ ). Assim, ele tem 79 prótons em um átomo. Como a massa é a somatória do número de prótons mais o número de nêutrons ( $A = p + n$ ), para se descobrir o número de nêutrons, basta subtrair do número de massa o número atômico. Assim, temos:  $A - Z = n \Rightarrow 197 - 79 = n \Rightarrow n = 118$ . Logo, o átomo de ouro apresenta 79 prótons e 118 nêutrons.

## Alquimia

Entre os séculos III a.C. e XVI d.C., foram desenvolvidas diversas técnicas cujo objetivo era promover a transformação da matéria. O conjunto delas foi convencionalmente chamado **alquimia** e recebeu influência da filosofia grega, do misticismo oriental e da tecnologia egípcia.

Os alquimistas combinavam conhecimentos de diferentes áreas, como astrologia, Filosofia, misticismo, Arte, metalurgia, Física, Química, Medicina e religião. Os principais objetivos dos praticantes da alquimia era encontrar a pedra filosofal, que teria o poder de transformar metais em ouro, e produzir o elixir da vida eterna, capaz de curar qualquer doença.

Enquanto buscavam alcançar esses objetivos, os alquimistas colaboraram imensamente para o desenvolvimento de muitas técnicas químicas, além de terem descoberto diferentes elementos e substâncias químicas. Alguns equipamentos e técnicas utilizados atualmente em laboratórios são criações dos alquimistas, como a trituração, a sublimação e a destilação. Os alquimistas foram inspiração inclusive para a Arte. Observe a pintura a seguir.



Interior com um alquimista e seus assistentes, de Victor Mahu.  
Óleo sobre tela, 58,5 cm x 84 cm, 1690.

A passagem da alquimia para a Química se caracterizou pela introdução de procedimentos relacionados aos métodos científicos, favorecendo, assim, uma ciência aberta, racional, precisa e livre de misticismo.

- a) De acordo com o texto, podemos afirmar que os conhecimentos elaborados pelos alquimistas apresentavam embasamento científico? **Questão a. Resposta nas orientações ao professor.**

173

• Se os alunos tiverem dificuldade para responder à questão **a**, peça-lhes que leiam novamente o texto e citem quais foram as diferentes áreas do conhecimento mencionadas. Em seguida, pergunte-lhes quais delas não utilizam procedimentos científicos e acompanhe se eles conseguem reconhecê-las. Se eles não as identificarem corretamente, peça-lhes que façam uma pesquisa com o intuito de determinar os embasamentos de cada uma delas.

Esse assunto possibilita que os alunos reflitam sobre a importância da metodologia científica e da averiguação das evidências, tornando-os capazes de identificar movimentos pseudocientíficos, que são contrários às ideias científicas. Atualmente, devido ao fácil compartilhamento de informações em redes sociais, diversas dessas ideias têm ganhado força, como o terraplanismo, a negação das evidências do aquecimento global, o relacionamento de vacinas com o autismo, as terapias baseadas em “curas quânticas” etc.

## Resposta

**Questão a.** O objetivo desta questão é levar os alunos a analisar o texto e a refletir sobre os métodos científicos na elaboração do conhecimento científico. Espera-se que eles respondam que os estudos desenvolvidos pelos alquimistas não en-

volviam a aplicação do método científico. Tais estudos eram influenciados por conhecimentos de áreas não científicas, como a astrologia, o misticismo e a religião.



• Caso os alunos tenham dificuldade para fazer a associação correta na atividade 1, faça uma breve revisão sobre a evolução do modelo atômico estudado neste capítulo sem abordar muitos detalhes de cada um deles. Relembre-os que ele começou como uma simples esfera, depois se constatou a presença de partículas negativas e, em seguida, a presença de partículas positivas. Por fim, aprimorou-se o conhecimento a respeito da localização das partículas negativas. Caso eles não se recordem dos nomes dos cientistas envolvidos em cada avanço, oriente-os a retomar as páginas que abordam esses cientistas.

• Se os alunos não fizerem a associação correta na atividade 2, auxilie-os a resgatar os conhecimentos sobre as partículas subatômicas e os detalhes da estrutura atômica. Relembre-os de que existem três partículas subatômicas e que duas delas apresentam carga elétrica com sinais opostos. Com isso, acompanhe se eles mencionam o próton, o elétron e o nêutron, sendo que o próton tem carga positiva, e o elétron tem carga negativa. Em seguida, questione-os quanto à posição ocupada por essas partículas no átomo. Relate que, no experimento realizado por Rutherford, partículas positivas eram incididas em átomos e que apenas uma pequena parcela delas sofria desvio ou reflexão. Espera-se que os alunos relembrem que as partículas positivas e os nêutrons estão localizados em uma pequena e densa região chamada núcleo, enquanto os elétrons ocupam o maior volume em volta dele, em uma região chamada eletrosfera. Por fim, para lembrá-los dos níveis de energia, pergunte se os elétrons podem ocupar qualquer posição na eletrosfera e se eles podem absorver qualquer quantidade de energia.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

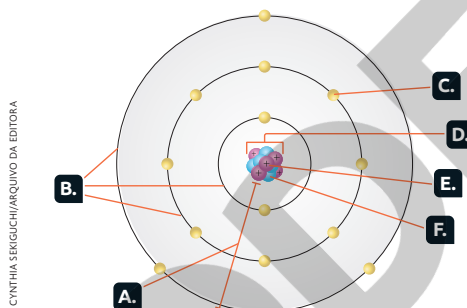
1. Associe cada um dos estudiosos apresentados a seguir (1 a 4) às descrições de seus respectivos modelos atômicos (A a D). Para isso, forme os pares de letras e números.

1. Rutherford      2. Thomson      3. Rutherford-Bohr      4. Dalton

- A.** Propôs que os átomos eram estruturas semelhantes a esferas maciças, homogêneas, indivisíveis e indestrutíveis.
- B.** Propôs que o átomo era uma esfera carregada positivamente. Imersas nessa esfera estão partículas com carga negativa, os elétrons, que podiam ser facilmente removidas dos átomos.
- C.** Propôs que o átomo consiste em um pequeno núcleo com partículas positivas – os prótons –, envolto por uma região em que os elétrons estão em constante movimento.
- D.** Propôs que os elétrons, que se distribuem em torno do núcleo, não estão distribuídos de forma aleatória. Essas partículas de carga negativa realizam movimentos circulares em regiões mais definidas, chamadas níveis de energia.

1. Resposta: A - 4; B - 2; C - 1; D - 3.

2. A imagem a seguir é a representação de um átomo com base no último modelo estudado neste capítulo, observe.



Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 3. p. 19.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da estrutura de um átomo.

Identifique a alternativa que apresenta a associação correta dos nomes das regiões indicadas na imagem.

- a) A - eletrosfera; B - elétrons; C - níveis de energia ou camadas; D - núcleo; E - próton; F - nêutron.
- b) A - eletrosfera; B - níveis de energia ou camadas; C - elétron; D - núcleo; E - nêutron; F - próton.
- c) A - núcleo; B - níveis de energia ou camadas; C - elétron; D - eletrosfera; E - nêutron; F - próton.
- d) A - eletrosfera; B - níveis de energia ou camadas; C - elétron; D - núcleo; E - próton; F - nêutron.

2. Resposta: Alternativa d.

3. Leia o trecho da reportagem a seguir e em seguida responda às questões.

[...] vamos lembrar, de modo simples, a essência da luminescência. Esse fenômeno ocorre quando um material (orgânico, inorgânico, composto etc.) absorve energia na forma de luz. Ao fazer isso, os elétrons dos átomos que formam o material ficam excitados e “saltam” para uma camada eletrônica mais energética.

Ao retornarem a camada “original” (dita de valência), essas partículas devolvem ao meio - agora, na forma de luz visível - a energia absorvida.

[...]

JÚNIOR, Severiano Alves; SILVA, José Yago Rodrigues. Sensores luminescentes: confiáveis para detectar explosivos?. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, n. 356, jul. 2019. p. 12.

3. b) Resposta: Não, pois os elétrons mudam de um nível de energia menor para um de energia maior e depois voltam ao seu nível de energia original, não alterando a quantidade de elétrons.

a) Qual dos modelos atômicos estudados neste capítulo consegue explicar o fato apresentado no trecho da reportagem? 3. a) Resposta: O modelo atômico de Rutherford-Bohr.

b) Quando o átomo absorve e emite determinada quantidade de energia, ele se transforma em algum tipo de íon? Justifique sua resposta.

4. O estudo dos átomos não se encerrou com a proposição do modelo atômico de Rutherford-Bohr. Ao longo dos anos, diversos pesquisadores investigaram essa partícula, como a física alemã Maria Goeppert-Mayer (1906-1972).

Junte-se a um colega e façam um levantamento biográfico dessa pesquisadora. Em seguida, elaborem um texto dissertativo sobre biografia de Goeppert-Mayer. Ele deve conter, necessariamente, as informações listadas a seguir.

- Informações sobre a vida da pesquisadora.
- Dificuldades que enfrentou para desenvolver seus estudos na época.
- Visão que a sociedade tinha da mulher nesse período.
- Parte do átomo cujo estudo rendeu a Goeppert-Mayer o Prêmio Nobel de Física.

4. Resposta nas orientações ao professor.



Retrato de Maria Goeppert-Mayer.

175

• Se os alunos tiverem dificuldade para realizar a atividade 3, questione qual foi o modelo que, além de mostrar o elétron na constituição do átomo, também continha explicações sobre seu comportamento.

• Ao produzir o texto da atividade 4, os alunos deverão utilizar sua capacidade de argumentação e se posicionar com base no que aprenderam do assunto. Se achar conveniente, antes de iniciar esta atividade, apresente a eles algum texto do gênero textual biografia para que conheçam sua estrutura. Acompanhe as pesquisas feitas por eles e, se necessário, auxilie-os na filtração dos objetivos da pesquisa e na seleção das fontes. Verifique se todos levantam informações sobre as dificuldades enfrentadas pela pesquisadora, como o fato de ela ter realizado parte de sua pesquisa sem remuneração e em uma sala inadequada. Tais obstáculos exigiram muita **resiliência** e **persistência** para que ela conseguisse executar um trabalho de grande importância, sendo homenageada com o prêmio Nobel.

• A realização da pesquisa para responder à atividade 4 permitirá aos alunos conhecer fatos relacionados à História das Ciências e ao desenvolvimento de conceitos sobre a estrutura da matéria. Momento adequado para desenvolver um trabalho com noções de **práticas de pesquisa**. Os alunos podem fazer uma revisão bibliográfica sobre o assunto, auxilie-os nessa etapa comentando que os itens listados no enunciado da atividade 4 podem ser considerados como um roteiro para a pesquisa.

## Resposta

4. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é incentivar os alunos a praticar a autonomia no levantamento de informações em fontes de pesquisa confiáveis, selecionar e organizar tais informações e trabalhar com a produção de texto. Além disso,

objetiva-se levá-los a refletir sobre o papel da mulher na Ciência, as dificuldades enfrentadas por elas ao longo do tempo e a influência das características da sociedade da época na produção do conhecimento científico.

## Objetivos do capítulo

- Conhecer a história da tabela periódica.
- Conhecer a tabela periódica atual.
- Identificar e interpretar as informações da tabela periódica.
- Conhecer três tipos de ligações químicas: iônicas, covalentes e metálicas.

## Justificativas

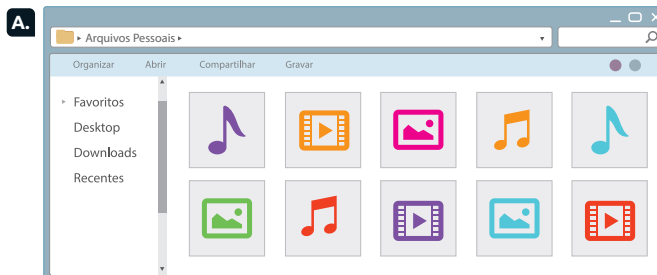
Os conteúdos sobre a classificação dos elementos químicos de acordo com suas propriedades e o desenvolvimento da tabela periódica são importantes para que os alunos saibam que os resultados de pesquisas científicas desenvolvidas durante anos por cientistas de diversas partes do mundo podem ser reunidos, organizados e disponibilizados para consulta – não só pela comunidade científica, mas por qualquer pessoa. Esse conteúdo colabora para o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC.

Além da classificação dos elementos químicos, os alunos também vão conhecer os tipos de ligações que podem ser estabelecidas entre eles, conhecimentos que são importantes para o reconhecimento dos diferentes tipos de forças que mantêm os átomos unidos e as características que elas conferem às substâncias.

## CAPÍTULO

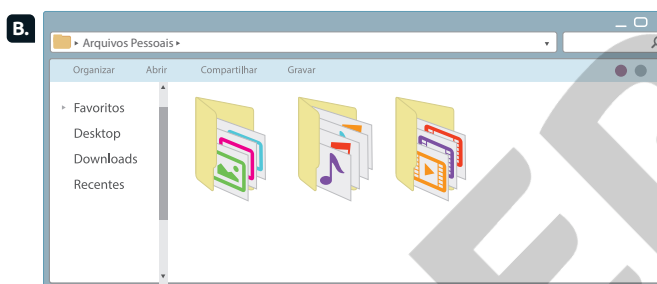
# 7 Tabela periódica

Analise a seguir as imagens de uma mesma tela de computador em datas diferentes.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da tela de um computador em 20 de fevereiro de 2022.



Questão 2. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que a tela B está organizada em pastas que contêm tipos específicos de arquivos, e o objetivo da mudança é facilitar a localização dos tipos de arquivos.

Representação da tela de um computador em 20 de março de 2022.

**Questão 1.** Quais são os tipos de arquivos que podem ser identificados nas telas dos computadores A e B? *Questão 1. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam vídeos, músicas e imagens.*

**Questão 2.** Que modificações você verifica na tela B em relação à A? Qual é o objetivo dessa mudança?

**Questão 3.** Qual foi o critério usado para organizar os arquivos? *Questão 3. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que os arquivos foram organizados de acordo com o tipo de cada um. Como você pôde conferir na imagem A, os arquivos no computador estão misturados, sem critério de organização.*

Nesse modo de distribuição, sempre que fosse necessário procurar um arquivo, demoraria certo tempo para encontrá-lo. Já na imagem B, os arquivos estão organizados em pastas, cada uma agrupando apenas um tipo de arquivo – imagem, vídeo ou música. Essa organização facilita a localização dos arquivos.

Assim, a organização facilita o desenvolvimento de nossas tarefas. Nesse contexto, a fim de facilitar a identificação e a compreensão das propriedades dos mais de 60 elementos químicos descobertos até a metade do século XIX, vários pesquisadores se dedicaram à criação de um método que pudesse organizá-los.

176

• Ao abordar as questões de 1 a 3, peça aos alunos que analisem a ilustração A e solicite-lhes que informem a localização de determinado arquivo de acordo com o tipo e a cor. Em seguida, peça-lhes que façam o mesmo com a ilustração B. Destaque como o tempo para a localização do arquivo na imagem B é menor, pois os arquivos estão agrupados e organizados. Relacione o assunto à necessi-

dade de os químicos do século XIX organizarem os elementos a fim de facilitar o estudo e a compreensão de suas propriedades.

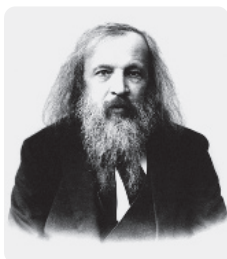
• Questione os alunos sobre os elementos químicos que eles conhecem ou já ouviram falar. Alguns deles, como ouro, prata, hidrogênio, oxigênio, ferro e sódio, certamente são de conhecimento dos alunos. Após a conver-

sa, é provável que eles percebam que existe uma grande quantidade de elementos químicos, cada um com diferentes características. Questione-os sobre a necessidade de apresentar esses elementos e suas características de maneira organizada, a fim de identificá-los facilmente, o que pode despertar o interesse dos alunos pelo estudo da tabela periódica.



Vamos conhecer a seguir alguns desses métodos de organização dos elementos químicos.

- No início do século XIX, o químico inglês John Dalton (1766-1844) listou os elementos químicos de acordo com a massa atômica ( $MA$ ) conhecida na época. No entanto, não obteve sucesso porque os dados estavam imprecisos.
- Em 1829, o químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) propôs a formação de grupos de três elementos químicos, de acordo com a semelhança de massas atômicas.
- Em 1864, o químico inglês John Alexander Reina Newlands (1837-1898) ordenou os elementos químicos conhecidos na época em sete grupos dispostos em colunas, seguindo a ordem crescente de massa atômica.
- Em 1869, o químico russo Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) propôs organizar os 63 elementos químicos até então conhecidos de acordo com sua massa atômica. Enquanto estava preparando seu livro de química inorgânica, Mendeleev deduziu que os elementos químicos tinham propriedades semelhantes.



Retrato de Dmitri Ivanovich Mendeleev.

ДМИТРИ ИВАНОВИЧ МЕНДЕЛЕЕВ - COLEÇÃO PARTICULAR

PERИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Группы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1	H	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr											He
2	Be	B	Al	Ga	In	Tl												Ne
3	Mg	Ca	Sc	Y	Zr	Hf	Rf											Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

PERИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Tabela periódica baseada na original de Mendeleev, desenvolvida em 1869.



Retrato de Henry Gwyn Jeffreys Moseley.

- Em 1913, o físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915) propôs a ordenação dos elementos químicos em função de seu número atômico ( $Z$ ), e não de sua massa atômica, como proposto por Mendeleev. Moseley percebeu que com essa organização os elementos químicos ficavam arranjados de forma mais regular.

**Questão 4.** Contraponha a organização dos elementos químicos feita por Mendeleev à organização feita por Moseley.

Atualmente, a tabela periódica é organizada em ordem crescente do número atômico dos elementos químicos. Nela, há 118 elementos oficialmente reconhecidos pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac). Verifique essa tabela na próxima página. Você poderá consultá-la sempre que for necessário.

Questão 4. Resposta: Mendeleev propôs organizar os elementos químicos com base na massa atômica deles. Já Moseley organizou os elementos químicos com base em seus números atômicos.

• Ressalte as contribuições dos cientistas citados no texto lembrando os alunos de que eles não foram os únicos que estudaram maneiras de organizar os elementos químicos, pois, ainda hoje, há cientistas que investigam outras maneiras de organizá-los. Comente que a ciência é colaborativa e que em todo estudo há muitos cientistas envolvidos, além de ela estar sujeita a mudanças, como sugerido no **Competência específica de Ciências da Natureza 1**. Estudar suas ideias e a história da ciência permite aos alunos que associem as descobertas e o desenvolvimento científico às ideias aceitas em um determinado período. Explique-lhes que a ciência é uma construção humana, portanto está sujeita a mudanças.

• Acredita-se que, para conseguir organizar as informações, Mendeleev preparou um cartão para cada um dos 63 elementos químicos conhecidos até então. Cada cartão continha o símbolo do elemento, a massa atômica e suas propriedades químicas e físicas. Ao colocar os cartões em uma mesa, Mendeleev organizou-os em ordem crescente de massa atômica, agrupando, dessa forma, elementos que tinham propriedades semelhantes.

• Explique aos alunos que, na tabela de Mendeleev, os elementos estavam arranjados em ordem crescente de massa atômica, contudo havia inconsistências quando as propriedades dos elementos eram observadas experimentalmente. Com a mudança proposta por Moseley – de utilizar o número atômico em vez da massa atômica –, essas inconsistências foram corrigidas.

• Ao abordar a questão 4, verifique se os alunos compreenderam a diferença no critério de organização dos elementos químicos e como ele se refletia empiricamente. Espera-se que eles percebam que a organização de Moseley era consistente com a periodicidade das propriedades dos elementos químicos.

### Sugestão de avaliação

Depois de trabalhar a questão 4, aproveite para averiguar o processo de aprendizagem dos alunos retomando algumas propriedades dos átomos. Peça a eles que mencionem as propriedades dos átomos estudadas até o momento e verifique se

eles indicam o número atômico, que se refere ao número de prótons de um elemento químico, e o número de massa, que é a soma do número de prótons e de nêutrons. Aproveite para destacar que massa atômica é diferente de número atômico.

• Apresente aos alunos a tabela periódica dos elementos químicos, ajudando-os a interpretar as informações contidas nela, como o nome dos elementos, o símbolo, o número atômico e a massa atômica. Peça-lhes que atentem à parte inferior da tabela, em que há uma legenda e um esquema indicando como as informações estão dispostas na tabela.

• Apresente-lhes também a disposição dos elementos químicos de acordo com o número atômico, o qual aumenta da esquerda para a direita e de cima para baixo. Informe aos alunos que o hidrogênio é o primeiro elemento químico da tabela periódica, seguido pelo hélio, lítio e assim por diante.

### Tabela periódica dos elementos químicos

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H hidrogênio 1,0	He hélio 4,0	Li lítio 6,9	Be berílio 9,0	B boro 10,8	C carbono 12,0	N nitrogênio 14,0	O oxigênio 16,0	F flúor 19,0	Ne néon 20,2	Na sódio 23,0	Mg magnésio 24,3	Al alumínio 27,0	Si silício 28,1	P fósforo 31,0	S enxofre 32,1	Cl cloro 35,5	Ar argônio 40,0
K potássio 39,1	Ca cálcio 40,1	Sc escândio 45,0	Ti titânio 47,9	V vanádio 50,9	Cr cromo 52,0	Mn manganês 54,9	Fe ferro 55,8	Co cobalto 58,9	Ni níquel 58,7	Cu cobre 63,5	Zn zinco 65,4	Ga gálio 69,7	Ge germânio 72,6	As arsênio 74,9	Se selênio 79,0	Br bromo 79,9	Kr criptônio 83,8
Rb rubídio 85,5	Sr estrôncio 87,6	Y itríio 88,9	Zr zircônio 91,2	Nb nióbio 92,9	Mo molibdênio 95,9	Tc tecnécio [97]	Ru rútenio 101,1	Rh ródio 102,9	Pd paládio 106,4	Ag prata 107,9	Cd cádmio 112,4	In índio 114,8	Sn estanho 118,7	Sb antimônio 121,8	Te telúrio 127,6	I iodo 126,9	Xe xenônio 131,3
Cs césio 132,9	Ba bário 137,3	La lantânidas 89 - 103	Hf hafnio 178,5	Ta tântalo 181,0	W tungstênio 183,8	Re rênio 186,2	Os ósio 190,2	Ir íridio 192,2	Pt platina 195,1	Au ouro 197,0	Hg mercúrio 200,6	Tl talho 204,4	Pb chumbo 207,2	Bi bismuto 209,0	Po polônio [209]	At ástato [210]	Rn radônio [222]
Fr frâncio [223]	Ra rádio [226]	Ac actínidas 89 - 103	Rf rutherfordio [261]	Db dubnio [270]	Sg seabórgio [269]	Bh bohrio [270]	Hs hásio [270]	Mt meitnério [278]	Ds darmastádio [281]	Rg roentgênio [281]	Cn copernício [285]	Nh nihônio [286]	Fl flórioio [289]	Mc moscóvio [289]	Lv livermório [293]	Ts tennesso [293]	Og oganesônio [294]
Lu lutécio 175,0	Hf hafnio 178,5	Tm tímio 168,9	Yb itêrbio 173,1	Er érbio 167,3	Dy dissprósio 162,5	Tb têrbio 158,9	Gd gadolínio 157,3	Eu europio 152,0	Gd gadolínio 157,3	Tb têrbio 158,9	Dy dissprósio 162,5	Ho hólmio 164,9	Er érbio 167,3	Tm tímio 168,9	Yb itêrbio 173,1	Lu lutécio 175,0	La lantânidas 89 - 103
Pr praseodímio 140,9	Ce cério 140,1	Nd neodímio 144,2	Pm promécio [145]	Sm samário 150,4	Eu europio 152,0	Gd gadolínio 157,3	Tb têrbio 158,9	Dy dissprósio 162,5	Ho hólmio 164,9	Er érbio 167,3	Tm tímio 168,9	Yb itêrbio 173,1	Lu lutécio 175,0	La lantânidas 89 - 103	Pr praseodímio 140,9	Ce cério 140,1	Nd neodímio 144,2
Pa protactínio 231,0	Th tório 232,0	U urânio 238,0	Np netúnio [237]	Pu plutônio [244]	Am amecício [243]	Cm cúrio [247]	Bk berquélio [247]	Cf califórnio [251]	Es einsteinio [252]	Fm fermio [257]	Md mendelécio [258]	No nobélio [259]	Lr lawrêncio [262]	La lantânidas 89 - 103	Pr praseodímio 140,9	Ce cério 140,1	Nd neodímio 144,2

Número atômico  
Símbolo  
nome  
Massa atômica

Metals de transição interna  
Gases nobres  
Metals  
Não metais

- As massas atômicas com mais de uma casa decimal tiveram seus valores arredondados.
- Observação: as cores utilizadas nesta tabela não têm significado científico; são apenas recursos visuais pedagógicos.
- Para elementos que não apresentam átomos estáveis, apresenta-se a massa atômica do isótopo com maior tempo de vida entre colchêtes.

Tabela organizada com informações de: ATKINS, Peter; IONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. BROWN, Theodore L. et al. *Chemistry: the central science*. 15. ed. Expanded edition. Pearson, 2022. IUPAC COMMISSION ON ISOTOPIC ABUNDANCES AND ATOMIC WEIGHTS. *Atomic weights of the elements 2021*. Disponível em: <https://iupac.amul.ac.uk/AW/>. Acesso em: 4 mar. 2022. SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. *Tabela Periódica dos Elementos*. 2022. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/download-tabela-periodica.php>. Acesso em: 4 mar. 2022.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

### Atividade a mais

• Leve para os alunos uma tabela periódica em inglês e faça uma conexão com o componente curricular de **Língua Inglesa**. Mostre a eles que os símbolos dos elementos químicos e seus números atômicos são universais e peça ao professor desse componente curricular que indique as palavras que apresentam

as demais informações em comum. Ressalte que, além das informações essenciais, algumas tabelas podem mostrar mais ou menos dados quando comparadas a outras. Caso os alunos questionem sobre a quantidade de elementos químicos que cada tabela apresenta, informe-lhes que, atualmente, 118 elementos

químicos são reconhecidos pela comunidade científica, mas esse número pode aumentar, pois diversos elementos presentes na tabela atual são sintéticos e equipamentos como os aceleradores de partículas podem ser utilizados para a obtenção de novos elementos químicos.

## Estudando a tabela periódica atual

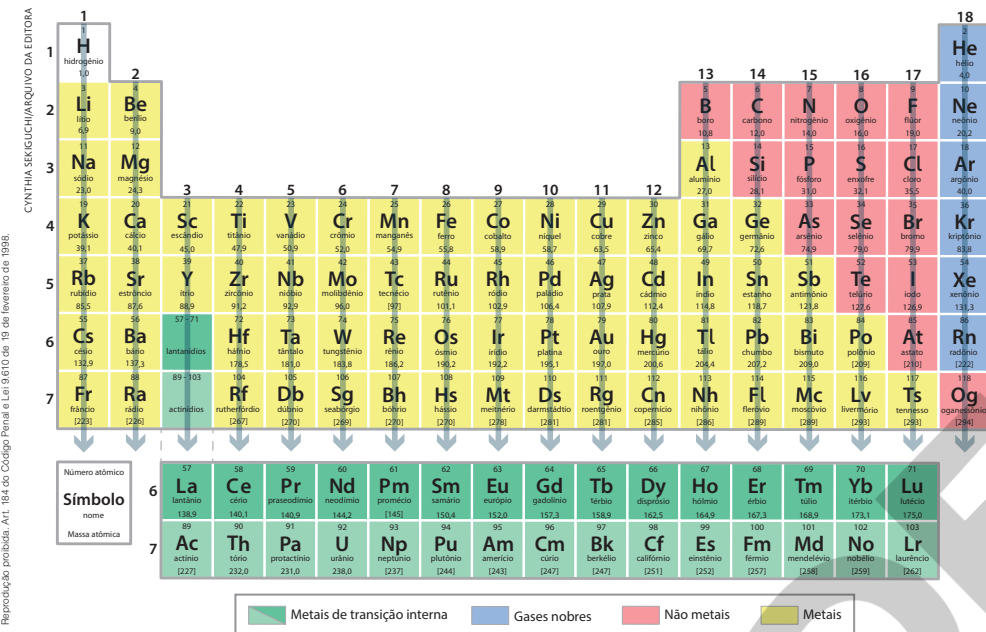
Como estudamos, os elementos químicos estão organizados sequencialmente na tabela periódica em ordem crescente do número atômico. Além dessa organização, os elementos com propriedades químicas e físicas semelhantes, que variam gradualmente, estão ordenados em colunas verticais chamadas **grupos**. A tabela periódica atual apresenta 18 grupos. Observe a seguir.

• Auxilie os alunos na localização dos 18 grupos da tabela periódica. Ao comentar que os elementos químicos de um mesmo grupo apresentam similaridades em suas propriedades químicas e físicas, mencione, por exemplo, que os elementos do grupo 18 são todos gases poucos reativos e que, no grupo 11, estão os metais cobre, prata e ouro.

### Algo a mais

• Sempre que houver atualizações na tabela periódica, obtenha a versão mais recente dela no *site* da Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

TABELA periódica dos elementos. *Sociedade Brasileira de Química*. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/download-tabela-periodica.php>. Acesso em: 19 maio 2022.



Representação da tabela periódica dos elementos químicos. As setas verticais indicam os 18 grupos dessa tabela.

Existem tabelas periódicas que dividem os grupos em “A”, “B” e “zero”. No entanto, a Iupac recomenda numerar os grupos da esquerda para a direita, de 1 a 18.

Alguns grupos, inclusive, recebem nomes especiais. Verifique no quadro ao lado.

Grupo	Nome de grupo
1	metais alcalinos
2	metais alcalinos terrosos
3 a 12	metais de transição
13	grupo do boro
14	grupo do carbono (C)
15	grupo do nitrogênio (N)
16	calcogênios
17	halogênios
18	gases nobres

Professor, professora: Os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das substâncias serão apresentadas na primeira ocorrência, por capítulo.



• Auxilie os alunos a localizar os períodos da tabela periódica, informando-lhes também os metais de transição interna, a série dos lantanídeos (sexto período) e a série dos actinídeos (sétimo período). Enfatize que as linhas horizontais formam os períodos e que elas são numeradas de cima para baixo. Para acompanhar o aprendizado, peça a eles que indiquem quantos elementos compõem o primeiro e o segundo período. Verifique se eles respondem que esses períodos são formados por dois e oito elementos químicos, respectivamente.

### Algo a mais

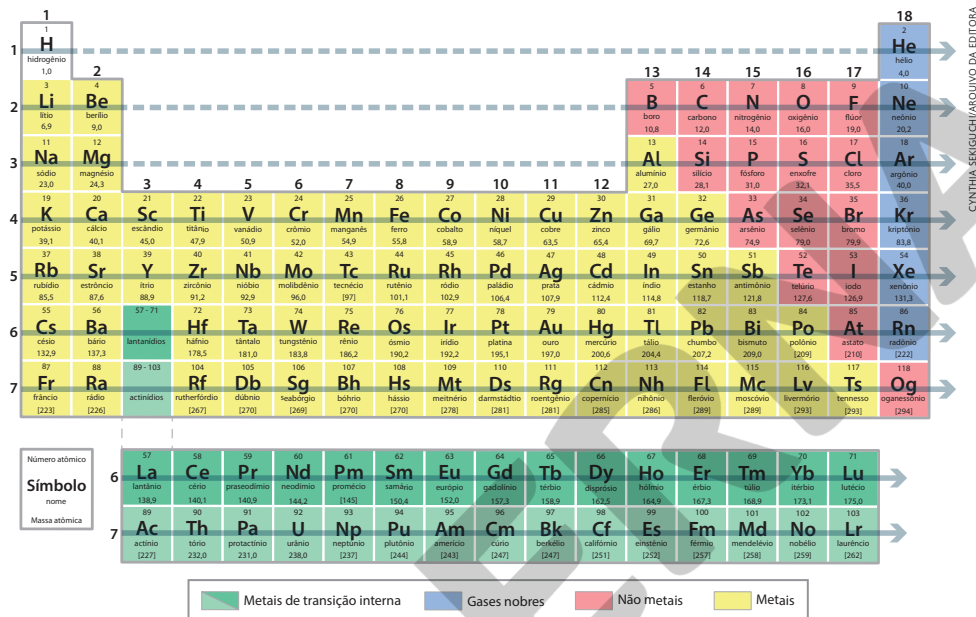
• Para mais informações sobre os lantanídeos e actinídeos, acesse os artigos a seguir.

MARTINS, Tereza S.; ISOLANI, Paulo C. Terras raras: aplicações industriais e biológicas. *Química Nova*, v. 28, n. 1, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xh6SRfj68HwKGvgQYTy8cnf/>. Acesso em: 19 maio 2022.

GALVÃO, Rodrigo; MENEZES, Jorge F. S. Breve discussão histórica sobre a “descoberta” dos lantanídeos e sua relação com as teorias de luz e cores de Maxwell e Einstein. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 1, fev. 2016. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_1/06-HQ-29-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_1/06-HQ-29-15.pdf). Acesso em: 19 maio 2022.

SAVIGNANO, Verónica. Sondando elétrons de compostos actinídeos. *SBPMAT*, 29 nov. 2017. Disponível em: <https://www.sbpmat.org.br/pt/artigo-em-destaque-sondando-eletrons-de-compostos-actinideos/>. Acesso em: 19 maio 2022.

Para agrupar em colunas os elementos com propriedades químicas e físicas semelhantes, foi necessário formar algumas linhas na tabela periódica. Cada uma delas é chamada **período** e mantém a organização dos elementos químicos em ordem crescente de número atômico. A tabela periódica atual apresenta sete períodos. Observe a seguir.



Representação da tabela periódica dos elementos químicos. As setas horizontais indicam os sete períodos dessa tabela.

O sexto período corresponde à série dos lantanídeos, que inicia com o elemento lantânio (La) e encerra com o lutécio (Lu). A outra série ocupa o sétimo período e corresponde à dos actinídeos, iniciando com o elemento químico actínio (Ac) e encerrando com o laurêncio (Lr). Essas duas séries referem-se aos metais de transição interna. Optou-se por essa organização para evitar que a tabela periódica ficasse com linhas extensas.

**Questão 5.** Resposta: Grupo 16 (calcogênios) e período 5. Qual é o grupo e o período do elemento químico telúrio (Te)?

**Questão 6.** Qual é o nome e o símbolo do elemento que ocupa o quarto período e o grupo dos metais alcalinos terrosos? Resposta: Cálcio (Ca).

Na tabela periódica, há também divisões de acordo com algumas propriedades específicas dos elementos. Essa divisão é normalmente indicada por cores distintas, classificando os elementos em metais, não metais e gases nobres.

• Se os alunos tiverem dificuldade para localizar o telúrio na questão 5, mencione que esse elemento químico tem número atômico 52. Em seguida, oriente-os a observar o número do grupo na parte de cima da tabela e o número do período do lado esquerdo.

• Na atividade 6, se os alunos não identificarem qual é o número do grupo dos metais alcalinos terrosos, oriente-os a consultar o quadro no final da página 179.

Observe a seguir.

Metais de transição interna      Gases nobres  
 Não metais      Metais

Representação da tabela periódica com destaque para as divisões em metais, não metais e gases nobres.

- Com exceção do mercúrio (Hg), os **metais** são sólidos à temperatura ambiente, 25 °C, e são bons condutores de eletricidade e de calor. Eles também são dúcteis, ou seja, podem ser moldados em fios. Por isso, podem formar liga metálica com outras substâncias e ser transformados em lâminas. Outra propriedade dos metais é a tendência que eles têm a de ceder elétrons, formando cátions.
- Por causa dessas características, os metais são usados em diversas finalidades. O ferro (Fe) e o alumínio (Al), por exemplo, são frequentemente utilizados na fabricação de peças de automóveis, pois são maleáveis e apresentam baixo custo em relação a outros metais.
- Os elementos químicos que não têm as propriedades dos metais são classificados como **não metais**. Tanto a aparência quanto os estados físicos deles são variados. Por exemplo, à temperatura ambiente, o carbono encontra-se no estado sólido, o bromo (Br), no estado líquido e o cloro (Cl), no estado gasoso. Os não metais não são bons condutores de corrente elétrica nem de calor. Além disso, têm a tendência de receber elétrons, formando ânions.
- Os **gases nobres** são elementos químicos que se caracterizam por serem pouco reativos, ou seja, não reagem facilmente com outros elementos químicos. A maioria deles é encontrada em pequenas concentrações na atmosfera, sendo o argônio (Ar) o mais abundante.
- O **hidrogênio** (H) apresenta propriedades distintas e não se enquadra em outros grupos da tabela periódica. Ele se encontra no grupo dos metais alcalinos por apresentar um elétron em sua última camada, de forma semelhante aos elementos desse grupo. No entanto, não pertence a esse grupo.

• Mostre aos alunos que, na tabela periódica apresentada no livro, os elementos estão divididos em metais, metais de transição interna, não metais e gases nobres, além do hidrogênio, que não foi incluído em nenhum grupo.

• Informe aos alunos que algumas tabelas periódicas contêm elementos descritos como semimetais. No entanto, essa classificação não é recomendada pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac).

• Para iniciar os estudos dos metais, peça aos alunos que identifiquem os metais que eles conhecem e que cite algumas de suas propriedades e aplicações. Em seguida, comente sobre a boa condutividade elétrica e térmica deles, a maleabilidade, a ductilidade e a tendência a ceder elétrons e a formar cátions que os metais apresentam.

• Aborde as principais propriedades dos não metais, como o fato de não serem bons condutores de corrente elétrica e sua tendência de receber elétrons e formar ânions.

• Sobre os gases nobres, explique que, mesmo sendo pouco reativos, existem compostos químicos que possuem átomos de gás nobre em sua estrutura. Um exemplo é o hexafluoreto de xenônio (XeF<sub>6</sub>), um sólido à temperatura ambiente.

• Comente que o hidrogênio é o elemento químico mais abundante no Universo.

• Comente com os alunos que os elementos químicos que têm sua massa atômica apresentada entre colchetes são instáveis, com pouco tempo de vida antes de se decompor em elementos mais estáveis.

• Na questão 7, oriente-os a utilizar a tabela periódica da página 178 para localizar os elementos químicos citados nos itens e acompanhe se eles estão resgatando corretamente os valores correspondentes ao número atômico e à massa atômica.

### Metodologias ativas

Depois de abordar o assunto sobre a utilização da tabela periódica, aproveite a questão 8 para usar a estratégia de metodologia ativa **turn and talk**. Para isso, confira orientações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Verifique a troca de informações dos alunos e se eles mencionam alguma dificuldade na utilização da tabela periódica. O objetivo desta atividade é incentivar os alunos a responder à questão com base nos seus conhecimentos, compartilhando e debatendo com os demais colegas.

• A tabela periódica virtual indicada no **Livro do Aluno** contribui para o desenvolvimento da **Competência geral 5** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 6**, pois os alunos utilizam uma linguagem diferente para acessar dados sobre a tabela periódica.

## Utilizando a tabela periódica

A tabela periódica é uma ferramenta que oferece diversas informações sobre os elementos químicos. A seguir, vamos aprender como identificar essas informações.

Além da disposição dos elementos químicos, a tabela periódica padroniza a nomenclatura deles. O símbolo que designa cada elemento químico é escrito com a primeira letra maiúscula. Se houver segunda letra, ela deverá ser sempre minúscula.

Os quadros da tabela periódica apresentam diversas informações sobre os elementos químicos. Confira a seguir a disposição padronizada dessas informações por meio da representação do elemento químico berílio (Be).

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SERIGUCHI/ARQUIVO DA EDITORA

Representação da tabela periódica dos elementos químicos (imagem A), com destaque na disposição das informações do elemento químico berílio (imagem B).

Legenda:

- Metals de transição interna
- Gases nobres
- Não metais
- Metals

Questão 7. Resposta: Para o sódio: Na; Z = 11; MA = 23 u. Para o kriptonio: Kr; Z = 36; MA = 83,80 u.

**Questão 7.** Consulte a tabela periódica e escreva em seu caderno o símbolo, o número atômico e a massa atômica dos elementos químicos sódio e kriptonio.

**Questão 8.** Vire-se para um colega e conversem sobre as principais dificuldades e facilidades que tiveram ao consultar a tabela periódica.

### Sugestões complementares

No site *Laboratório Aberto de Interatividade para Disseminação do Conhecimento Científico e Tecnológico (Labi)*, vinculado à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), você encontra uma tabela periódica virtual com informações a respeito da descoberta de cada elemento químico e de suas principais propriedades e aplicações. Além disso, é possível acessar jogos digitais sobre a tabela e seus elementos químicos.

Laboratório Aberto de Interatividade para Disseminação do Conhecimento Científico e Tecnológico.  
Disponível em: <https://www.labi.ufscar.br/elementar/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

Questão 8. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os alunos a fazer uma autoavaliação sobre o uso da tabela periódica, relatar a sua vivência com relação à utilização desse recurso e escutar o relato do colega, de maneira empática.



## O papel das cientistas na descoberta de elementos químicos

Ao organizar os elementos químicos na tabela periódica, Mendeleev acreditava que novos elementos químicos ainda poderiam ser descobertos pelos cientistas.

Essa previsão de Mendeleev foi confirmada ao longo dos anos por meio de estudos realizados por vários cientistas. A descoberta de alguns desses elementos químicos teve a participação de muitas cientistas mulheres. Confira a seguir.

- A física polonesa Marie Curie (1867-1934), apresentada na imagem A, e seu marido, o físico francês Pierre Curie (1859-1906), descobriram o polônio (Po) e o rádio (Ra), em 1898.
- A física nuclear canadense Harriet Brooks (1876-1933) e seu orientador, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), descobriram o radônio (Rn), em 1901.
- A física austríaca Lise Meitner (1878-1968) e o químico alemão Otto Hahn (1879-1968) descobriram o protactínio (Pa), em 1918.
- A química alemã Ida Noddack (1896-1978) e seu marido, o químico alemão Walter Noddack (1893-1960), descobriram o elemento químico rênio (Re), em 1925.
- A química francesa Marguerite Perey (1909-1975), apresentada na imagem B, descobriu o frâncio (Fr).
- A química nuclear estadunidense Darleane Hoffman (1926-) e um grupo de pesquisadores descobriram o seabórgio (Sg), em 1974.
- A química nuclear estadunidense Clarice Phelps, apresentada na imagem C, participou da descoberta do tennesso (Ts), em 2010.
- A química nuclear estadunidense Dawn Shaughnessy liderou a equipe de cientistas que descobriu e confirmou a existência do livermório (Lv), do nihônio (Nh), do fleróvio (Fl), do tennesso e do oganessônio (Og).

A.



Retrato de Marie Curie em seu laboratório, em 1912.

B.



Retrato de Marguerite Perey.

C.



Clarice Phelps realizando experimentos em um laboratório.

• O conteúdo abordado nesta página possibilita aos alunos perceber que a presença feminina nas ciências ocorre desde a Antiguidade, porém, é muitas vezes esquecida. No entanto, apesar do preconceito, muitas mulheres conseguiram – e ainda conseguem – superar os desafios e as dificuldades impostos pela sociedade, realizando muitos estudos relevantes e que contribuem para o desenvolvimento da ciência que conhecemos hoje. Além de colaborar com a valorização da mulher e o **respeito** ao próximo, essa abordagem também proporciona o desenvolvimento da **Competência geral 1**, pois os alunos valorizam os conhecimentos sobre o mundo físico que são historicamente construídos.

• Peça aos alunos que pesquisem a respeito das cientistas citadas na página e, em seguida, que compartilhem uns com os outros as informações encontradas.

### Algo a mais

• Para ler mais informações a respeito da atuação feminina no desenvolvimento científico e os motivos que dificultaram sua participação, leia o artigo a seguir.

KOVALESKI, Nadia V. J.; TORTATO, Cíntia de S. B.; CARVALHO, Maria G. de. *As relações de gênero na história das ciências: a participação feminina no progresso científico e tecnológico*. *Emancipação*, v. 13, n. 3, p. 9-26, 2014. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/emancipacao/article/view/5047/4370>. Acesso em: 20 maio 2022.

• Se os alunos tiverem dificuldade para responder à atividade 1, peça a eles que retornem à tabela periódica da página 178 e questione-os sobre quais números presentes nela correspondem aos dois agrupamentos de elementos químicos mencionados. Averigue se eles identificam que a numeração na parte superior corresponde aos grupos e a numeração do lado esquerdo aos períodos.

• Caso os alunos tenham dificuldade na realização da atividade 2, lembre-os de que, quando Mendeleev organizou os elementos químicos conhecidos de sua época em uma tabela, o número de prótons de cada elemento ainda não era devidamente conhecido.

### Sugestão de avaliação

Aproveite a atividade 3 para fazer um acompanhamento da aprendizagem dos alunos. É necessário que eles relembrem o que é um isótopo. Relembra que esse assunto foi estudado no capítulo 6 e peça-lhes que expliquem o que é um isótopo. Verifique se eles respondem que ele é um átomo que apresenta o mesmo número atômico, mas massa diferente de determinado elemento químico.

Se os alunos tiverem dificuldade para localizar o rubídio na tabela, mencione que seu símbolo é Rb e que ele se encontra no primeiro grupo e no quinto período.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

2. Resposta: Em 1869, Mendeleev propôs uma organização dos elementos químicos com base em sua massa atômica. No entanto, em 1913, Moseley propôs outra forma de organização, agora com base no número atômico dos elementos químicos. Essa organização se mantém na tabela periódica atual: ordem crescente do número atômico.

1. A tabela periódica atual apresenta um total de quantos grupos e quantos períodos?

1. Resposta: A tabela periódica atual apresenta um total de 18 grupos e 7 períodos.

2. Mendeleev sugeriu uma organização para os elementos químicos em 1869. Com suas palavras, descreva como ela era e como se encontra atualmente.

3. Se um elemento hipotético X for considerado isótopo do rubídio (Rb), quantos prótons ele apresentará? Consulte a tabela periódica.

4. Utilizando a tabela periódica, identifique o nome do grupo ao qual pertence cada um dos elementos químicos que formam os compostos a seguir.

a) Sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ): composto utilizado como contraste em radiografias.

b) Fluoreto de sódio (NaF): composto utilizado na prevenção de cáries.

c) Bromato de potássio ( $\text{KBrO}$ ): era muito utilizado na panificação, mas atualmente está proibido porque libera compostos carcinogênicos.

d) Ácido clorídrico (HCl): utilizado nas indústrias e também faz parte do suco gástrico.

5. O mercúrio era muito utilizado na fabricação de termômetros. No entanto, a partir de 2019, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) proibiu sua fabricação e comercialização, bem como seu uso em serviços de saúde. Atualmente, são utilizados termômetros de álcool ou digitais.

3. Resposta: Ser isótopo de um elemento químico significa apresentar o mesmo número de prótons que ele. O rubídio (Rb) apresenta número atômico 37; portanto, ele tem 37 prótons. Nesse caso, o elemento hipotético X deve apresentar 37 prótons.



Termômetro de mercúrio.

4. a) Resposta: Ba – metais alcalinos terrosos; S – calcogênios; O – calcogênios.

4. b) Resposta: Na – metais alcalinos; F – halogênios.

4. c) Resposta: K – metais alcalinos; Br – halogênios; O – calcogênios.

4. d) Resposta: H – não se enquadra em grupo; Cl – halogênios.

Identifique a alternativa correta a respeito do elemento químico mercúrio.

a) O mercúrio é um não metal.

b) O mercúrio pertence ao grupo 15 e ao quarto período da tabela periódica.

c) O símbolo químico desse elemento químico é Mc.

d) O mercúrio é sólido em temperatura ambiente.

e) O número atômico do mercúrio é 80.

5. Resposta: Alternativa e.

184

• Na atividade 4, oriente os alunos a identificar os elementos químicos apresentados nas fórmulas, lembrando-os de que os elementos podem ser representados apenas por uma letra maiúscula ou então uma letra maiúscula seguida de outra letra minúscula.

• Ao abordar a atividade 5, verifique se os alunos foram capazes de identificar o item correto e peça a eles que informem o porquê

de os demais itens estarem incorretos. Averigue se eles reconhecem, com auxílio da tabela periódica, que o mercúrio é um metal do grupo 12 e com o símbolo Hg. Com relação ao estado físico, espera-se que, por meio da **leitura inferencial**, os alunos compreendam que o mercúrio está no estado líquido, uma vez que ele é capaz de dilatar e contrair rapidamente no interior do termômetro.

Se possível, peça aos alunos que pesquisem por que a utilização do mercúrio foi proibida na fabricação de termômetros. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 8**, pois, ao tomar conhecimento da toxicidade do mercúrio, os alunos podem agir de forma responsável frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais.

6. O néonio (Ne) é um elemento químico utilizado em letreiros luminosos. Ao ser percorrido por correntes elétricas, ele emite luz na cor laranja.



Letreiro de uma pizzaria.

Identifique a alternativa correta a respeito da posição do elemento químico néonio na tabela periódica.

- a) Sexto período, grupo 15.
- b) Segundo período, grupo 18.
- c) Sétimo período, grupo 16.
- d) Sexto período, grupo 6.
- e) Terceiro período, grupo 14.

6. Resposta: Alternativa b.

7. Considere os elementos químicos hipotéticos a seguir.

- ${}_{20}^{40}\text{A}$  - sólido à temperatura ambiente e com brilho.
- ${}_{23}^{35}\text{B}$  - gasoso à temperatura ambiente e não conduz eletricidade.
- ${}_{30}^{45}\text{C}$  - sólido à temperatura ambiente e bom condutor de calor.
- ${}_{32}^{48}\text{D}$  - líquido à temperatura ambiente e bom condutor de calor.
- ${}_{26}^{31}\text{E}$  - sólido à temperatura ambiente e não conduz calor nem eletricidade.
- ${}_{29}^{51}\text{F}$  - líquido à temperatura ambiente e não conduz calor nem eletricidade.
- ${}_{24}^{37}\text{G}$  - sólido à temperatura ambiente e bom condutor de eletricidade.

Imagine que a tabela periódica ainda não tenha sido inventada e você precise criar uma maneira de classificar os elementos químicos hipotéticos apresentados. No caderno, organize esses elementos químicos de acordo com critérios específicos. Depois apresente aos seus colegas, comparando suas classificações.

7. Resposta: Os alunos podem escolher critérios como número atômico, massa atômica ou as propriedades dos elementos.

185

• Ao abordar a atividade 6, sobre o néonio, questione se os alunos já observaram, durante a noite, letreiros luminosos nos estabelecimentos comerciais do local onde moram. Explique-lhes que esses tipos de lâmpadas têm em seu interior átomos de gás néonio. Quando a corrente elétrica percorre esse tipo de lâmpada, o objeto emite uma luz laranja. Mencione que outras cores dependem de outros gases, como o argônio (verde) e o hélio (amarelo). Se os alunos tiverem dificuldade para identificar a alternativa correta, auxilie-os dizendo que o néonio é um gás nobre. Ressalte que, atualmente, muitas lâmpadas de néonio estão sendo substituídas por LEDs.

• A atividade 7 proporciona uma oportunidade para desenvolver com os alunos o **pensamento computacional**. Verifique se eles estão considerando todas as propriedades apresentadas antes de começar a classificar os elementos hipotéticos. Sugira-lhe uma abordagem em que eles façam a decomposição do problema em duas partes: escolha de uma propriedade/característica como critério de organização e a disposição dos elementos de acordo com esse critério. Na escolha do critério de organização, eles devem fazer a abstração do problema, identificando as propriedades que podem ser utilizadas para organizar os elementos, como o número atômico, a massa atômica, o estado físico em temperatura ambiente e o comportamento relacionado à condução de calor e de eletricidade. A informação referente ao brilho do material pode ser descartada, pois apenas um elemento apresenta essa característica. Depois dessas etapas, eles devem executar o algoritmo, analisando a propriedade selecionada para cada elemento e colocando-o na devida sequência.

Esta atividade contribui para que os alunos desenvolvam a **criatividade**, uma vez que eles estão livres para encontrar, por meio de pensamentos inovadores, soluções para problemas existentes.



• Se os alunos tiverem dificuldade para responder à questão 9, oriente-os a ler o texto no parágrafo anterior e a analisar as fórmulas das substâncias. Peça-lhes que identifiquem cada átomo das fórmulas.

### Atividade a mais

• Para demonstrar os elétrons na última camada eletrônica e as ligações químicas, separe bolas de poliestireno expandido, alfinetes e palitos de dente. Mostre a eles que cada átomo tem determinada quantidade de elétrons na última camada. Como exemplo, utilize o átomo de carbono, que tem quatro elétrons na camada de valência. Espete quatro alfinetes e explique a eles que cada um indica um elétron da última camada. Questione-os sobre a quantidade de elétrons necessários para alcançar a estabilidade. Espera-se que os alunos percebam que ele precisa de um total de oito elétrons.

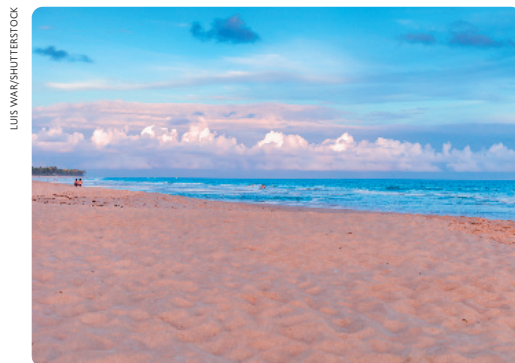
Mencione que há diversas exceções para a regra do octeto e demonstre o exemplo da molécula de hidrogênio, que completa um duplete, e não um octeto. Pegue duas bolas e una-as por meio de um palito, representando uma molécula de  $H_2$ . Explique-lhes que o átomo de hidrogênio tem um elétron na última camada e, para ficar estável, precisa alcançar dois elétrons. Quando um átomo de hidrogênio se liga a outro, ambos compartilham os elétrons, formando uma ligação covalente entre eles. Esclareça que o palito representa a ligação química.

• Peça aos alunos que se dividam em grupos e que montem um átomo com os elétrons de seu último nível de energia, tomando bastante cuidado com os alfinetes a fim de evitar acidentes. Oriente-os a utilizar átomos dos grupos 1, 2, 15, 16 e 17 e informe a quantidade de elétrons de valências desses grupos.

• Peça aos grupos que façam as representações aos colegas sem identificar o elemento químico. Depois disso, solicite aos demais alunos que, de acordo com a quantidade de elétrons no último nível, identifiquem a qual grupo pertence o átomo representado.

## Ligações químicas

Observe a foto a seguir.

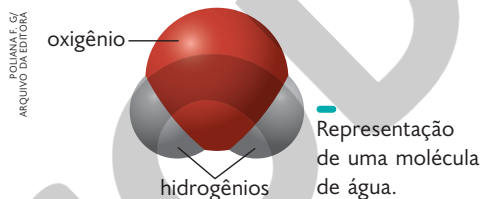


Praia do Buraquinho, no município de Camaçari, BA, em 2022.

**Questão 9.** Quais elementos químicos compõem o gás carbônico, o cloreto de sódio e o dióxido de silício? *Questão 9. Resposta: O gás carbônico é formado por carbono e oxigênio; o cloreto de sódio, por sódio e cloro; o dióxido de silício, por silício e oxigênio.*

Assim como o ar atmosférico, a água do mar e a areia, a maioria das substâncias encontradas na Terra é composta de mais de um elemento químico. Para formar essas substâncias, os átomos de um elemento químico se unem a outros.

Por exemplo, cada molécula de água é formada pela combinação dos elementos químicos oxigênio (O) e hidrogênio (H), em uma proporção de dois átomos de hidrogênio para cada átomo de oxigênio. Essa combinação é possível por causa da capacidade que os elementos químicos têm de realizar **ligações químicas**.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. et al. *Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 58.

Os elétrons situados no último nível energético dos átomos ligam-se uns aos outros e são denominados **elétrons de valência**. As ligações químicas ocorrem até que os átomos fiquem estáveis. Isso ocorre quando eles têm **oito elétrons** na camada de valência.

Assim, as ligações químicas ocorrem entre os átomos e criam os diversos compostos, tanto naturais quanto sintéticos.

Vamos estudar a seguir como ocorrem os três tipos de ligações químicas: a iônica, a covalente e a metálica.

186

• A investigação realizada nesta atividade permite o desenvolvimento da **Competência geral 2** e da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC, pois exercita a curiosidade intelectual e a criatividade dos alunos, auxiliando-os a compreender conceitos e estruturas explicativas das Ciências.

## Ligação iônica

Alguns elementos químicos têm a tendência de ceder seus elétrons de valência mais facilmente; outros, de receber elétrons.

O átomo que cede elétrons se torna um **cátion**, pois passa a ser eletricamente positivo. Já o que recebe elétrons se torna um **ânion**, ficando eletricamente negativo.

Na ligação iônica do cloreto de sódio, por exemplo, o cloro recebe um elétron e o sódio (Na) cede um elétron.

Os dois íons formados interagem por causa das forças de atração de cargas, gerando uma ligação iônica. Geralmente esse tipo de ligação ocorre entre metais e não metais ou entre metais e hidrogênio.

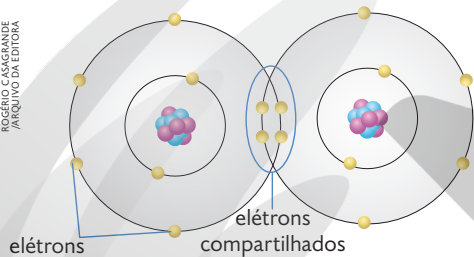
Em geral, os compostos iônicos são sólidos à temperatura ambiente, estado físico em que são maus condutores elétricos. Do contrário, quando estão dissolvidos em água ou fundidos, apresentam boa condutividade elétrica.

## Ligação covalente

Na ligação covalente, os átomos competem igualmente pelos elétrons de valência. Dessa forma, os elétrons são compartilhados entre os átomos. Geralmente esse tipo de ligação existe entre não metais ou entre não metais e hidrogênio.

Após a ligação covalente se estabelecer, a estrutura que se forma é chamada molécula. As substâncias moleculares podem se encontrar nos estados físicos sólido, líquido e gasoso, em temperatura ambiente, e são maus condutores elétricos.

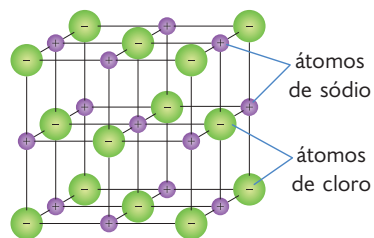
As moléculas de água e de gás oxigênio, por exemplo, são formadas por ligação covalente. Portanto, há compartilhamento de elétrons entre os átomos constituintes delas.



Fonte de pesquisa: COVALENT bonds. *Brooklyn College*. Disponível em: [http://www.brooklyn.cuny.edu/bc/ahp/LAD/C3a/C3a\\_covalent.html](http://www.brooklyn.cuny.edu/bc/ahp/LAD/C3a/C3a_covalent.html). Acesso em: 27 fev. 2022.

Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância. Cores-fantasia.

Representação simplificada do compartilhamento de elétrons entre os átomos de oxigênio em uma molécula de gás oxigênio.



Representação simplificada da estrutura do cloreto de sódio. Nessa imagem, as barras representam as ligações iônicas entre os átomos.

Fonte de pesquisa: RUSSELL, John B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 1. p. 344.

Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância. Cores-fantasia.

HELOISA PINTRELLI/ARQUIVO DA EDITORA

• Comente que, por causa da diferença de eletronegatividade entre os metais e os não metais, ou entre metais e o hidrogênio, esses elementos tendem a se unir de modo estável, formando a ligação iônica. Se achar conveniente, peça aos alunos que representem a formação dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , informando que o sódio possui um elétron em sua camada de valência e o cloro sete elétrons. Se preciso, oriente-os a retomar o conteúdo da página 170.

• Com auxílio da ilustração presente na página, explique aos alunos que um sólido iônico como o NaCl é um arranjo de cátions e ânions organizados em uma estrutura regular, em que os íons sódio se alternam com os íons cloro nas três dimensões.

• Mencione também que os compostos iônicos têm altas temperaturas de ebulição e fusão em razão das cargas elétricas e da forte atração entre elas.

• Ao abordar a ligação covalente, comente que os átomos tendem a completar seus octetos compartilhando elétrons. No esquema com a molécula de oxigênio, destaque que, para cada átomo de oxigênio, a soma dos elétrons de valência com os elétrons compartilhados totaliza oito elétrons.

• Enfatize que, na ligação metálica, os elétrons sofrem atração eletrostática pelos cátions e se distribuem uniformemente por toda a estrutura. Dessa forma, os elétrons de valências são compartilhados por todos os átomos, e nenhum deles está preso a qualquer cátion específico. Isso explica porque, quando uma tensão elétrica é aplicada a um fio metálico ela faz os elétrons fluírem.

• O fato de a ligação metálica ser relativamente forte contribui para os metais terem altos valores de ponto de fusão, sendo esse um dos motivos de os metais serem utilizados na produção de muitos objetos.

• Além dos exemplos de ligas mencionadas na página, cite o aço inoxidável, material muito utilizado na fabricação de talheres. Ele também é uma liga metálica, formada por ferro (Fe), cromo (Cr), níquel (Ni), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e carbono (C). Essa liga metálica é muito resistente à corrosão.

### Um texto a mais

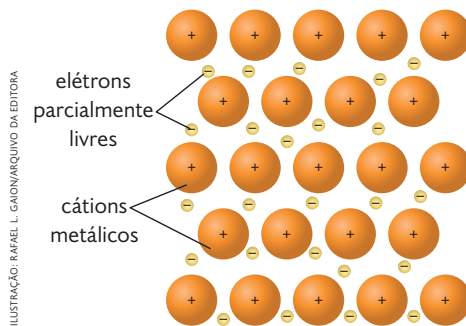
• Apesar de o conteúdo a respeito de ligações químicas geralmente ser “compartimentado” em três tipos, é importante sabermos que não existem apenas esses tipos. Sobre esse assunto, leia o trecho do texto a seguir.

Na Química, pensamos em termos de três formas “limitadoras” das ligações: covalente pura (compartilhamento igual de elétrons entre dois átomos), iônica pura (completa transferência de elétrons de um átomo para outro) e metálica. [...] Dependendo dos átomos envolvidos, a ligação pode ser descrita como iônica (CsF), covalente (F<sub>2</sub>) ou metálica (Cs). Outras são uma mistura dessas formas. Por exemplo, a ligação no CO<sub>2</sub> é mais covalente que iônica, enquanto que no NaCl é predominantemente iônica. Um semicondutor como o AlAs tende a ir em direção à ligação metálica com algumas propriedades das ligações iônicas e covalentes. E a ligação no Si sólido é parcialmente metálica e parcialmente covalente.

## Ligação metálica

A ligação metálica ocorre apenas entre metais. Os átomos dos metais apresentam os elétrons de sua camada de valência parcialmente livres para se movimentar, de acordo com o modelo chamado “mar de elétrons”. A força de atração entre os núcleos dos átomos e o “mar de elétrons” é o que mantém os átomos dos metais unidos, formando a ligação metálica.

Observe o exemplo a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si e sem proporção de distância. Cores-fantasia.

Neste modelo de ligação metálica, note que os cátions metálicos estão mergulhados no “mar de elétrons”. Os elétrons estão livres para se movimentar entre os cátions metálicos, gerando estabilidade e organização entre esses cátions.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 521.

Representação simplificada do modelo de ligações metálicas.

O tipo de ligação química entre os átomos explica por que os metais apresentam boa condutividade elétrica e térmica, no estado sólido e no estado líquido. O movimento dos elétrons livres auxilia na condução de calor e de energia elétrica.

### Ligas metálicas

Grande parte dos objetos metálicos que utilizamos no dia a dia não é feita de apenas um metal, e sim de uma mistura homogênea formada por mais de um elemento químico, com propriedades características dos metais. Essas misturas são chamadas ligas metálicas e são obtidas com base em ligações químicas.

Geralmente o ser humano cria ligas metálicas para obter algumas características específicas de que necessita para determinados materiais, por exemplo, maior durabilidade, menor massa e maior resistência a altas temperaturas.

O aço é uma liga metálica formada por ferro e carbono. Ele é utilizado para fabricar a carroceria de muitos automóveis, por ser mais duro e resistente que o ferro puro.

As rodas de liga leve dos automóveis geralmente são compostas por uma liga de alumínio, silício (Si), magnésio (Mg), titânio (Ti) e estrôncio (Sr), entre outros metais. Essa combinação oferece menor massa e maior resistência e maleabilidade ao material.



Automóvel em Belarus, Europa, em 2019.

aço

roda de liga leve

GRISHA BRUEVSHUTTERSTOCK

[...] Embora tenhamos “compartimentado” esses temas, não perca de vista o fato de que [...] a ligação em praticamente todos os materiais é uma mistura das três formas limitadoras.

[...]

KOTZ, John C. *et al. Química geral e reações químicas*. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, 2015. p. 350.



## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Analise as substâncias químicas a seguir e escreva no caderno qual tipo de ligação química elas realizam, justificando sua resposta. Para fazer essa atividade, consulte a tabela periódica.

a) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

1. a) Resposta: Ligação covalente, pois ocorre entre não metais (C e O).

b) Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

1. b) Resposta: Ligação covalente, pois ocorre entre não metais (S e O) e o hidrogênio.

c) Prata (Ag).

1. c) Resposta: Ligação metálica, pois ocorre entre metais (Ag).

d) Hidreto de sódio (NaH).

1. d) Resposta: Ligação iônica, pois ocorre entre metais (Na) e o hidrogênio.

e) Brometo de potássio (KBr).

1. e) Resposta: Ligação iônica, pois ocorre entre metais (K) e não metais (Br).

2. Julgue as afirmativas a seguir em verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas em seu caderno. 2. a) Resposta: Falsa. O composto químico  $\text{H}_2\text{S}$ , chamado ácido sulfídrico, é formado pela ligação covalente entre seus átomos.

a) O composto químico  $\text{H}_2\text{S}$ , chamado ácido sulfídrico, é formado pela ligação metálica entre seus átomos.

b) As ligações químicas entre os átomos do composto (AgBr) são ligações metálicas. 2. b) Resposta: Falsa. As ligações entre os átomos do composto (AgBr) são ligações iônicas.

c) As ligações químicas no composto ( $\text{CaCl}_2$ ) são do tipo iônicas.

2. c) Resposta: Verdadeira.

3. Analise a distribuição eletrônica dos elementos químicos a seguir. Em seguida, indique, em seu caderno, qual(is) deve(m) perder e qual(is) deve(m) ganhar elétrons para se tornar(em) estável(is).

a)  $_{27}\text{Co}$  3. a) Resposta: Deve perder 2 elétrons.

K	L	M	N
2	8	15	2

b)  $_{19}\text{K}$  3. b) Resposta: Deve perder 1 elétron.

K	L	M	N
2	8	8	1

c)  $_{8}\text{O}$  3. c) Resposta: Deve ganhar 2 elétrons.

K	L
2	6

d)  $_{53}\text{I}$  3. d) Resposta: Deve ganhar 1 elétron.

K	L	M	N	O
2	8	18	18	7

• Se os alunos tiverem dificuldade para realizar a atividade 1, verifique se eles identificaram devidamente os átomos de cada item. No item a, espera-se que eles identifiquem o C e o O; no item b, o H, S e O; no item c, a Ag; no item d, o Na e o H; e, no item e, o K e o Br. Em seguida, oriente-os a analisar a legenda da tabela periódica com a classificação desses elementos e a identificar se eles são metais ou não metais. Depois, lembre-os de que, geralmente, a ligação iônica é formada entre metais e não metais, ou entre metais e hidrogênio; a ligação covalente é formada entre não metais ou não metais e hidrogênio; e a ligação metálica é formada entre metais.

• Averigue se os alunos justificam as afirmativas da atividade 2 corretamente. Espera-se que eles reconheçam, no item a, que a ligação estabelecida é covalente, pois há uma ligação entre um não metal (S) e o hidrogênio (H).

No item b, espera-se que eles identifiquem que a ligação é iônica, pois há uma ligação entre um não metal (Cl) e um metal (Ca).

• Na atividade 3, caso os alunos tenham dificuldade para identificar quais elementos perdem e quais recebem elétrons, lembre-os das características dos metais e dos não metais estudadas na página 181. Mencione que os metais têm tendência a ceder elétrons, formando cátions; enquanto os não metais recebem elétrons, formando ânions. Relembre-os também que, em geral, os átomos recebem ou cedem elétrons para que fiquem com oito elétrons na camada de valência.

## Objetivos do capítulo

- Diferenciar transformações físicas de transformações químicas.
- Conhecer algumas propriedades da matéria em cada um dos estados físicos, com destaque para a organização de sua estrutura molecular.
- Conhecer as mudanças de estados físicos da matéria, assim como alguns fatores que as influenciam.
- Conhecer o conceito de reações químicas.
- Representar as reações químicas.
- Conhecer as leis que regem as reações químicas.
- Aprender a balancear equações químicas.
- Conhecer as funções químicas.
- Reconhecer e diferenciar sais, ácidos, bases e óxidos.
- Compreender as reações químicas que envolvem sais, ácidos, bases e óxidos.

## Justificativas

Os conteúdos abordados neste capítulo são importantes para que os alunos compreendam como as transformações físicas, que estão presentes em diversas situações da nossa vida e no cotidiano, ocorrem em nível molecular, permitindo-lhes que desenvolvam a habilidade **EF09CI01** da BNCC. Além das transformações físicas, eles conhecerão detalhes das transformações químicas da matéria, permitindo a eles que reconheçam algumas leis fundamentais, desenvolvendo assim a habilidade **EF09CI02**. Por fim, eles também conhecerão como diversas substâncias são classificadas de acordo com sua constituição.

## Sugestão de avaliação

Aproveite o início deste capítulo para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados a transformações físicas e químicas. Peça-lhes que identifiquem diferenças entre esses tipos de transformações e que as mencionem. Acompanhe se eles se recordam dos tipos de transformações físicas e incentive-os

## CAPÍTULO

# 8 Transformações da matéria

Observe as imagens a seguir.



Ouro (Au) sendo colocado em uma forma.



Lingotes de ouro.

**Questão 1.** Qual é a principal diferença entre o ouro mostrado na imagem A e B?

**Questão 1. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que a principal diferença diz respeito ao estado físico. Na imagem A, o ouro apresenta-se em estado líquido. Já o ouro na imagem B aparece em estado sólido.

Como estudamos, a matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço, apresentando diferentes propriedades. Além disso, a matéria também pode passar por transformações físicas ou químicas.

Por exemplo, como você pode ter notado, na imagem A, o ouro está no estado físico líquido. Isso ocorre após a substância no estado físico sólido ser aquecida, atingindo aproximadamente 1064 °C. No estado líquido, ele pode ser colocado em uma forma e ser resfriado novamente, tornando-se sólido, como mostrado na imagem B.

As transformações do ouro retratadas nas imagens A e B são físicas, pois, apesar de ele mudar de estado físico, continua tendo a mesma composição química.

Já as transformações químicas envolvem mudanças na composição das substâncias. Nelas, uma ou mais substâncias são transformadas em uma ou mais substâncias quimicamente diferentes das originais.

Por exemplo, quando deixamos um objeto de ferro exposto ao ar atmosférico, sem proteção, o gás oxigênio ( $O_2$ ) e a água ( $H_2O$ ) existentes no ar podem reagir com o ferro (Fe). Como resultado, forma-se uma nova substância: o óxido de ferro(III) ( $Fe_2O_3$ ), conhecido como ferrugem.

Estrutura metálica de edifício enferrujada.



ferrugem

- Ao abordar a questão 1, enfatize aos alunos que o material que está sendo derramado na forma, na imagem A, é o mesmo material da imagem B, contudo ele foi aquecido a altas temperaturas. Espera-se que, por meio da leitura da legenda e da observação das características do material nas fotos, os alunos realizem a **leitura inferencial** e constatem que se trata do mesmo material em diferentes estados físicos – líquido e sólido.

## Estados físicos da matéria

Como estudamos, a matéria pode mudar de estado físico sem alterar a sua composição química.

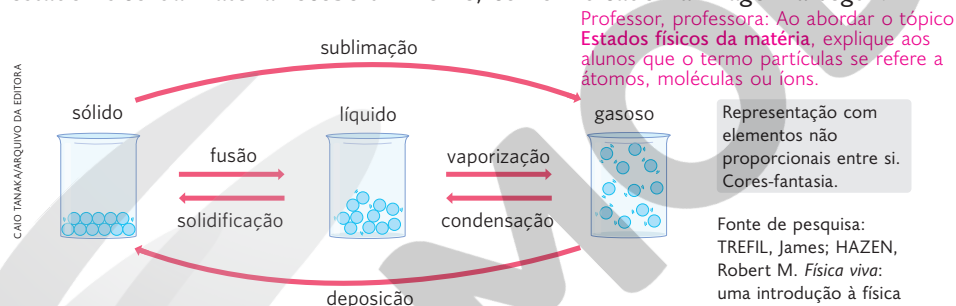
Na imagem a seguir, é possível perceber a água presente no ambiente em diferentes estados físicos. Em todos esses estados físicos, ela mantém suas propriedades químicas, pois permanece sendo a mesma substância. Porém, as propriedades físicas são diferentes, uma vez que elas dependem do estado físico da matéria.



O vapor de água presente no ar (A) representa a água no estado físico gasoso. O iceberg (B) representa a água no estado físico sólido. Já o lago (C) representa o estado líquido da substância.

Lago Jökulsárlón, Islândia, em 2021.

Os diferentes estados físicos estão relacionados à organização, às interações e aos movimentos das partículas que compõem a matéria. Cada uma das mudanças de estado físico da matéria recebe um nome, como indicado na imagem a seguir.



Representação das mudanças de estado físico da matéria. Nesse esquema, as esferas representam as partículas que compõem a matéria.

Professor, professora: Ao abordar o tópico **Estados físicos da matéria**, explique aos alunos que o termo **partículas** se refere a átomos, moléculas ou íons.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 1. p. 247.

• A abordagem deste tema favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI01** da BNCC, pois fornece subsídios para os alunos investigarem as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica. Esses modelos também contribuem para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI03**, uma vez que são representados a molécula e os átomos de diversas substâncias.

• Antes de iniciar o tópico desta página, comente com os alunos que existem outros estados físicos da matéria, como o plasma. Ele é considerado o quarto estado físico da matéria e consiste em um gás ionizado, que é utilizado em aparelhos elétricos, como alguns tipos de televisores e lâmpadas.

### Um texto a mais

• O texto a seguir apresenta informações a respeito do quarto estado físico da matéria: o plasma.

[...]

Um plasma é um gás eletrizado. Os átomos que o constituem estão *ionizados*, ou seja, despidos de um ou mais de seus elétrons, com um número correspondente de elétrons livres para se mover pelo material. Lembre-se de que um átomo neutro possui tantos prótons positivos em seu núcleo quanto elétrons negativos fora do núcleo. Quando um ou mais desses elétrons é arrancado do átomo, este fica com mais cargas positivas do que negativas, e é chamado *íon positivo*. (Sob certas condições, ele pode também possuir elétrons em excesso, caso em que é chamado *íon negativo*.) Embora os elétrons e os íons sejam eles mesmos eletricamente carregados, o plasma como um todo é eletricamente neutro, porque nele existem iguais números de cargas negativas e positivas, exatamente como em um

gás ordinário. Apesar disso, um gás e um plasma possuem propriedades muito diferentes. O plasma conduz muito facilmente uma corrente elétrica, absorve certos tipos de radiação que atravessam incólumes um gás e pode ser moldado, deformado e movido pela ação de campos elétricos e magnéticos aplicados.

[...]

HEWITT, Paul C. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. p. 262.

• Quando os alunos observarem nesta foto a indicação de água no estado físico gasoso, comente com eles que o vapor de água não pode ser observado diretamente no ar. Caso perguntem sobre as nuvens, diga-lhes que elas são formadas por gotículas de água no estado líquido que se formaram a partir da condensação do vapor de água do ar atmosférico.



## Algo a mais

- Se julgar necessário, antes de iniciar o trabalho com os estados físicos da matéria, peça aos alunos que ouçam o *podcast* sugerido a seguir, que trata da definição de matéria e das transformações físicas. Essa abordagem colabora para o trabalho com as **culturas juvenis**, uma vez que esse é um dos gêneros com os quais os jovens têm contato.

COSTA, Adriano; PEREIRA, Luiz Fernando Podcasts. A matéria e suas transformações. *Quimicast*. Disponível em: <https://www.quimicast.com.br/podcasts#h.tw4ckusbeu5c>. Acesso em: 4 jun. 2022.

- Ao apresentar as características da matéria no estado líquido, leve para a sala de aula uma jarra transparente contendo água e outros recipientes de diferentes formatos. Passe a água de um recipiente para o outro e peça aos alunos que observem o estado do líquido em cada caso. Comente que a matéria no estado líquido apresenta algumas propriedades, como viscosidade, capilaridade e tensão superficial.

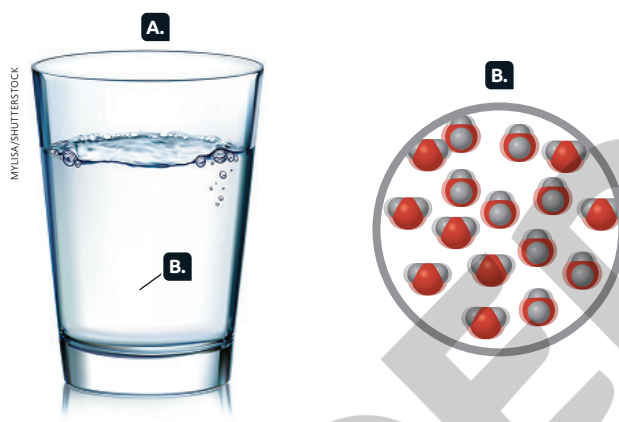
- Explique que a tensão superficial é o resultado da interação entre as moléculas que compõem o líquido e possibilitam, por exemplo, que alguns insetos consigam caminhar sobre superfícies líquidas.

A seguir, vamos estudar as propriedades físicas da matéria em cada estado físico.

## Estado físico líquido

No estado físico líquido, as partículas da matéria encontram-se próximas entre si, mas apresentam maior liberdade para se deslocar e menor força de atração em relação às partículas que compõem a matéria no estado físico sólido. Além disso, no estado físico líquido, o material tem volume definido e suas partículas se movimentam rapidamente, distribuindo-se de modo menos ordenado. Isso permite que os líquidos assumam o formato do recipiente que os contém.

Observe as imagens a seguir.



Copo com água no estado físico líquido (imagem A) e representação das moléculas da água no estado físico líquido (imagem B).

Note que a água no estado físico líquido adquire o formato do copo (imagem A) e que suas moléculas se distribuem de maneira desordenada e realizam movimentos rápidos (imagem B).

## Estado físico sólido

No estado físico sólido, em geral, as partículas encontram-se mais próximas entre si (com exceção da água) e dispostas de maneira mais organizada do que quando estão no estado físico líquido. Assim, no estado físico sólido, as partículas não são livres para realizar grandes movimentos, vibrando menos intensamente que as no estado físico líquido.

Nos sólidos, as forças de atração entre partículas são mais intensas do que nos líquidos. Essa forte interação dificulta a troca de posições das partículas, mantendo seu formato e seu volume definidos.

192

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al.* *Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 7.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

## Atividade a mais

- A fim de demonstrar a existência da tensão superficial em materiais no estado líquido, providencie um copo transparente de vidro, água, purpurina e detergente.
- Coloque água no copo até próximo a sua borda. Acrescente cuidadosamente a purpurina, para que ela fique na superfície da água.

Aplique algumas gotas de detergente no copo com água e purpurina e peça aos alunos que observem o que acontece.

- Explique que, mesmo a purpurina sendo mais densa que a água, ela permanece, inicialmente, em sua superfície. Isso ocorre em virtude da tensão superficial resultante da

interação entre as moléculas de água da superfície e as moléculas abaixo dela. Quando o detergente é adicionado, como ele é capaz de diminuir a tensão superficial dos líquidos, a purpurina começa a se movimentar e afunda na água como resultado da ruptura da tensão superficial.

Confira o exemplo do ferro no estado físico sólido.

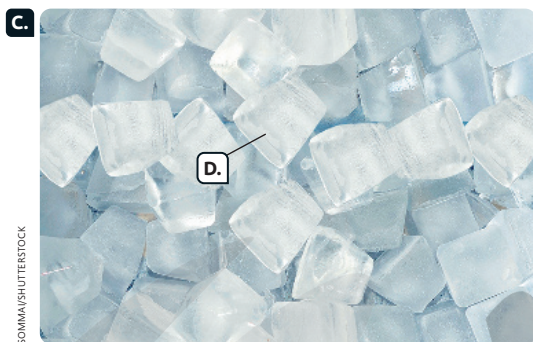


MARTIN MOJZIS/SHUTTERSTOCK

Barras de ferro (imagem A) e representação da organização dos átomos de ferro no estado físico sólido (imagem B).

Como você pôde perceber na imagem B, as partículas de ferro estão bem próximas entre si, resultando em formato e volume bem definidos, o que caracteriza o estado físico sólido. No entanto, há uma exceção significativa dessa regra: a água. Diferentemente do que ocorre em outras substâncias, as partículas que a constituem no estado físico sólido se organizam de modo a gerar espaços vazios, levando a um aumento de volume e, conseqüentemente, a uma redução de densidade.

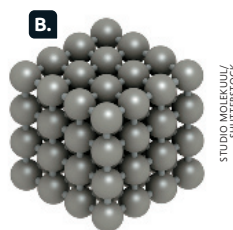
Observe a seguir.



SOMMA/SHUTTERSTOCK

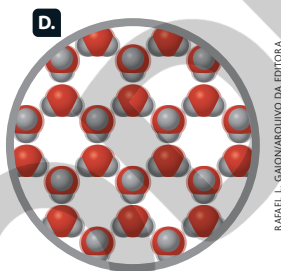
Cubos de gelo (imagem C) e representação das moléculas de água no estado físico sólido (imagem D).

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 7.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: KOTZ, John C. *et al. Química geral e reações químicas*. Tradução: Noveritis do Brasil. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 1. p. 233.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

#### Glossário

Podemos verificar esse comportamento **anômalo** da água quando colocamos gelo em um copo com água. Nesse caso, o gelo, que corresponde ao estado físico sólido da água, flutua por apresentar menor densidade do que a água no estado líquido.

• Comente com os alunos que volume e densidade são grandezas inversamente proporcionais. Diga-lhes que a densidade de um material é obtida por  $d = \frac{m}{V}$ , em que  $d$  é a densidade,  $m$  é a massa e  $V$  é o volume do material. Essa abordagem permite uma conexão com o componente curricular de **Matemática**. Se possível, peça ao professor desse componente curricular que resolva a equação da densidade com os alunos.

• Peça aos alunos que comparem as representações da estrutura da água e do ferro do estado sólido e verifique se percebem que as partículas de água se organizam formando uma rede com espaços entre elas, já as partículas de ferro ficam mais próximas uma das outras, não formando esses espaços.

• Se achar conveniente, leve para a sala de aula materiais no estado sólido que possuem diferentes características, como um pedaço de granito, para demonstrar a sua dureza; uma borracha escolar, para mostrar a sua elasticidade; um pedaço de fio de cobre, para exemplificar a ductilidade.

## Metodologias ativas

Caso necessário, na questão 2, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **think-pair-share**. Para isso, leia instruções sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas** nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que reflitam sobre a pergunta e, depois, que registrem as respostas no caderno. Em seguida, peça-lhes que, em duplas, discutam suas respostas. Após esse momento, permita-lhes compartilhar suas conclusões com toda a turma.

• Ao abordar a questão 2, diga aos alunos que a situação de um *iceberg* se assemelha ao copo de água com cubos de gelo – o *iceberg* flutua na água devido ao mesmo fenômeno. Esta questão contribui para o trabalho com a **Competência geral 9**, pois incentiva a **empatia** e a cooperação durante o diálogo desenvolvido entre os alunos, além de colaborar com a prática oral de argumentação. Acompanhe se eles identificam corretamente o motivo de os *icebergs* boiarem e se eles dialogam de forma respeitosa.

• No esquema sobre a água no estado físico gasoso, enfatize para os alunos que não é possível observar diretamente o vapor de água no ar. As partículas de água que geralmente vemos nessas situações, como na foto da chaleira com água fervendo, referem-se às gotículas de água no estado líquido provenientes do vapor de água que se condensaram no ar, e não diretamente o vapor de água.

• Quando mencionar a compressibilidade dos gases, peça aos alunos que mencionem alguma situação em que podemos perceber a compressão de um gás. Acompanhe se eles citam exemplos como pneus de um veículo, bomba de ar, elevadores hidráulicos, balão cheio de ar ou outro gás, colchões de ar, entre outros.

Outra situação é quando colocamos uma garrafa cheia de água no congelador por algumas horas. A passagem da água do estado líquido para o estado sólido resulta em um aumento de volume. Como resultado, em alguns casos, pode ocorrer o rompimento da garrafa.

**Questão 2.** Converse com um colega a respeito do motivo de os *icebergs* flutuarem nos corpos de água. *Questão 2. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os alunos a relacionar o fato de os icebergs flutuarem nos corpos de água com o comportamento anômalo da água no estado físico sólido.*

## Estado físico gasoso

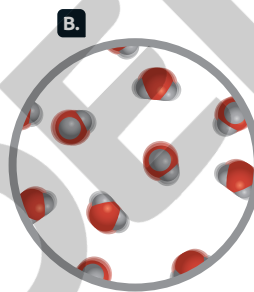
No estado físico gasoso, as partículas da matéria encontram-se mais afastadas entre si do que nos estados físicos sólido e líquido. Por essa razão, elas apresentam menor força de atração e maior liberdade para se deslocar do que aquelas nos outros dois estados físicos da matéria. Esse deslocamento ocorre de modo desordenado, e a interação das partículas se dá, principalmente, por colisões.

Por ter maior liberdade de deslocamento, as partículas da matéria no estado físico gasoso ocupam todo o volume do recipiente que a contém, não apresentando volume e formato definidos.

Observe a seguir.



OLEG DOROSHIN/SHUTTERSTOCK



RAFAEL L. GAONANQUIVO DA EDITORA

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. et al. *Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 7.

Chaleira com água em ebulição (imagem A) e representação da organização das moléculas de água no estado físico gasoso (imagem B). Na imagem A, a névoa que sai da chaleira não é o vapor de água em si, pois ele não é visível a olho nu. O que é visível são as gotículas de água que estão sendo carregadas por esse vapor.

Como mostrado na imagem B, as moléculas de água encontram-se bem afastadas umas das outras, caracterizando o estado físico gasoso. Os materiais nesse estado físico, como o vapor de água e vários gases, apresentam alta compressibilidade, ou seja, podem ser comprimidos, reduzindo seu volume. Ao reduzir o volume de um gás, a distância entre suas partículas diminui, o que causa maior interação entre elas.

A matéria pode mudar de um estado físico para outro. A seguir, vamos estudar algumas dessas mudanças.



## Fusão e solidificação

A mudança de estado físico sólido para o estado físico líquido é chamada  **fusão**. Observe as imagens a seguir.



Ferro no estado físico sólido.



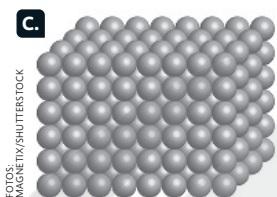
Ferro no estado físico líquido, sendo despejado em uma forma.

Para que a fusão aconteça, a matéria deve receber energia, o que resulta no aumento da temperatura da matéria. Por exemplo, para fundir o ferro, a temperatura deve ser elevada até 1536 °C. Para ocorrer a fusão, deve-se chegar à chamada **temperatura de fusão**. Assim como o ferro, cada matéria tem um ponto de fusão específico.

Como estudamos, de modo geral, no estado físico sólido, as partículas da matéria encontram-se mais próximas umas das outras, e as forças de atração entre elas são mais intensas. Quando a matéria recebe energia térmica de uma fonte de calor, suas partículas passam a se movimentar mais intensamente, até que a força de atração existente entre elas não seja suficiente para mantê-las próximas.

Nesse caso, as partículas começam a se distanciar, e a matéria, que estava no estado sólido, torna-se líquida, adquirindo o formato do recipiente que a contém.

Observe a seguir.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da organização das partículas de ferro no estado físico sólido (C) e no estado físico líquido (D), em temperatura ambiente.

Fonte de pesquisa: KOTZ, John C. *et al. Química geral e reações químicas*. Tradução: Noveritis do Brasil. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 1. p. 233.

O oposto à fusão também ocorre na matéria. A mudança de estado físico líquido para o estado físico gasoso é chamada **solidificação**. Assim como na fusão, essa mudança é influenciada pela temperatura.

### Sugestão de avaliação

Inicie a abordagem deste assunto mostrando aos alunos imagens do derretimento de geleiras e calotas polares. Em seguida, faça as seguintes perguntas aos alunos, a fim de levantar os conhecimentos prévios deles a respeito do tema.

a) Nesta situação, está ocorrendo uma mudança de estado físico da matéria. Como é chamada essa mudança?

Resposta: Fusão.

b) Quais estados físicos estão envolvidos nessa mudança?

Resposta: A matéria no estado sólido está se transformando em matéria no estado líquido.

- Aproveite o momento e comente com os alunos que o derretimento das geleiras e das calotas polares é um dos efeitos do aumento da temperatura média da Terra. Explique a eles que esse aumento da temperatura é consequência da intensificação do efeito estufa, provocada, entre outros motivos, pelo aumento na emissão de gases que retêm calor na atmosfera.

- Comente com os alunos que a emissão de gases poluentes na atmosfera é provocada por ações humanas e que, por isso, é importante conscientizar a população a fim de buscar formas de preservação e conservação da natureza. Essa abordagem permite trabalhar o tema temporâneo transversal **Educação ambiental**, destacado na BNCC.

- Relembre os alunos que o ponto de fusão depende do composto ou da substância. Ao nível do mar, o ponto de fusão da água é 0 °C.

- Se julgar conveniente, mostre aos alunos o ponto de fusão de outras substâncias ao nível do mar.

#### Ponto de fusão de algumas substâncias

Substância	Temperatura (°C)
Etanol	-130
Gás oxigênio	-219
Sacarose	186
Cloreto de sódio	801

Fonte de pesquisa: MARSON, Guilherme A.; KASSEBOEHMER, Ana C. *Propriedades das substâncias*. USP. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0013/impressos/plc0013\\_top02.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0013/impressos/plc0013_top02.pdf). Acesso em: 9 jun. 2022.

- Na imagem da panela com água em ebulição, aproveite para explicar aos alunos os conceitos de aquecer e ferver a água. Diga-lhes que, quando a água atinge a temperatura de ebulição a pressão constante, sua temperatura se mantém até que toda a água passe para o estado gasoso, pois o calor que recebe é utilizado para que ocorra a mudança de estado físico, o chamado calor latente de vaporização. Isso ocorre porque, durante uma mudança de estado, a energia fornecida é utilizada para superar as forças que prendem as partículas umas às outras, e não para aumentar a temperatura.

- Se julgar necessário, apresente aos alunos o ponto de ebulição de outras substâncias ao nível do mar.

#### Ponto de ebulição de algumas substâncias

Substância	Temperatura (°C)
Etanol	78
Água	100
Gás oxigênio	-183
Cloreto de sódio	1413
Ferro	2862

Fonte de pesquisa: MARSON, Guilherme A.; KASSEBOEHMER, Ana C. Propriedades das substâncias. USP. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0013/impresos/plc0013\\_top02.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0013/impresos/plc0013_top02.pdf). Acesso em: 9 jun. 2022.

Para que ocorra a solidificação, é necessário reduzir a temperatura da matéria. Dessa maneira, à medida que a matéria no estado físico líquido cede energia térmica para o ambiente ou para outro corpo, a movimentação das partículas diminui. Isso possibilita que as forças de atração entre elas unam essas partículas, praticamente fixando-as.

Para que ocorra a solidificação da matéria, deve-se chegar à chamada **temperatura de solidificação**, que é específica para cada matéria.

## Vaporização e condensação

A mudança de estado físico líquido para o estado físico gasoso é chamada **vaporização**. Ela pode ocorrer de maneiras distintas. Vamos estudar algumas delas a seguir.

Quando uma panela com água é colocada sobre a chama de um fogão, depois de certo tempo, ocorre a formação de bolhas no interior do líquido.

Isso caracteriza a **ebulição**. Nesse processo, a matéria recebe energia térmica, aumentando a sua temperatura, o que resulta no movimento intenso de suas partículas.

Além disso, a tendência de escape das partículas também aumenta, até que se formem bolhas em todo o líquido, como mostra a imagem B.



Panela com água em ebulição sobre a chama de um fogão (imagem A) e representação do processo de ebulição da água (imagem B). Nesse esquema, as estruturas acima da superfície da água líquida do recipiente representam as moléculas de água, enquanto as setas mostram o sentido em que elas se movem, nesse caso, de modo aleatório.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: TERMODINÂMICA química. *Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos*. Disponível em: [http://labvirtual.eq.uc.pt/site/joomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=217&Itemid=382#1](http://labvirtual.eq.uc.pt/site/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=217&Itemid=382#1). Acesso em: 27 abr. 2022.

A **evaporação** é o processo mais lento da vaporização e ocorre na superfície dos líquidos, diferentemente da ebulição, que ocorre em todo o volume do líquido.

Podemos identificar a evaporação, por exemplo, quando, após a chuva, a água sobre a calçada ou o asfalto é aquecida pelo calor proveniente do Sol e evapora.

A evaporação também ocorre na secagem das roupas que deixamos no varal. As moléculas de água com maior energia se desprendem da parte líquida e se transformam em vapor de água, que se dissipa no ambiente. Como resultado desse processo, elimina-se a água dos tecidos e ocorre a secagem das roupas.

Durante o aquecimento da matéria, caso as partículas perto da superfície do líquido se agitem suficientemente para vencer as forças de atração exercidas pelas partículas vizinhas, elas se desprendem do líquido e se espalham na atmosfera na forma gasosa.

Representação do processo de evaporação da água. Nesse esquema, as estruturas acima da superfície da água líquida do recipiente representam as moléculas de água, enquanto as setas mostram o sentido em que elas se movem.

Fonte de pesquisa: TERMODINÂMICA química. *Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos*. Disponível em: [http://labvirtual.eq.uc.pt/site/oomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=217&Itemid=382](http://labvirtual.eq.uc.pt/site/oomla/index.php?option=com_content&task=view&id=217&Itemid=382). Acesso em: 27 abr. 2022.

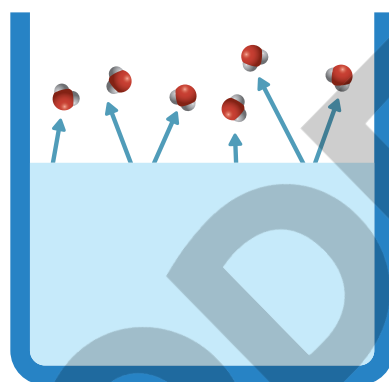
O oposto à vaporização também ocorre na matéria. A mudança de estado físico gasoso para o estado físico líquido é chamada **condensação**.

A **condensação** ocorre quando as partículas da matéria no estado físico gasoso cedem energia para o ambiente ou outros corpos com temperatura menor. Como resultado, essas partículas passam a se movimentar mais lentamente, aproximando-se umas das outras e refazendo as ligações intermoleculares. Isso faz ocorrer a mudança do estado físico gasoso para o estado físico líquido.



GIGA DESIGN/SHUTTERSTOCK

— Água evaporando de uma estrada após a chuva.



CAIO TANAKA/ARQUIVO DA EDITORA

— Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

- Os exemplos da evaporação da água sobre uma calçada e nas roupas de um varal permitem aos alunos analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, exercitando a **curiosidade** para buscar respostas, contemplando assim a **Competência específica de Ciências da Natureza 3** da BNCC.

### Um texto a mais

- Se julgar interessante, comente com os alunos que os líquidos em geral formam um equilíbrio entre as fases líquida e gasosa. Sobre isso, leia o texto a seguir.

Se você colocar um pouco de água em um bêquer aberto, ela irá evaporar-se completamente. O movimento do ar e a difusão gasosa retiram o vapor de água das adjacências da superfície líquida, de modo que muitas moléculas de água não são capazes de retornar ao líquido.

Porém, se você colocar água em um frasco e depois selá-lo [...], o vapor da água não poderá escapar, e parte desse vapor irá condensar-se novamente para formar água líquida. [...]

No equilíbrio, as moléculas continuarão passando da fase líquida para a fase de vapor e vice-versa [...]. É importante observar que a velocidade com que as moléculas passam da fase líquida para a de vapor é a mesma com que elas passam da fase de vapor para a líquida, portanto não há nenhuma variação líquida das massas nas duas fases.

[...]

KOTZ, John C. et al. *Química geral e reações químicas*. 9 ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1. 2015. p. 517.

- Ao abordar o processo de condensação, pergunte aos alunos se já perceberam partículas de água próxima à boca enquanto respiravam em um dia frio e questione-lhes o que ocorre nessa situação. Verifique se eles entendem que se trata de gotículas de água que condensaram do vapor que sai pela nossa boca, e não o vapor propriamente dito. Para incentivar a participação dos alunos, peça-lhes que reflitam e mencionem outros exem-

plos do cotidiano em que é possível observar a condensação da água. Acompanhe se eles relatam situações como a condensação da água do chuveiro sobre um espelho, nos óculos que ficam embaçados, em uma panela de pressão liberando bastante vapor, nos vidros de um automóvel em um dia frio, nas paredes de um copo que recebem um líquido gelado etc.



- Na liofilização, diga aos alunos que esse processo de desidratação tem diversas vantagens em relação à desidratação convencional, que utiliza aquecimento, pois os materiais mantêm suas propriedades, principalmente aqueles sensíveis ao calor.
- Para mencionar um exemplo de sublimação que pode fazer parte do cotidiano dos alunos, pergunte-lhes se já observaram esferas de naftalina e se sabem como funcionam e para que elas são utilizadas. As esferas de naftalina são bastante utilizadas como repelente para afastar traças, baratas e outros insetos, pois o vapor de sua sublimação os repele. Enfatize a eles que é necessário tomar cuidado, pois esse vapor pode causar intoxicação.
- Outro exemplo de sublimação que os alunos podem conhecer é o gelo-seco. Comente com eles que o gelo-seco consiste em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) no estado sólido. Diga-lhes que o gelo-seco pode ser utilizado, por exemplo, por vendedores de sorvete em carrinhos e até no transporte de vacinas, pois ele ajuda a manter os materiais congelados.

### Algo a mais

- Para ler mais informações a respeito do processo de liofilização, acesse o artigo disponível a seguir. TERRONI, Henrique C. *et al.* Liofilização. *Revista Científica Unilago*, São José do Rio Preto, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2022.

## Sublimação e deposição

A matéria pode passar do estado físico sólido diretamente para o estado físico gasoso, sem passar pelo estado físico líquido. Essa mudança de estado é chamada **sublimação**. O oposto também pode ocorrer, com a matéria passando do estado físico gasoso direto para o estado físico sólido, a chamada **deposição**.

A liofilização é um processo de desidratação que utiliza a sublimação. Esse processo é empregado para conservar alimentos, princípios ativos de medicamentos e vacinas, entre outras aplicações.

Na liofilização, o produto é congelado e, em seguida, encaminhado a uma câmara de vácuo, na qual sofre variações de temperatura. Como resultado, a água passa diretamente do estado sólido para o gasoso (sublimação). Isso provoca a desidratação do material, mantendo suas propriedades.



Kiwis liofilizados.

Em locais de baixas temperaturas, pode ocorrer um fenômeno conhecido como geada. Nele, o vapor de água (estado físico gasoso) presente no ar passa diretamente para o estado físico sólido, ao entrar em contato com uma superfície com baixa temperatura. Assim, a geada é um exemplo de deposição.



Área rural coberta por geada ao amanhecer no município de Urubici, SC, em 2021.

## Fatores que influenciam nas mudanças de estados físicos

**Questão 3. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que essa informação é importante porque com ela estamos indicando que o fenômeno em questão ocorre a uma determinada pressão (ao nível do mar), uma vez que a pressão do local influencia nas mudanças de estado físico da matéria.

**Questão 3.** Quando citamos as temperaturas de fusão e de ebulição da água, consideramos os valores ao nível do mar. Por que é importante a informação “ao nível do mar”?

Como estudamos anteriormente, a diferença entre os estados físicos da matéria está nas suas propriedades. Alguns fatores, como temperatura e pressão, podem fazer essas propriedades serem modificadas, interferindo na mudança de estado físico da matéria.

A seguir, vamos estudar a influência da **temperatura** e da **pressão** na mudança de estado físico da matéria.

198

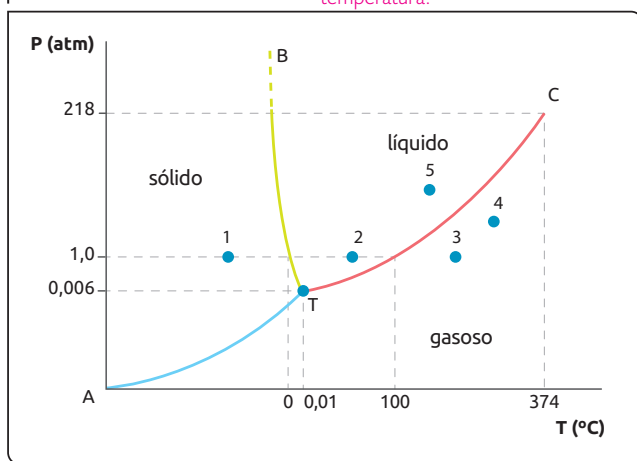
- A questão 3 tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da influência da pressão na mudança de estado físico. Diga-lhes que a expressão “ao nível do mar” refere-se à pressão atmosférica, depois questione-os se acham que locais com diferentes altitudes podem ter pressão atmosférica diferente. Se for necessário auxiliá-los, pergunte-lhes se já se deslocaram

entre locais com grande diferença de altitude e se sentiram pressão no ouvido. Oriente-os a refletir sobre como essas informações podem estar relacionadas. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **Competência geral 2**, pois os alunos precisam recorrer à reflexão e elaborar hipóteses com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

Para uma determinada condição de pressão, as mudanças de estado físico da matéria ocorrem em temperaturas específicas. No entanto, uma mudança de pressão pode alterar as temperaturas de fusão e de ebulição dessas substâncias.

A água, por exemplo, quando é submetida a um aumento de pressão, funde-se em temperaturas menores que 0 °C e entra em ebulição em temperaturas maiores que 100 °C. Uma maneira de observarmos isso é utilizando o chamado **diagrama de fases**. Trata-se de um gráfico que apresenta os diferentes estados físicos da matéria em função da temperatura e da pressão. Observe a seguir.

**Diagrama de fases da água**



**Questão 4.** Resposta: Pode-se manter a temperatura e aumentar a pressão; manter a pressão e diminuir a temperatura; variar as duas grandezas ao mesmo tempo, aumentando a pressão e diminuindo a temperatura.

**Questão 5.** Resposta: Pode-se manter a pressão e diminuir a temperatura; diminuir a pressão até a amostra passar para o estado gasoso e, em seguida, diminuir a temperatura até que ela passe para o estado sólido; variar as duas grandezas ao mesmo tempo, diminuindo a temperatura e a pressão.

Fonte de pesquisa:  
BROWN, Theodore L.  
*et al. Química: a ciência central.* Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 489.

As curvas do diagrama de fases mostram as mudanças de estado físico da matéria: a curva **B** é a curva de fusão, a **C** é a curva de vaporização, e a **A** é a curva de sublimação.

No ponto 1 temos água no estado sólido. Mantendo a pressão constante e aumentando a sua temperatura, chegamos ao ponto 2, ou seja, a água passa para o estado líquido. Se continuarmos a aumentar a temperatura e a manter a pressão constante, podemos chegar ao ponto 3, no qual a água se encontra no estado gasoso.

O ponto do diagrama indicado com a letra **T** é chamado **ponto triplo**, que é uma combinação de pressão e temperatura na qual os estados físicos sólido, líquido e gasoso coexistem em equilíbrio.

**Questão 4.** Partindo do ponto 4 do diagrama, quais são as maneiras de possibilitar que a água passe para o estado físico líquido?

**Questão 5.** Quais são as possíveis maneiras de a amostra que está no ponto 5 passar para o estado físico sólido?

• O diagrama desta página permite fazer uma conexão com o componente curricular de **Matemática**. Se possível, solicite ao professor desse componente que contribua com a interpretação do gráfico apresentado.

• Inicie a interpretação do diagrama solicitando aos alunos que identifiquem as informações indicadas no eixo vertical (pressão) e no eixo horizontal (temperatura). Em seguida, peça a eles que identifiquem as regiões do diagrama e suas respectivas fases. Depois, diga que as linhas do diagrama representam as temperaturas e respectivas pressões em que ocorre cada mudança de estado físico da água.

• Aproveite para explicar aos alunos que a curva de fusão (**B**) da água é levemente inclinada para a esquerda, indicando que seu ponto de fusão diminui com o aumento de pressão. Ressalte que esse comportamento é atípico, pois a maioria das substâncias apresenta um aumento na temperatura de fusão devido ao aumento da pressão. Isso ocorre em função do comportamento anômalo da água, que tem a forma líquida mais compacta do que a forma sólida, em certos intervalos de pressão e temperatura.

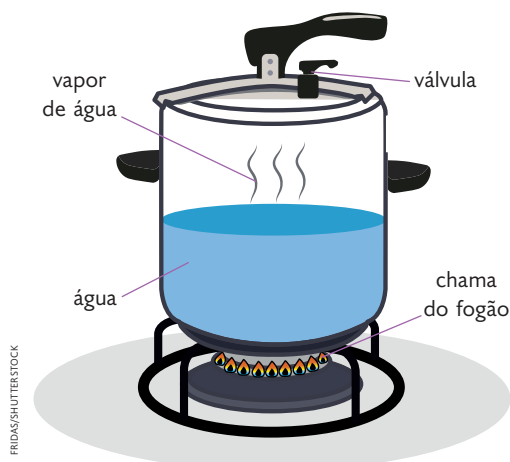
• Caso algum aluno apresente dificuldade para realizar as questões 4 e 5, oriente-o a analisar os pontos indicados considerando a variação de apenas um fator de cada vez. Em seguida, peça-lhes que considere a variação dos dois fatores ao mesmo tempo.

## Atividade a mais

- Para que os alunos evidenciem a influência da pressão na temperatura de mudança de estado físico da matéria, providencie uma seringa e água quente.
- Cuidado ao manusear a água quente nesta atividade, pois mesmo em pequenas quantidades ela pode provocar queimaduras. Não permita que os alunos realizem esta atividade. Eles apenas observarão os resultados.
- Aqueça determinada quantidade de água até que ela chegue próximo ao seu ponto de ebulição. Colete a água quente utilizando a seringa, preenchendo aproximadamente 1/5 de seu volume. Confira se entram bolhas de ar junto com a água quente na seringa. Se sim, coloque a seringa na posição vertical com o bico para cima e aperte o êmbolo até que a bolha seja totalmente removida.
- Tampe a extremidade aberta da seringa com massa de modelar e puxe o êmbolo para trás e com força, mas tomando cuidado para não retirá-lo totalmente da seringa. Peça aos alunos que observem. Espere-se que eles percebam que a redução da pressão do interior da seringa fez com que a água entrasse em ebulição a uma temperatura inferior a 100 °C.
- Solte o êmbolo, e a ebulição da água cessará. Explique que, ao soltar o êmbolo, a pressão em seu interior aumenta, resultando no aumento da temperatura de ebulição e dificultando a fervura da água.
- Esta atividade contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC, pois possibilita aos alunos compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Tomando como base o diagrama de fases, podemos explicar, por exemplo, o uso das panelas de pressão, utensílio doméstico que tem como finalidade diminuir o tempo necessário para cozinhar os alimentos de maneira segura.

Observe a seguir como funciona uma panela de pressão.



FRIDAS/SHUTTERSTOCK

Representação de uma panela de pressão, em transparência, sobre a chama de um fogão.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

A panela de pressão tem a tampa vedada e uma válvula que controla a pressão interna do vapor, por meio da liberação contínua de vapor para o ambiente.

À medida que a panela esquenta, a pressão em seu interior aumenta e maior é a dificuldade para que as moléculas de água se desprendam do líquido e passem para o estado físico gasoso. Isso ocorre porque elas precisam vencer a pressão exercida sobre a superfície do líquido para poder evaporar.

Quanto maior é a pressão no interior da panela, maior é a temperatura que a água pode atingir.

A válvula presente na tampa da panela permite que a pressão interna desse utensílio seja maior que a externa. Dessa maneira, a pressão de vapor aumenta no interior da panela de pressão e a água entra em ebulição em uma temperatura de cerca de 120 °C. A maior temperatura de ebulição da água faz os alimentos serem cozidos a temperaturas mais altas e, portanto, mais rapidamente.

Outra situação em que podemos perceber a influência da temperatura e da pressão na mudança de estados físicos da matéria está relacionada à altitude.

À medida que a altitude aumenta, a pressão atmosférica diminui, fazendo a água entrar em ebulição em temperaturas abaixo de 100 °C.

Por exemplo, a cidade de La Paz, na Bolívia, fica a uma altitude de 3700 m, e o ponto de ebulição da água nessa cidade é de 88 °C, o que afeta o tempo de cozimento dos alimentos.



LEONID ANDRONOV/ALAMY/FOTARENA

Vista aérea da cidade de La Paz, Bolívia, em 2021.

200

## Metodologias ativas

Ao finalizar o conteúdo sobre as transformações físicas, se possível, peça aos alunos que sintetizem os aprendizados utilizando a metodologia ativa **mapa mental**. Para isso, leia as instruções sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias**

**ativas** nas orientações gerais deste manual. Oriente-os a produzir um mapa mental utilizando a palavra-chave “matéria” e, com base nela, relacionar os conceitos estudados, como os estados físicos, as transformações físicas, as forças de atração etc.

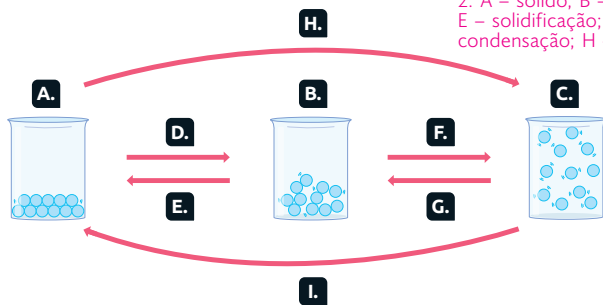


## Atividades

Faça as atividades no caderno.

3. a) Resposta: A água contida nos recipientes no estado físico líquido passará pelo processo de evaporação, mudando para o estado físico gasoso (vapor). A presença de vapor de água aumenta a umidade relativa do ar do ambiente, o que melhora as condições locais para as pessoas, que passam a respirar melhor.

1. Explique a organização das partículas da matéria nos estados físicos líquido, sólido e gasoso. 1. Resposta nas orientações ao professor.
2. Identifique os estados físicos e as transformações físicas indicados pelas letras A a I.



2. A – sólido; B – líquido; C – gasoso; D – fusão; E – solidificação; F – vaporização; G – condensação; H – sublimação; I – deposição.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 1. p. 247.

Representação das mudanças de estado físico da matéria. Nesse esquema, as esferas representam as partículas que compõem a matéria.

3. Em dias com baixa umidade relativa do ar, algumas pessoas apresentam certa dificuldade para respirar por conta do tempo seco. Por esse motivo, indica-se colocar recipientes com água nos ambientes em que a pessoa estiver.
  - a) Explique a possível melhora nas condições do ambiente na presença de recipientes com água.
  - b) Com base na organização das partículas dos materiais, explique como ocorre o processo que você citou no item a.
4. Identifique a alternativa **incorreta** e, em seguida, reescreva essa alternativa no caderno, corrigindo-a.
  - a) A ebulição ocorre de maneira mais rápida que a evaporação. Além disso, somente na ebulição há a formação de bolhas.
  - b) Na condensação, as partículas da matéria no estado físico gasoso cedem energia para outras matérias ou outros corpos com temperatura menor, passando a se movimentar mais lentamente e permitindo que as forças de atração unam suas partículas.
  - c) Para que ocorra a fusão, é necessário reduzir a temperatura da matéria e, para a solidificação, é preciso aumentá-la.
  - d) A passagem da matéria do estado físico sólido diretamente para o estado físico gasoso é chamada sublimação, enquanto seu oposto recebe o nome de deposição.

4. Resposta: Alternativa c. Para que ocorra a fusão, é necessário aumentar a temperatura da matéria e, para a solidificação, é preciso reduzi-la.

3. b) Resposta: As partículas próximas à superfície do líquido se movimentam com intensidade suficiente para vencer as forças de atração exercidas pelas partículas vizinhas. Isso os faz se desprenderem do líquido e se espalharem na atmosfera na forma gasosa.

201

• O objetivo da atividade 1 é levar os alunos a descrever as características da matéria em cada um dos estados físicos. Se necessário, peça-lhes que retomem o conteúdo das páginas 191 a 194, confrontando as representações das partículas de água em cada estado físico.

• Na atividade 2, peça aos alunos que façam a atividade utilizando a abordagem do **pensamento computacional** e acompanhe se eles conseguem aplicar seus pilares na resolução do problema. Eles podem identificar, por exemplo, que a decomposição do problema pode ser realizada na identificação dos estados físicos e posteriormente na identificação das transformações físicas. Para isso, oriente-os a listar previamente essas informações e, depois, por meio do reconhecimento de padrões, solicite-lhes que analisem as partículas de cada recipiente e as associem ao estado físico. Se necessário, oriente os alunos a relembrar o esquema das transformações físicas da página 191.

• Caso os alunos não recordem do tipo de vaporização que ocorre na situação da atividade 3, diga-lhes que foram estudadas diferentes formas de um material vaporizar, e que em uma delas o material não precisa atingir a temperatura de ebulição. Esta atividade contribui para o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Saúde**, a **Competência geral 8** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 7**, pois os alunos aprendem sobre os cuidados que devem ter para preservar a saúde.

• Caso os alunos tenham dificuldade para identificar que a alternativa c da atividade 4 está incorreta, pergunte qual é o efeito da temperatura nas partículas da matéria. Acompanhe as respostas e verifique se eles compreendem que maior temperatura aumenta a energia cinética das partículas, superando as forças de atração e causando a fusão do material. O oposto ocorre na solidificação – as forças de atração são maiores que a energia cinética, e as partículas se mantêm unidas.

## Resposta

1. Espera-se que os alunos respondam que as partículas que compõem a matéria no estado físico sólido ficam próximas uma das outras (com exceção da água), quase fixas. No estado líquido, elas também estão próximas, mas realizam mais movimentos. Já no estado gasoso, elas estão distantes e com movimentos mais rápidos.

• Na atividade 5, se os alunos tiverem dificuldade para reconhecer a transformação física relatada no trecho da reportagem, oriente-os a consultar o esquema da página 191, a fim de facilitar sua identificação. Aproveite esta atividade para perguntar a eles o que está causando o derretimento de geleiras e o aumento do nível da água do mar. Acompanhe suas respostas e verifique se compreendem que diversas atividades têm contribuído para o derretimento das geleiras, como o desmatamento, a queima de combustíveis fósseis, a emissão de gases poluentes, entre outras atividades do ser humano. Essa abordagem favorece o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.

A utilização de um gênero textual diferente também permite o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 6**, pois os alunos precisam ler o trecho de uma reportagem para responder a esta atividade.

• Auxilie os alunos na interpretação do esquema da atividade 6. Oriente-os a observar o mar, o navio e a praia e verifique se eles relacionam essas imagens ao nível do mar. Em seguida, peça-lhes que observem a representação da cidade de São Paulo e a altitude correspondente.

5. Leia o trecho de reportagem a seguir e responda às questões propostas.

[...]

A combinação de derretimento do gelo e expansão da água está fazendo com que o nível do mar suba, representando uma ameaça para cidades costeiras, incluindo várias capitais do mundo.

[...]

SMINK, Veronica. Aquecimento global: por que é preocupante que os polos da Terra estejam cada vez menos brancos. *BBC News Brasil*, 5 nov. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59171088>. Acesso em: 27 abr. 2022.

- a) Qual é a mudança de estado físico relacionada ao derretimento do gelo?  
5. a) Resposta: Fusão.
- b) Com base na organização das partículas dos materiais, explique como ocorre o processo que você citou no item a. 5. b) Resposta nas orientações ao professor.
- c) Por que o aumento do nível do mar ameaça as cidades costeiras?  
5. c) Resposta: Porque as cidades costeiras ficam perto do mar e, com o aumento do nível da água, o mar pode adentrar essas cidades, inundando-as e causando destruição.
6. Wagner, que mora no município de São Paulo, aproveitou um final de semana para viajar até Santos, um município no litoral do estado de São Paulo. Na manhã de domingo, já em Santos, foi preparar um café e percebeu que a água demorou um pouco mais para ferver do que em sua casa. Visto que Wagner sempre utilizava a mesma quantidade de água para preparar seu café e que a chama do fogão cede calor à água com a mesma intensidade em ambos os locais, responda às questões propostas.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Representação esquemática das altitudes dos municípios de São Paulo e de Santos.

- a) Wagner estava certo em sua percepção? Justifique sua resposta.  
6. a) Resposta nas orientações ao professor.
- b) Qual é a relação que existe entre a altitude e a pressão atmosférica?  
6. b) Resposta: Quanto maior é a altitude, menor é a pressão atmosférica.
- c) Qual é a relação entre pressão e temperatura de ebulição?  
6. c) Resposta: Pressão e temperatura são grandezas diretamente proporcionais. Assim, quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição.

202

## Respostas

5. b) Espera-se que os alunos expliquem que, à medida que a matéria no estado físico sólido recebe energia térmica de uma fonte de calor, as partículas que a compõem passam a se movimentar mais intensamente, até que a força de atração existente entre elas não seja suficiente para mantê-las próximas. Essas partículas, então, começam a se distanciar e a

matéria, que estava no estado sólido, torna-se líquida.

6. a) Sim, Wagner estava certo em sua percepção, pois, quando comparamos as altitudes dos municípios de São Paulo e de Santos, percebemos que existe uma diferença entre elas. O município de São Paulo tem altitude maior, portanto tem temperatura de ebulição menor

(aproximadamente 98 °C), quando comparada à temperatura de ebulição no município de Santos (aproximadamente 100 °C), que está ao nível do mar. Dessa forma, no município de Santos, a mesma quantidade de água demora um pouco mais para entrar em ebulição do que no município de São Paulo, pois existem dois graus de diferença nessa temperatura.

## Transformações químicas da matéria

Observe as imagens a seguir.



Recipiente contendo grãos de açúcar.



Pessoa mexendo açúcar derretido em uma panela sobre a chama de fogão.

Imagens não proporcionais entre si.

Como citado no início deste capítulo, as **transformações químicas**, também chamadas reações químicas, são aquelas mudanças nas quais ocorre formação de novas substâncias por meio da alteração e/ou combinação das substâncias iniciais.

Ao analisar as imagens A e B, é possível perceber que, ao aquecer o açúcar, ele muda de cor e de textura, transformando-se em uma calda caramelizada. Isso indica que ele passou por uma transformação química, pois se tornou um outro material.

Em uma reação química, as substâncias que reagem e dão origem a novas substâncias são chamadas **reagentes**. As novas substâncias formadas com base nesses reagentes são chamadas **produtos**. A formação do produto ocorre por meio do rearranjo dos átomos dos reagentes.

### Representação das transformações químicas

Como estudamos, os elementos químicos são representados por símbolos. O carbono, por exemplo, é representado pela letra **C** maiúscula.

Os compostos químicos, por sua vez, são representados por **fórmulas químicas**. Observe a seguir a fórmula química do etanol.



O etanol, utilizado como combustível de veículos, é composto por dois átomos de carbono (C), seis átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O).

As reações químicas podem ser representadas por meio de **equações químicas**, que descrevem resumidamente o que está acontecendo na reação. Observe a equação química da fotossíntese, apresentada a seguir.



A fotossíntese é um exemplo de reação química. Na presença da luz solar, as plantas transformam gás carbônico ( $CO_2$ ) e água em glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) e gás oxigênio.

203

• Explique aos alunos que até certa temperatura o açúcar sofre apenas uma transformação física, que é a sua fusão, contudo, após ultrapassar essa temperatura, o açúcar passa pela transformação química chamada caramelização.

• Após a observação da situação inicial desta página, peça aos alunos que citem outras transformações químicas que ocorrem em seu cotidiano. Eles podem citar, por exemplo, a fermentação alcoólica, a formação de coálhada, a combustão do gás de cozinha, a respiração dos seres vivos, a oxidação da prata, a fermentação da uva, resultando na produção do vinho, a produção de sabão, entre outros. Verifique se algum deles menciona uma transformação física e analise o exemplo com eles.

• Para ajudar a esclarecer a diferença entre as transformações físicas e químicas, faça com eles a **Atividade a mais** sugerida a seguir.

#### Atividade a mais

• Para esta atividade, providencie antecipadamente dois copos, água, refrigerante, um comprimido efervescente, etiqueta e caneta.

• Em um dos copos, cole uma etiqueta e escreva o número **1**. No outro copo, cole outra etiqueta e escreva o número **2**.

• Em seguida, adicione água e o comprimido efervescente no copo **1**. Em seguida, adicione o refrigerante e 10 g de açúcar no copo **2**. Oriente os alunos a observar o que acontece em cada copo.

• Depois, faça as seguintes perguntas.

a) Em qual copo ocorreu uma reação química? Justifique.

b) No copo **2**, também se observava uma evidência semelhante à do copo **1**. Mas por que não podemos considerá-la uma reação química?

### Resposta

• Espera-se que eles respondam que foi no copo **1**, pois a liberação de gás é uma das evidências. A presença do gás não era observada antes, assim conclui-se que o gás é uma nova substância formada. Já no copo **2**, o gás liberado já estava dissolvido no refrigerante. A adição do açúcar apenas acelerou o processo de liberação desse gás, o que não pode ser considerado uma nova substância formada.



- Ao trabalhar a reação química de aquecimento do hidrogenocarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), diga aos alunos que, se os elementos ou fórmulas químicas tiverem coeficiente estequiométrico igual a 1, esse valor pode ser omitido.

- Quando trabalhar a questão 6, enfatize que a quantidade de átomos de cada elemento, tanto nos reagentes quanto nos produtos, é obtida multiplicando o coeficiente estequiométrico da substância pelo índice dos átomos que compõem essa substância.

### Atividade a mais

- Se possível, prepare um bolo com os alunos na cozinha da escola. Para isso, separe os ingredientes e peça a eles que acompanhem cada etapa de preparo desde a mistura da massa até o bolo assado.

- Antes de dar início ao preparo do bolo, faça a pergunta a seguir.

> Em sua opinião, o crescimento da massa durante o preparo do bolo é devido a uma reação química?

> É possível que os alunos respondam que a massa do bolo cresce devido à presença do fermento químico. Informe a eles que, com o aumento da temperatura, o fermento químico sofre uma reação química de decomposição, resultando, entre outros produtos, no gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o principal responsável pelo crescimento do bolo.

- Misture um pouco de fermento químico em pó em um pouco de água aquecida e mostre a eles a reação química que ocorreu.

Para descrevermos em detalhes o que deve ser representado em uma equação química, vamos considerar a transformação do fermento químico, que ocorre durante o preparo de um bolo. O fermento químico tem como componente principal o sal hidrogenocarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), comercialmente conhecido como bicarbonato de sódio.

Ao aquecer a massa do bolo, esse reagente sofre uma transformação química, resultando em alguns produtos, como o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), a água e o dióxido de carbono, também chamado gás carbônico.

A transformação química que ocorre com o fermento químico pode ser representada de acordo com a equação química a seguir.



O número localizado antes das substâncias é conhecido como coeficiente estequiométrico. Ele indica a proporção das substâncias que participam da reação química, tanto nos reagentes quanto nos produtos. Nesse exemplo, o número 2.

O número subscrito representa a quantidade de átomos de cada elemento químico presente na substância. Nesse exemplo, os números 2 e 3 subscritos.

As letras apresentadas entre parênteses indicam o estado físico das substâncias: nesse exemplo, o estado físico sólido (s) e o estado físico gasoso (g).

A seta separa os reagentes — posicionados antes da seta — dos produtos — posicionados após a seta — e indica o sentido da reação química.

A letra grega delta ( $\Delta$ ) acima da seta indica que foi necessário o aquecimento para que a reação ocorresse.

**Questão 6.** Quantos átomos de oxigênio há no reagente da equação química de transformação do fermento?

Muitas vezes, as informações sobre o estado físico dos reagentes e dos produtos são inseridas nas equações químicas e apresentadas ao lado direito da substância por meio das indicações a seguir.

- (s) indica estado sólido.
- (l) indica estado líquido.
- (g) indica estado gasoso.
- (aq) indica estado aquoso, quando a substância está diluída em água.

**Questão 6. Resposta:** 6 átomos de oxigênio. Os alunos podem responder que, como o coeficiente estequiométrico do reagente é 2, multiplicam-se todas as quantidades de elementos do composto.



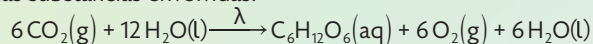
Pessoa adicionando fermento químico em pó na massa de bolo.

JOSE VITOR ELORZA/ASC IMAGES

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

### Sugestão de avaliação

Para acompanhar o aprendizado dos alunos, escreva na lousa a equação química da fotossíntese e peça a eles que indiquem os reagentes, os produtos, os coeficientes estequiométricos e os estados físicos das substâncias envolvidas.



Algumas reações necessitam de condições específicas para ocorrer. Por isso, são inseridos símbolos acima ou abaixo da seta para informá-las. Leia-os a seguir.

- A letra *i* indica a passagem de corrente elétrica.
- A letra grega lambda ( $\lambda$ ) indica a presença de luz.
- A letra grega delta ( $\Delta$ ) indica o aquecimento.

## A lei da conservação da massa

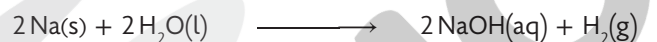
O químico francês Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) observou em seus experimentos que, em uma reação química, a massa total dos reagentes e dos produtos se mantinha constante. Com base nisso, ele formulou a **lei da conservação da massa**, publicada em 1789.

Ela afirma que, se colocarmos reagentes químicos em um recipiente fechado, a massa, após ocorrer a reação química, é conservada, não havendo perdas ou ganhos de massa no produto final.

Para verificarmos esse fato, considere a reação química que ocorre entre o sódio (Na) e a água, formando o hidróxido de sódio (NaOH) e o gás hidrogênio (H<sub>2</sub>).

Vamos analisar a massa dos reagentes e dos produtos dessa reação. Para isso, basta somarmos as massas atômicas aproximadas dos átomos que compõem as substâncias envolvidas nela.

Elemento químico	Massa atômica
Na	23
H	1
O	16



$$2 \cdot (23) + 2 \cdot (1 + 1 + 16) \qquad 2 \cdot (23 + 16 + 1) + (1 + 1)$$

$$46 + 36 \qquad 80 + 2$$

---


$$82 \text{ u (reagente)} \qquad 82 \text{ u (produto)}$$

em que u é a unidade de massa atômica.



Gravura de Antoine-Laurent de Lavoisier, publicada entre 1905 e 1909.

NICKJSHUTTERSTOCK - COLEÇÃO PARTICULAR

• Ao trabalhar com os alunos a lei da conservação da massa, apresente-lhes algumas informações sobre o químico Antoine-Laurent de Lavoisier.

Antoine-Laurent de Lavoisier nasceu em 1743, em Paris, na França. De família rica, estudou no Collège Mazarin e licenciou-se em direito em 1764. Mostrou interesse pelas ciências durante sua vida universitária, estudando Botânica, Matemática, Astronomia e Química. Em seus experimentos, Lavoisier fez uso sistemático de balanças para medir a massa dos reagentes e dos produtos de uma reação química. Com essas medidas, pôde concluir que a massa das substâncias que entram em uma reação (reagentes) é sempre igual à massa das substâncias geradas nessa reação (produtos). Com base nessas observações, ele chegou à lei da conservação das massas: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Seus estudos também contribuíram para a sistematização da nomenclatura de elementos químicos; descobriu a função do gás oxigênio na respiração, na oxidação e na combustão; fez estudos com os elementos hidrogênio e nitrogênio; além de propor que a água não era um elemento, e sim uma substância formada pela combinação do oxigênio com o hidrogênio. Sua esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze, foi uma grande colaboradora de seu trabalho, traduzindo obras científicas do inglês e do latim para o francês, além de ter feito ilustrações dos seus principais experimentos. Lavoisier foi condenado à morte por sua participação na Ferme Générale, companhia que cobrava impostos na época da Revolução Francesa, e guilhotinado em 1794. As principais obras de Antoine-Laurent de Lavoisier foram *Método*

de nomenclatura química, de 1787, e *Tratado elementar de Química*, de 1789. Essa abordagem contribui para o trabalho com a **Competência específica de Ciências da Natureza 1**, uma vez que possibilita aos alunos perceber o contexto histórico do desenvolvimento científico.

• O conteúdo desta página permite o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02** da BNCC, pois possibilita aos alunos comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

- Diga aos alunos que a observação da composição elementar de um composto também é conhecida como lei das proporções constantes, ou lei da composição constante, e que ela foi anunciada pela primeira vez por Joseph Louis Proust, em torno de 1800.

No estudo das reações químicas, do ponto de vista atômico, a lei também é aplicada, ou seja, nenhum átomo é criado ou destruído nas reações químicas. Por isso, quando representamos uma reação química por meio de uma equação química, é necessário que exista a mesma quantidade de átomos nos reagentes e nos produtos. Quando a equação química atende a esse requisito, dizemos que ela está **balanceada**. Se não atender, devemos realizar seu balanceamento para que ela represente adequadamente a reação química.

## A lei das proporções definidas

Nas indústrias, por exemplo, a quantidade dos reagentes utilizada na fabricação de produtos é definida cuidadosamente. Para assegurar que essas proporções de reagentes sejam mantidas durante a fabricação de produtos diversos, é utilizada a **lei das proporções definidas**, enunciada pelo químico francês Joseph Louis Proust (1754-1826).

De acordo com ela, a massa de um composto químico e as massas de seus elementos obedecem a uma proporção definida. No caso de uma reação química, o excesso de uma das substâncias não altera a quantidade da substância formada, pois ele não participa da reação.

Verifique a seguir um exemplo.

O óxido de zinco (ZnO) é um composto muito utilizado em pomadas contra assaduras. A reação de oxidação do zinco segue a lei de Proust. De acordo com ela, a massa de cada elemento do composto obedece a uma proporção definida.

<b>Reação de oxidação do zinco</b>	$2 \text{Zn(s)} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ZnO(s)}$
<b>Massa aproximada (u)</b>	$2 \cdot (65,4) + 2 \cdot (16) = 162,8$
<b>Composição aproximada (%)</b>	$80,3 + 19,7 = 100$

Analisando o quadro, podemos observar que qualquer amostra de óxido de zinco tem 80,3% de sua massa formada por zinco (Zn) e 19,7%, por oxigênio. Essa proporção é fixa e determina a proporção-limite em que cada uma das substâncias reage para formar o composto.

Isso significa que se, a quantidade de um dos reagentes (Zn ou O) for maior que o limite suportado para a formação do (ZnO), a quantidade excedente não reagirá.



Gravura de Joseph Louis Proust.

UNIVERSIDADE DE PARIS, FRANÇA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

206

- Depois de apresentar o exemplo do óxido de zinco, mostre aos alunos como a composição aproximada em % de cada elemento pode ser calculada.

$$\% \text{ em massa do elemento} = \frac{\text{massa total do elemento}}{\text{massa total do composto}} \times 100\%$$

Assim, para o Zn:

$$\% \text{ Zn} = \frac{2 \cdot 65,4}{162,8} \times 100\% \simeq 80,3\%$$

E para o O:

$$\% \text{ O} = \frac{2 \cdot 16}{162,8} \times 100\% \simeq 19,7\%$$



## Balanceamento das equações químicas

De acordo com as leis que você conheceu anteriormente, uma equação química que representa uma reação química deve conter a mesma quantidade de reagentes e de produtos, ou seja, ela deve estar **balanceada**.

**Questão 7. Resposta:** Os coeficientes indicam a proporção das substâncias que participam da reação, tanto nos reagentes quanto nos produtos.

**Questão 7.** Qual é a função dos coeficientes em uma equação química?

O balanceamento consiste em determinar os coeficientes das substâncias nos reagentes e nos produtos de tal forma que a quantidade de átomos seja conservada em ambos os lados (reagente e produto) da equação química. O método mais utilizado para identificar os coeficientes é por tentativa e erro.

Para estudarmos esse método, vamos nos basear no exemplo a seguir.

O gás butano ( $C_4H_{10}$ ) é um dos componentes do gás liquefeito do petróleo (GLP). Em sua reação de combustão, ele reage com o gás oxigênio, formando o gás carbônico e a água.

Analisando essas informações, podemos identificar que os reagentes são o gás butano e o gás oxigênio, e os produtos são o gás carbônico e a água, todos no estado gasoso.

Observe a seguir esses dados transcritos na equação química de combustão do gás butano.



Note que a quantidade de átomos presentes nos reagentes é diferente da quantidade de átomos formados nos produtos, ou seja, essa equação **não está balanceada**. Observe o quadro a seguir.

Reagentes		Produtos	
Elemento químico	Quantidade de átomos	Elemento químico	Quantidade de átomos
C	4	C	1
H	10	H	2
O	2	O	3

Agora, vamos balancear essa equação. Para facilitar o processo, vamos realizá-lo por etapas.



LUIS CARLOS TORRES/SHUTTERSTOCK

Os botijões domésticos contêm gás liquefeito do petróleo (GLP).

- Caso os alunos apresentem dificuldade para responder à questão 7, escreva na lousa a fórmula química de um composto que tenha diferente proporção de átomos. Acrescente um valor de coeficiente estequiométrico e, em seguida, altere os valores do coeficiente e dos subscritos, perguntando-lhes o significado de cada alteração.

- Enfatize aos alunos que, durante o balanceamento de equações químicas, não se deve alterar a fórmula química de um reagente ou de um produto; apenas os coeficientes estequiométricos. O conteúdo desta página permite o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02** da BNCC, pois possibilita aos alunos comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

- Ao abordar com os alunos que o gás butano ( $C_4H_{10}$ ) é um dos componentes do gás liquefeito do petróleo (GLP), comente com eles que o GLP é um gás inodoro. O cheiro que sentimos quando o gás está vazando é de uma substância chamada mercaptano ou tiol. Ele é adicionado ao GLP para facilitar a detecção de um vazamento e contribui com a prevenção de acidentes, já que o GLP é inodoro e pode causar asfixia se inalado em grande quantidade.

### Algo a mais

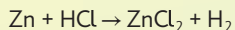
- Depois de realizar o balanceamento da equação química desta página e da próxima, sugira aos alunos acessar o simulador disponível no site da Universidade do Colorado de Boulder e balancear as equações químicas. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html). Acesso em: 1º jun. 2022.

- Comente com os alunos que, na natureza ou sinteticamente, quando um produto é formado, a equação na prática já está balanceada, caso contrário, o produto não se formaria. Porém, quando representamos a reação em forma de uma equação química, devemos realizar o balanceamento.

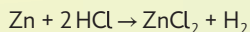
- Em geral, para balancear as reações químicas, é melhor iniciar pelos elementos que aparecem em menor número de fórmulas de cada lado da equação, depois equilibrar separadamente os elementos que aparecem isolados, sempre utilizando os menores números inteiros como coeficientes. Proponha mais atividades com os alunos sobre isso.

#### > Exemplo 1

Observe o exemplo a seguir, antes do balanceamento.



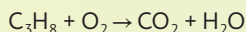
Existem 2 átomos de cloro (Cl) do lado direito e 1 do lado esquerdo. Deve-se inserir um coeficiente 2 na molécula de HCl.



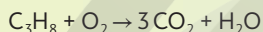
Com isso, a equação fica balanceada.

#### > Exemplo 2

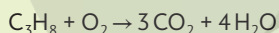
Observe uma reação de combustão com dois produtos finais.



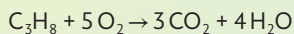
Inicialmente, deve ser feito o balanceamento do carbono (C). Como há 3 átomos de carbono nos reagentes, deve haver também 3 nos produtos. Então, deve-se inserir o coeficiente 3 nas moléculas de  $\text{CO}_2$  no lado direito.



Agora, é necessário balancear o número de átomos de hidrogênio (H). Existem 8 átomos de H nos reagentes. Então, deve-se inserir o coeficiente 4 na molécula de água para balancear com os 8 átomos de hidrogênio do lado direito.



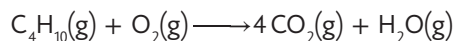
Nessa etapa, é preciso balancear o número de átomos de oxigênio (O). Existem 10 átomos de oxigênio do lado direito. Assim, deve-se inserir o coeficiente 5 na molécula de  $\text{O}_2$ .



Com isso, a equação fica balanceada.

### Etapa 1

Inicialmente, vamos balancear o carbono. Como há 4 átomos de carbono nos reagentes e apenas 1 no produto, colocamos um coeficiente 4 no lado direito da equação, em  $\text{CO}_2$ .

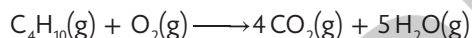


### Dica!

O balanceamento das substâncias simples pode ser deixado para a última etapa, pois, nesses casos, alteramos a quantidade de apenas um tipo de átomo envolvido. Nesse exemplo, isso ocorre com o gás oxigênio.

### Etapa 2

Agora, vamos balancear o hidrogênio. Como há 10 átomos de hidrogênio nos reagentes da equação e apenas 2 nos produtos, colocamos um coeficiente 5 em  $\text{H}_2\text{O}$ .



### Etapa 3

Nessa etapa, os átomos de oxigênio são os únicos que não estão balanceados, pois há 2 átomos de oxigênio nos reagentes da equação e 13 nos produtos. Para balancear, inserimos um coeficiente fracionário de  $\frac{13}{2}$  em  $\text{O}_2$ .



### Etapa 4

Geralmente, não se costuma manter coeficientes fracionários em equações químicas. Dessa forma, para eliminá-los, basta multiplicarmos os demais coeficientes por 2, número que corresponde ao denominador do coeficiente do gás oxigênio.



Agora, a equação química de combustão do butano está **balanceada**.

**Questão 8.** Em seu caderno, elabore um quadro apresentando o número de átomos de cada um dos elementos químicos dos reagentes e dos produtos. Em seguida, compare esses dados com os do quadro apresentado no final da página anterior e elabore uma conclusão.

Uma equação química fornece informações sobre a composição das substâncias envolvidas na reação. Já o seu balanceamento indica a proporção de reagentes e de produtos.

**Questão 8. Resposta:** Espera-se que os alunos concluam que, na equação balanceada, o número de átomos de cada elemento químico é o mesmo nos reagentes e nos produtos: C = 8; H = 20; O = 26, diferentemente do que foi observado no quadro da página anterior, com a equação química desbalanceada.

208

- A questão 8 permite aos alunos comparar e confirmar o balanceamento da equação química antes e depois das etapas realizadas. Se eles apresentarem dúvidas na construção do quadro, retome com eles as instruções da página anterior.

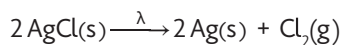
- O conteúdo desta página permite o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02** da BNCC, pois possibilita aos alunos comparar quantidades de

reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas. O procedimento utilizado no balanceamento das equações químicas também permite trabalhar o **pensamento computacional**, pois realiza-se a decomposição do problema em etapas menores, facilitando sua solução.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Observe a transformação química a seguir.



Agora, julgue as afirmativas a seguir em verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas em seu caderno.

- a) Essa transformação ocorre por ação da luz.  
1. a) Resposta: Verdadeira.
- b) Um dos produtos da reação química é a prata no estado líquido.  
1. b) Resposta: Falsa. Um dos produtos da reação química é a prata no estado sólido.
- c) A equação apresentada não está balanceada.  
1. c) Resposta: Falsa. A equação apresentada está balanceada.
- d) Nessa transformação química temos a produção de cloro gasoso.  
1. d) Resposta: Verdadeira.

2. O óxido de cálcio (CaO), conhecido como cal virgem, é muito utilizado na construção civil como componente no preparo da argamassa. A reação química entre o óxido de cálcio e a água é uma etapa conhecida como “queima da cal”. Nesse processo, ocorre liberação de grande quantidade de calor. O produto dessa reação é o hidróxido de cálcio  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ , vendido comercialmente como cal hidratada.



FERNANDO FAVORITO/CIAR IMAGEM

Pessoa misturando água na cal virgem.

- a) Escreva, no caderno, a reação química que ocorre durante a produção da cal hidratada. 2. a) Resposta:  $\text{CaO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
- b) Em seu caderno, calcule a massa do hidróxido de cálcio. Considere as seguintes massas atômicas: Ca = 40 u; O = 16 u; H = 1 u. 2. b) Resposta:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74 \text{ u}$ .
- c) Sabendo que um construtor civil deseja preparar 518 g de hidróxido de cálcio, qual é a massa de óxido de cálcio e de água que ele necessita para essa produção? 2. c) Resposta: CaO = 392 g; H<sub>2</sub>O = 126 g.

3. O dicromato de amônio  $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$  é um sólido laranja que, quando aquecido, decompõe-se produzindo gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), vapor de água e óxido de cromo(III) (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), um sólido verde. Copie a equação química dessa reação em seu caderno, realize o balanceamento dela e substitua os símbolos ■ pelo estado físico de cada uma das substâncias.



3. Resposta:  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(s) \longrightarrow \text{N}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g) + \text{Cr}_2\text{O}_3(s)$

209

- No item c, oriente os alunos a montar um quadro similar ao da página 206.

	$\text{CaO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
Massa (u)	$(40 + 16) + (2 \cdot 1 + 16) = 74$
Composição (%)	$75,68 + 24,3 = 100$

Dessa forma, temos que:

- > a quantidade de CaO deve ser 75,68% de 518 g, ou seja, aproxima-

- Para facilitar o balanceamento de reações, oriente os alunos a construir quadros, como o mostrado na página 207, com a quantidade de átomos nos reagentes e nos produtos.

- Na atividade 1, se necessário, retome com os alunos alguns conteúdos deste capítulo. Acompanhe se eles compreendem o significado dos símbolos que aparecem acima da seta de sentido da reação. Diga-lhes, por exemplo, que a letra grega delta significa que é necessário fornecer aquecimento para a reação ocorrer. Retome também a representação dos estados físicos das substâncias.

- Antes de realizar a atividade 2, se possível, leve a turma ao laboratório da escola e coloque um pouco de cal virgem em um recipiente plástico contendo água, misture e coloque o termômetro. Mostre aos alunos o aquecimento que ocorre na água. Para realizar esta atividade, use equipamentos de proteção individual.

No item a, informe aos alunos que os reagentes (materiais de partida) devem estar do lado esquerdo da equação e o(s) produto(s) do lado direito. Diga-lhes que as fórmulas das substâncias foram apresentadas no enunciado, com exceção da água (H<sub>2</sub>O). Em seguida, oriente-os a verificar se a equação química escrita está balanceada.

No item b, para o cálculo da massa do hidróxido de cálcio, acompanhe se os alunos consideraram os números subscritos. A massa pode ser determinada da seguinte forma: Ca + 2 · O + 2 · H. Portanto, 40 u + 2 · 16 u + 2 · 1 u = 74 u.

damente 392 g.

> a quantidade de H<sub>2</sub>O deve ser 24,32% de 518 g, ou seja, aproximadamente 126 g.

- Na atividade 3, oriente os alunos a ler o enunciado e a identificar os estados físicos das substâncias relatados nele. Para o balanceamento, reforce com eles que devem iniciar pelo Cr, pois ele aparece em um menor número de substâncias, seguido do H, O e fazer o balanceamento do N por último, pois aparece isolado nos produtos.



• Diga aos alunos que muitas reações químicas param de ocorrer quando a quantidade de reagentes se esgota. No entanto, podem existir reações químicas que, se sofrerem algumas modificações em suas condições, os produtos voltam a formar os reagentes, tendendo a atingir o equilíbrio químico.

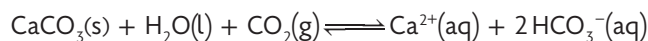
• A reversibilidade de uma reação química está associada a certas condições, como temperatura, pressão e concentração dos reagentes. Algumas reações químicas só são reversíveis quando submetidas a certas condições, como a passagem de uma corrente elétrica. As reações químicas que ocorrem nas baterias recarregáveis são exemplos de reações reversíveis que acontecem quando submetidas a correntes elétricas.

• Chame a atenção dos alunos para o tipo de seta utilizada nas reações químicas reversíveis. Diferentemente das reações irreversíveis, que utilizam somente uma seta ( $\longrightarrow$ ), as reações reversíveis são representadas por duas meias-setas que apontam em direções opostas ( $\rightleftharpoons$ ).

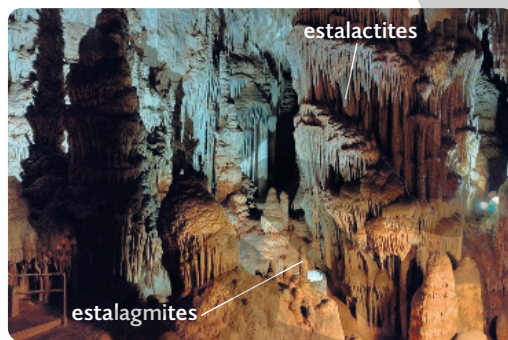
## Reversibilidade das transformações químicas

Você já estudou que, em uma transformação química, os reagentes combinam entre si, dando origem a outras substâncias — os produtos.

Existem reações químicas que podem ocorrer nos dois sentidos, ou seja, os reagentes podem formar os produtos e os produtos podem reagir formando os reagentes. Essas reações são chamadas **reversíveis**. Vamos analisar um exemplo.



Por exemplo, na formação de estalagmites e estalactites em cavernas com solos calcários, quando a água passa por esse solo, ocorre a dissolução de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), com a presença de dióxido de carbono. Como a transformação pode ocorrer no sentido inverso, à medida que a água se acumula no teto das cavernas, ela vai gotejando e evaporando, e o carbonato de cálcio se deposita, formando as estalactites no teto. No chão da caverna, as gotas que ainda contêm carbonato de cálcio dissolvido formam as estalagmites.



Estalactites e estalagmites em caverna, no município de Jacupiranga, SP, em 2021.

As transformações químicas que ocorrem apenas em um sentido são chamadas **irreversíveis**, como a queima do carvão mineral.

Nessa reação química, o carbono reage com o gás oxigênio e forma o gás carbônico.



Imagens não proporcionais entre si.



Queima de carvão mineral.

## Algumas funções químicas

Observe a imagem a seguir.



Questão 10. Resposta: Limão (ácido cítrico —  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  — e ácido ascórbico —  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) e vinagre (ácido acético —  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) como ácidos. Diga-lhes que o azeite e o óleo também são ácidos e recebem a denominação de ácidos gordos.

210

Questão 9. Qual é o principal componente do sal de cozinha e qual é a sua fórmula química? Questão 9. Resposta: Cloreto de sódio;  $\text{NaCl}$ .

Questão 10. Quais dos ingredientes utilizados pela pessoa como tempero na salada são ácidos?

Pessoa temperando salada com sal, limão, azeite e pimenta.

• Ao iniciar a abordagem sobre as funções químicas, peça aos alunos que citem os alimentos que eles mais ingerem no dia a dia. Na lousa, faça uma lista com o nome dos alimentos citados pelos alunos.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder às questões 9 e 10, pergunte-lhes se já leram os rótulos das embalagens desses ingredientes ou se já ouviram pessoas comentando que o sal é composto por sódio, ou que certos alimentos são cítricos ou ácidos.

### Atividade a mais

• Após trabalhar com eles a foto do prato de salada e apresentar algumas funções químicas presentes nesse exemplo, separe a turma em grupos de três integrantes e peça a eles que classifiquem os alimentos da lista conforme as funções químicas. Se necessário, oriente-os a fazer uma pesquisa ou aproveite o momento para levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do assunto.

Antes, durante e após o preparo de uma salada, utilizamos diversos materiais com características diferentes. Por exemplo, para lavar as folhas de alface e os tomates, usamos água; para temperar esses alimentos, podemos utilizar sal de cozinha, azeite, limão ou vinagre; para lavar o recipiente após o consumo da salada, usamos água e sabão.

Na situação relatada, podemos perceber a presença de uma variedade de compostos químicos. Os que têm características semelhantes podem ser agrupados nas chamadas **funções químicas**. A seguir, vamos estudar algumas funções químicas inorgânicas, que se caracterizam por não apresentarem o carbono como principal elemento químico.

## Ácidos

Muitas vezes, em nosso cotidiano, ouvimos falar de ácidos. O limão e o vinagre utilizados para temperar uma salada, por exemplo, têm ácidos em sua composição, assim como a laranja, a uva e a maçã.

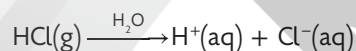
Confira a seguir alguns exemplos de ácidos e algumas de suas aplicações.

- O **ácido clorídrico** (HCl) compõe o suco gástrico, que é liberado no estômago humano. Esse ácido auxilia na digestão de alguns alimentos.
- O **ácido sulfúrico** (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) é aplicado em muitos processos industriais e está presente em baterias de automóveis.
- O **ácido carbônico** (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) é um dos constituintes das bebidas gaseificadas.

Os ácidos têm algumas particularidades que, juntas, caracterizam essa função. Conheça algumas delas a seguir.

- Reagem com diversos metais, produzindo gás hidrogênio.
- Reagem com rochas calcárias, produzindo gás carbônico.
- Adquirem coloração avermelhada ao entrar em contato com o papel de tornassol azul.
- Permitem a passagem de corrente elétrica em solução aquosa.

Existem diversas maneiras de definir os ácidos. A definição de ácido elaborada pelo químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927), por volta de 1887, define os ácidos como compostos covalentes que ionizam em meio aquoso, formando cátions hidrogênio (H<sup>+</sup>). Observe um exemplo a seguir.



Svante August Arrhenius em seu laboratório, em 1909.



WORLD HISTORY ARCHIVE/ALAMY/FOOTRENA

### Glossário

- Comente com os alunos que o ácido clorídrico (HCl) auxilia na digestão dos alimentos ativando algumas enzimas importantes para o processo.

Diga a eles que, apesar de ser um ácido, o HCl, normalmente, não prejudica o estômago, pois esse órgão secreta um muco que protege o tecido que o reveste da ação desse ácido. No entanto, se houver um desequilíbrio na produção de ácido clorídrico ou na produção do muco que protege a parede do estômago, podem surgir úlceras gástricas ou pépticas.

Explique aos alunos que as úlceras são feridas que se formam no tecido que reveste o estômago.

Comente com eles que, em alguns problemas estomacais relativos ao excesso de acidez, o médico pode receitar a ingestão de leite de magnésia — uma solução de hidróxido de magnésio [Mg(OH)<sub>2</sub>] —, que serve para neutralizar o excesso de acidez no estômago. Mas lembre-os de que, quando apresentarem sintomas de alguma doença, eles devem procurar um médico, e não se automedicarem.

> Ao citar que o ácido em solução aquosa permite a passagem de corrente elétrica, questione os alunos sobre como explicariam esse fato. Auxilie-os nessa resposta. Isso ocorre porque os ácidos, quando dissolvidos em água, formam íons.

### Atividade a mais

- Solicite que os alunos elaborem uma atividade prática que permita investigar a passagem de corrente elétrica em uma solução aquosa de ácido. Eles podem montar um circuito elétrico aberto com pilhas, fios con-

dutores e uma lâmpada. Em seguida, eles podem inserir os dois condutores que deixam o circuito aberto em uma solução de água e suco de limão. Nessa etapa, os alunos perceberão que a lâmpada vai acender.

- Na ionização do ácido clorídrico, diga aos alunos que o H<sub>2</sub>O sobre a seta indica que a reação ocorre em meio aquoso.

- Comente com os alunos que, entre diversas aplicações, alguns ácidos são utilizados no tratamento de pele para diminuir a produção de sebo e a formação de acne, descamar a pele ou amenizar rugas. Outros são utilizados na fabricação de fertilizantes e explosivos.

- Diga aos alunos que o hidróxido de sódio tem muitas outras aplicações além da produção de sabão. Ele também é utilizado na indústria petroquímica, na fabricação de papel, tecidos, corantes, entre outros produtos.

- Depois de comentar a respeito da mudança de coloração do papel de tornassol nos meio ácido e básico, explique para os alunos que esse papel é revestido com corante vegetal obtido de um líquen e que pode ser utilizado para indicar o pH de soluções aquosas.

- Se achar interessante, comente com os alunos que a definição de ácido e base de Arrhenius se refere a soluções em que o solvente é a água. Quando tratamos de outro solvente, a definição de Brønsted-Lowry, desenvolvida por dois químicos, o inglês Thomas Lowry e o dinamarquês Johannes Brønsted, é mais adequada. Nela, o ácido é um doador de próton (ion hidrogênio) e a base é um aceptor de próton.

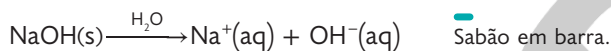
## Bases

As bases estão presentes em alguns produtos utilizados no dia a dia. Confira a seguir alguns exemplos de bases e algumas de suas aplicações.

- O **hidróxido de cálcio**, conhecido popularmente como cal hidratada, é utilizado no preparo de argamassa e na correção da acidez do solo.
- O **hidróxido de magnésio**  $[Mg(OH)_2]$ , conhecido como leite de magnésia, é um medicamento utilizado para diminuir a acidez do estômago e como laxante.

Arrhenius definiu as bases como compostos iônicos que se dissociam em meio aquoso, formando ânions hidróxido ( $OH^-$ ).

Um exemplo de base é o hidróxido de sódio, conhecido popularmente como soda cáustica. Essa base é bastante usada na fabricação de alguns tipos de sabão.



As bases constituem um grupo de substâncias que têm algumas propriedades particulares. Conheça algumas delas a seguir.

- Reagem com ácidos, neutralizando-os.
- Adquirem coloração azul ao entrar em contato com o papel de tornassol vermelho.

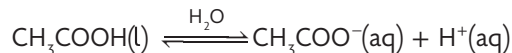
### Cuidado!

Embora você já deva ter experimentado o sabor azedo de alguns ácidos, como o do limão e o do vinagre, não devemos tocar nem experimentar substâncias que não conhecemos; muitas delas são corrosivas e tóxicas e causam sérios danos à saúde.

## Medindo a concentração de ácidos e bases

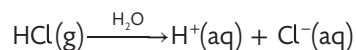
Arrhenius também observou que os ácidos podem ser “fracos” ou “fortes” e que essa condição está relacionada com a quantidade de íons  $H^+$  que eles liberam em solução aquosa. Quanto maior essa concentração, mais “forte” será o ácido.

- O ácido acético ( $CH_3COOH$ ), em solução aquosa, tem maior tendência a permanecer em sua forma molecular do que se ionizar. Por isso, ele é considerado um ácido fraco.



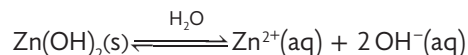


- Em solução aquosa, a molécula de ácido clorídrico se ioniza, liberando uma grande quantidade de íons  $H^+$ . Por isso, ele é considerado um ácido forte.

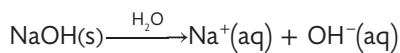


Do mesmo modo, o que determina se uma base é “forte” ou “fraca” é a sua tendência a se dissociar em íons  $OH^-$ . Quanto maior a concentração de íons  $OH^-$ , mais “forte” será a base.

- O hidróxido de zinco  $[Zn(OH)_2]$ , em solução aquosa, tem menor tendência a se dissociar. Por isso, ele é considerado uma base fraca.



- Em solução aquosa, o hidróxido de sódio se dissocia, liberando uma grande quantidade de íons  $OH^-$ . Por isso, ele é considerado uma base forte.



Existem diversas maneiras de determinar a acidez ou a basicidade de uma substância. Uma delas é pelo uso de papel indicador, que muda de cor de acordo com a propriedade ácido-básica da substância. Devido à sua imprecisão, seu uso é aconselhado apenas para a identificação do caráter ácido ou básico da substância. Em laboratórios utilizam-se métodos mais precisos, como a medição da concentração de íons  $H^+$  por meio de um equipamento chamado peagômetro (pHmetro). Após realizar a leitura, esse equipamento exibe um valor que varia entre 0 e 14 na **escala de pH**.

## A escala de pH

No desenvolvimento de alguns produtos, como xampu, é importante que se determine com precisão sua acidez. Em casos como esse, geralmente se utiliza uma escala numérica que permite relacionar a concentração de íons a valores numéricos, facilitando a determinação da acidez ou da basicidade de uma substância. Essa escala é conhecida como pH.

A maioria das soluções que fazem parte do nosso cotidiano se encontram na faixa de pH entre 0 e 14. À temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , uma solução com  $pH = 7,00$  é considerada neutra, ou seja, ela não é considerada nem ácida nem básica. A água pura é um exemplo de substância neutra.

As substâncias cujo pH tem valores menores que 7 ( $pH < 7,00$ ) são consideradas ácidas. Já as cujo pH tem valor maior que 7 ( $pH > 7,00$ ) são consideradas básicas.

- Diga aos alunos que a temperatura da substância influencia na determinação de seu pH. Nesse texto, estamos considerando que as substâncias se encontram a uma temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

- Comente que, além do papel indicador, existem outros indicadores de pH que podem ser sintéticos, como a fenolftaleína, o azul de bromotimol e o alaranjado de metila. Diga também que um indicador de pH pode ser obtido com extrato de repolho roxo.

- Comente com os alunos que antes do plantio de qualquer produto agrícola é necessário que o agricultor faça uma análise química do solo para saber quais nutrientes estão presentes ali e se eles atribuem características ácidas ou básicas.

- Diga a eles que essa informação é muito importante para a escolha da planta que será cultivada ou para determinar os possíveis manejos que deverão ser feitos no solo para correção de acidez ou basicidade.

- Esclareça que o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é um sal com caráter básico usado como antiácido estomacal e como fermento químico na produção de pães e bolos.

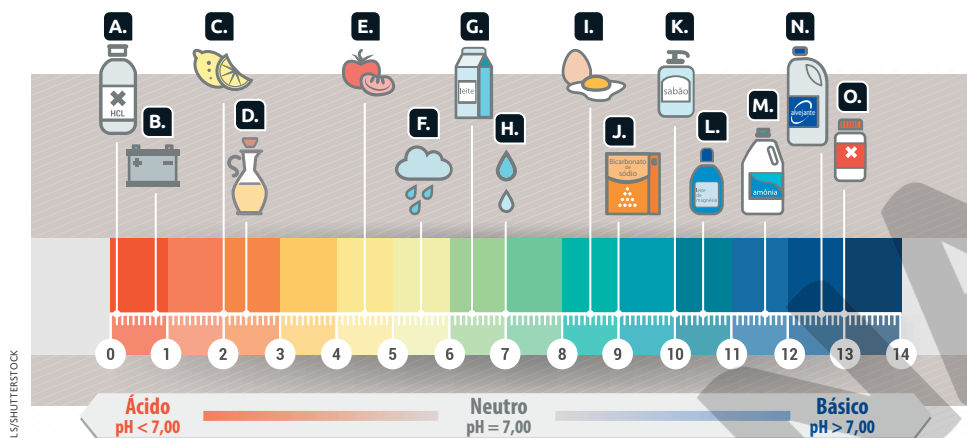
- Ao trabalhar os sais, comente com eles que os recifes de corais são formados em decorrência da deposição de diversos sais, sobretudo o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), por seres vivos que apresentam estruturas corporais formadas por esse sal, como os pólipos de corais.

- Comente com os alunos que o cloreto de sódio é popularmente conhecido como sal ou sal de cozinha. No entanto, enfatize a eles que o sal de cozinha não contém apenas cloreto de sódio. Essa substância se apresenta no sal de cozinha em maior quantidade, mas este é formado também por diversos outros sais, como ferrocianeto de alumínio, silicato de sódio e iodeto de potássio.

- Comente que os sais também estão presentes em cremes dentais, em materiais de construção, no giz escolar, no gesso, entre outros produtos utilizados no dia a dia.

Quanto mais próximo de 0, maior a acidez da substância, e quanto mais próximo de 14, maior a sua basicidade.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Representação da escala de pH com exemplos de materiais e seus pH aproximados.

Fonte de pesquisa: BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. p. 717.

- |                                                                     |                                     |                                              |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>A.</b> 0,1: ácido clorídrico                                     | <b>E.</b> 4,5: tomate               | <b>K.</b> 10,0: sabonete líquido             |
| <b>B.</b> 0,8: ácido sulfúrico, presente nas baterias de automóveis | <b>F.</b> 5,5: água da chuva        | <b>L.</b> 10,5: leite de magnésia            |
| <b>C.</b> 2,0: suco de limão                                        | <b>G.</b> 6,4: leite                | <b>M.</b> 11,6: solução de amônia (amoniaco) |
| <b>D.</b> 2,4: vinagre                                              | <b>H.</b> 7,0: água pura            | <b>N.</b> 12,6: água sanitária               |
|                                                                     | <b>I.</b> 8,5: clara de ovo         | <b>O.</b> 13,0: soda cáustica                |
|                                                                     | <b>J.</b> 9,0: bicarbonato de sódio |                                              |

## Sais

Há substâncias cujas características não nos permitem classificá-las como ácidos nem como bases. É o caso do cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), por exemplo. Em solução aquosa, sua ionização não produz cátions  $\text{H}^+$  (principal característica para ser classificado como ácido) nem ânions  $\text{OH}^-$  (principal característica para ser classificado como base). Mas, então, a que grupo pertence o cloreto de sódio?

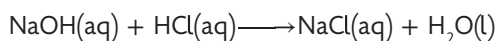
O cloreto de sódio é uma substância classificada como sal.

Os sais são compostos iônicos nos quais o cátion provém de uma base e o ânion provém de um ácido. Os sais são formados pela **reação de neutralização**, que ocorre quando ácido e base reagem.

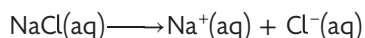
O cloreto de sódio, por exemplo, é formado na reação de neutralização entre o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico. Leia a seguir.

214

- Ao mencionar os recifes de corais, aproveite o momento e trabalhe com os alunos o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**. Diga a eles que os recifes de corais são importantes ecossistemas marinhos, pois abrigam uma diversidade de espécies marinhas. No entanto, esse ecossistema vem sofrendo um processo de degradação em razão do aquecimento global, intensificado por ações humanas.



Quando um sal se dissolve em água, ele se ioniza, ou seja, seus íons se separam. Observe.



Em um sal, a soma das cargas dos íons é igual a zero, ou seja, o número de cargas positivas é igual ao de cargas negativas.

Além do cloreto de sódio, outros sais estão presentes em diversos produtos. Conheça a seguir alguns deles e algumas de suas aplicações.

- O cloreto de magnésio ( $\text{MgCl}_2$ ), um dos muitos compostos dissolvidos na água do mar.
- O sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), usado na produção de detergentes.
- O carbonato de cálcio, utilizado para corrigir a acidez do solo e o principal componente da casca de ovo.
- O hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), usado na produção de água sanitária, produto utilizado, por exemplo, para desinfecção em geral.
- O sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ), utilizado na produção de giz escolar e de gesso para a ortopedia e construções.



Embalagem de água sanitária.

## Óxidos

Óxido é um composto binário formado pelo oxigênio e outro elemento químico que não seja o flúor (F). Conheça a seguir alguns exemplos de óxidos e algumas de suas aplicações.

- O óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), conhecido popularmente como cal virgem, é utilizado na construção civil para preparação de argamassas.
- O monóxido de dihidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}$ ), mais conhecido como água, é essencial para os seres vivos e as atividades desenvolvidas pelo ser humano.
- O dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), principal componente da areia, é utilizado na fabricação do vidro. A pigmentação do vidro é obtida por meio da adição de óxidos metálicos durante o processo de fabricação.



Balões de vidro, com diferentes cores.

### Glossário

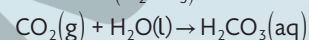
• Ao trabalhar os óxidos, diga que eles estão presentes na composição de diversos minérios, por exemplo, a bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e a uraninita ( $\text{UO}_2$ ).

• Dos exemplos de óxidos citados, diga aos alunos que o óxido de cálcio é utilizado na agricultura e na produção da cal, e o dióxido de carbono é usado em extintores de incêndio e em bebidas gaseificadas.

• Comente que a água oxigenada ou peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) é um composto utilizado como antisséptico e clareador de cabelos e pelos.

• Leia para os alunos o texto a seguir, que apresenta as reações químicas e o pH da chuva ácida.

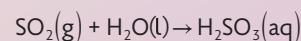
A água da chuva não contaminada é naturalmente ácida, com pH em torno de 5,5. Uma das fontes dessa acidez natural é o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que reage com a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e forma o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).



No entanto, esse ácido é fraco e não causa sérios problemas ao ambiente. Em grandes centros urbanos, a liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e de monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) é muito intensa, o que aumenta a concentração desses gases na atmosfera.

A chuva ácida apresenta pH em torno de 4,0 e pode ser formada pela reação da água com alguns gases, como o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ). Observe a seguir as equações que representam as reações.

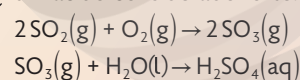
O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) pode reagir diretamente com a água e formar o ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), um ácido considerado fraco.



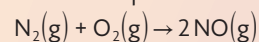
Ou pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ), que reage com a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) formando o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ),

215

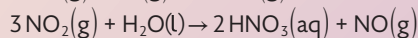
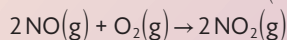
um ácido considerado forte.



Nos motores de automóveis, ocorre a formação de óxido nítrico (NO) com base no gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e no gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), devido às altas temperaturas.



O óxido nítrico (NO) é oxidado em dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), que reage com a água formando o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).



A solução resultante fornece  $\text{HNO}_3$  puro, um ácido forte e muito corrosivo. O NO é reaproveitado para formar uma nova molécula de ácido nítrico.

### Algo a mais

• Se julgar interessante, aborde este assunto utilizando o gênero textual comum das **culturas juvenis**, o *podcast*. Sugira aos alunos que ouçam um pouco sobre chuva ácida. Disponível em: <https://acschapter.iqsc.usp.br/2021/12/13/chuva-acida/>. Acesso em: 4 jun. 2022.



## Objetivos

- Conhecer a lenda do Boitatá e a explicação científica do fogo-fátuo.
- Reconhecer e compreender um fenômeno natural por meio do conhecimento científico.
- Valorizar as manifestações culturais ao conhecer uma personagem do folclore brasileiro.

• Esta seção permite a abordagem do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural** com base no estudo de uma lenda do folclore brasileiro e da explicação científica para ela. A temática desta seção incentiva os alunos a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, contemplando a **Competência geral 3** da BNCC.

• A leitura dos diferentes gêneros textuais e a necessidade de comparar suas informações para compreender a relação entre a lenda e o conhecimento científico nesta seção também colaboram para o trabalho com a **Competência geral 2** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 6**.

• Promova uma leitura conjunta da lenda do boitatá e, logo em seguida, incentive os alunos a trocar ideias sobre essa lenda, destacando as principais características do boitatá relacionadas ao fenômeno do fogo-fátuo.

• Nesta seção, é importante verificar se os alunos valorizam e respeitam os conhecimentos construídos pelos diversos povos que fazem parte da cultura deles. É importante que os alunos percebam que existem diversas maneiras de explicar um fenômeno e que o conhecimento das diversas culturas é uma delas, assim como o conhecimento científico.

## O tema é ...

Diversidade cultural

### A lenda do Boitatá e o fogo-fátuo

A Química é uma ciência que investiga a natureza por meio das propriedades, composição e transformações da matéria. Os conhecimentos reunidos por essa ciência auxiliam na compreensão de diferentes fenômenos do cotidiano.

As lendas, que são narrativas transmitidas pela tradição oral através dos tempos, também tratam de explicar alguns fenômenos. Elas são oriundas de diversas partes do mundo, refletindo diferentes crenças e tradições. No entanto, misturam fatos reais com fantasiosos e vão sendo recontadas e modificadas de geração em geração.

Um exemplo de lenda brasileira é a do Boitatá, termo em tupi que significa cobra de fogo. Ao longo do tempo, essa lenda sofreu várias modificações. O texto a seguir apresenta um trecho dessa lenda.

#### Texto 1

#### Boitatá

Chamado muitas vezes de Boitatá, esta criatura é outro dos personagens obrigatórios de qualquer coletânea fantástico-zoológica do Brasil.

Apesar do nome, o Boitatá nada tem a ver com bois, mas com uma cobra transparente que irradia uma luz ofuscante nas noites tristes das matas brasileiras [...].

O Boitatá, dizem, alimenta-se somente dos olhos das suas vítimas, a ponto de seu corpo translúcido ficar repleto de olhos chamejantes. Para escapar à sua fúria, o corajoso deve munir-se de uma boa dose de sangue-frio: permanecer parado e de olhos fechados é o que basta para fazer a serpente se desinteressar dele. Se não funcionar, sugere-se a tática mais rude de arremessar-lhe um objeto de ferro. [...]

FRANCHINI, Ademilson S. *As 100 melhores lendas do folclore brasileiro*. Porto Alegre: L&PM, 2011. p. 166.

Representação de Boitatá perseguindo indígena.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

216

- Após os alunos lerem a parte do texto que explica cientificamente a ocorrência do fogo-fátuo, diga a eles que esse fenômeno também pode ocorrer em cemitérios, por causa da decomposição da matéria orgânica, o que gera relatos de visualização de fantasmas e espíritos.
- Em locais de pântano, o fogo-fátuo pode surgir sobre a água devido à temperatura e à concentração de metano proveniente da decomposição de matéria orgânica no local.

Agora, conheça outro texto que aborda o mesmo fenômeno tratado na lenda, publicado em um jornal, mas com base em conhecimentos científicos.

## Texto 2

### Mistérios explicados pela Ciência

[...]

Os portugueses acreditavam que se tratava de uma cobra de fogo [...], mas já existem explicações científicas para provar que toda essa lenda é apenas uma manifestação química da natureza.

Como você sabe, corpos em decomposição atraem uma série de bactérias que aceleram o processo. Com a decomposição, ocorre o acúmulo dos gases metano e fosfina. Aos poucos, esses gases vão à superfície e, ao entrarem em contato com o ar, entram em combustão.

O verdadeiro nome desse fenômeno é fogo-fátuo e ele não dura mais do que poucos segundos. [...]

[...] como o fogo faz com que as pessoas se assustem, é muito comum que quem está perto das chamas saia correndo. Nessa situação, o deslocamento de ar faz com que o fogo-fátuo siga os pés da pessoa, causando a impressão de que é uma cobra flamejante. [...]

Mistérios explicados pela Ciência. *O Jornal*, Maceió, 5 dez. 2011, p. 6.

Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Qual é o objetivo dessa lenda?
2. De acordo com o texto 2, qual é a relação entre a Química e a compreensão científica do fogo-fátuo?
3. Na lenda do Boitatá, quais fatos podem ser relacionados a explicações científicas apresentadas no texto 2?



4. Em grupos de até quatro alunos, pesquisem em livros e na internet sobre lendas brasileiras. Depois, cada equipe deverá escolher uma delas para elaborar uma explicação com base em conhecimentos científicos.

Após realizar a pesquisa, elaborem uma forma de apresentá-la. Vocês podem produzir um cartaz, uma história em quadrinhos, um texto, um vídeo ou outro recurso que vocês considerem atraente e interessante. Se possível, converse com o professor para escolher um local da escola em que seja possível compartilhar os trabalhos com a comunidade escolar.

217

- Caso os alunos apresentem dificuldade de identificar o objetivo da lenda na questão 1, pergunte a eles como explicariam o fenômeno do fogo-fátuo se não compreendessem que alguns gases são inflamáveis, o processo de combustão em geral e a combustão espontânea.

- Na questão 2, se necessário, peça aos alunos que leiam novamente o texto 2 e identifiquem termos normalmente utilizados em livros do componente curricular de **Ciências** e produções de caráter científico.

- Ao abordar a questão 3, oriente os alunos a identificar os fatos fantásticos da lenda e como eles podem ser esclarecidos por meio das informações do texto 2.

- Para a questão 4, organize os grupos e distribua as lendas de maneira que não haja repetições. Esta atividade contribui para o desenvolvimento da **Competência geral 9** e a prática de argumentação, pois os alunos precisam exercitar o diálogo, a cooperação e a resolução de conflitos durante a realização da pesquisa e a apresentação de argumentos válidos que expliquem o fenômeno de alguma lenda. Além disso, a questão possibilita o trabalho com as **culturas juvenis**, pois os alunos podem utilizar gêneros textuais populares de seu meio, como a produção de uma história em quadrinho ou a produção de um vídeo.

## Respostas

**Questão 1.** Espera-se que os alunos percebam que o objetivo da lenda é dar uma explicação ao fenômeno do fogo-fátuo.

**Questão 2.** A Química estuda os gases e as reações químicas, como a combustão, fatores que ajudam a explicar o fenômeno do fogo-fátuo, de acordo com a ciência.

**Questão 3.** Seu corpo translúcido fica repleto de olhos chamejantes – os gases produzidos sobem à superfície, que, em contato com o gás oxigênio, entram em combustão espontânea. Para escapar da fúria do boitatá, deve-se permanecer parado e de olhos fechados – e, ao correr, há um deslocamento brusco de ar,

puxando a chama e dando a impressão de que ela persegue a vítima.

**Questão 4.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é apresentar aos alunos outras lendas brasileiras e valorizar os conhecimentos construídos pelas diferentes culturas.

• Reúna os alunos em grupos com quatro integrantes e distribua as tarefas de maneira equilibrada. Incentive-os a discutir os resultados obtidos e a formular uma conclusão. Esta estratégia pode ajudar a desenvolver a **empatia** e o **respeito** às opiniões dos colegas, aptidões citadas na **Competência geral 9** da BNCC.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão **a**, pergunte a eles qual era o comportamento do papel tornassol mencionado nas páginas **211** e **212**.

• Na realização da etapa **C**, informe aos alunos que um adulto deverá bater os pedaços de repolho roxo na velocidade máxima do liquidificador. Se achar que a mistura ainda está muito viscosa, bata novamente por mais alguns minutos.

• Na realização da etapa **E**, oriente-os a fazer a filtração com cuidado, de modo que apenas a parte líquida passe pela peneira.

• Antes da realização da etapa **G**, agite o frasco que contém o leite de magnésia para que a mistura fique o mais homogênea possível. Fique atento à data de validade e às condições de estoque do leite de magnésia e do vinagre.

• Na etapa **H**, ao adicionar o extrato de repolho roxo à mistura contendo leite de magnésia, a cor obtida é verde-claro, o que indica que a mistura é básica. Ao adicionar o extrato de repolho roxo na mistura contendo vinagre e água, conforme sugerido na etapa **I**, a cor obtida será vermelha. Esse resultado indica que o vinagre é uma mistura ácida.

• Na realização da etapa **J**, peça aos alunos que pinguem cerca de 10 mL da mistura do copo **1** no copo **2** e mexam-na com a colher até que toda a mistura mude de coloração. Ao término da etapa **J**, a cor obtida na mistura é azul, o que indica que, ao pingar a mistura do copo **1** no copo **2**, ocorre a reação de neutralização.

• Caso não obtenham os resultados esperados, peça aos alunos que verifiquem o que ocorreu e que proponham estratégias para superar as etapas que deram errado.

## Hora de investigar

O indicador ácido-base é um composto que muda de cor quando colocado em contato com um ácido ou com uma base. Existem indicadores sintéticos e naturais, como é o caso das antocianinas presentes no repolho roxo.

a) O que acontece com a coloração de uma mistura ácida ou de uma mistura básica quando esta entra em contato com um indicador ácido-base?

Registre sua resposta no caderno. **Questão a. Resposta nas orientações ao professor.**

### Materiais

- repolho roxo
- 50 mL de vinagre
- 50 mL de leite de magnésia
- conta-gotas
- colher de sobremesa
- recipiente de 300 mL
- 300 mL de água
- 2 copos transparentes de 200 mL
- liquidificador
- peneira
- 2 etiquetas autoadesivas
- caneta

### Como proceder

- Separe cerca de 10 folhas de repolho roxo e pique, com as mãos, pedaços não muito grandes.
- Coloque o repolho roxo picado no liquidificador e acrescente 300 mL de água.
- Peça a um adulto que bata essa mistura no liquidificador por cerca de 2 minutos, até que todo o repolho seja triturado.
- Se necessário, após realizar a etapa **C**, peça a um adulto que mexa a mistura com uma colher, tampe o liquidificador novamente e bata a mistura por mais 1 minuto.
- Coe a mistura obtida no liquidificador. Para isso, posicione a peneira sobre o recipiente e despeje, cuidadosamente, o conteúdo do liquidificador.



Imagem referente à etapa E.

### Dica!

Para coar a mistura de repolho roxo com água, coloque pausadamente parte da mistura na peneira. Aguarde até que o nível na peneira diminua e vá acrescentando o restante da mistura.

218

• Esta proposta incentiva a **resiliência** e a **autonomia** dos alunos na tomada de decisões, além da criação de soluções para a resolução de problemas, aptidões contempladas na **Competência geral 2** da BNCC.

### Resposta

**Questão a.** Espera-se que os alunos respondam que a solução terá cores diferentes devido à presença de substâncias indicadoras de pH, mostrando se a solução é ácida ou básica.



- F. Separe os copos transparentes de 200 mL e numere-os (1 e 2) utilizando as etiquetas autoadesivas e a caneta.
- G. No copo 1, coloque 50 mL de leite de magnésia e acrescente 50 mL de água. No copo 2, coloque 50 mL de vinagre e acrescente 50 mL de água.
- H. Na mistura existente no copo 1, acrescente duas colheres de sobremesa da solução extraída do repolho roxo. Mexa e perceba o que acontece.
- I. Lave a colher com água corrente e, no copo 2, acrescente duas colheres da solução extraída do repolho roxo. Mexa e perceba o que acontece.
- J. Utilizando o conta-gotas, pingue algumas gotas da solução do copo 1 na do copo 2. Mexa a mistura com a colher de sobremesa e verifique o que acontece.



JOSÉ VITOR ELORZ/ASC IMAGENS

### Cuidado!

Não ingira os líquidos utilizados na realização desta atividade, nem coloque as mãos nos olhos ou na boca após manusear os objetos. Após realizar a atividade, lave bem as mãos.

### Minhas observações

Minhas observações. Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. No procedimento H, o que foi observado na mistura do copo 1 ao ser adicionada a solução de repolho roxo?
2. No procedimento I, o que foi observado na mistura do copo 2 ao ser adicionada a solução de repolho roxo?
3. No procedimento J, o que foi observado na mistura do copo 2 ao ser adicionada a mistura do copo 1?
4. Realize uma pesquisa sobre indicadores naturais como o repolho roxo e identifique qual das misturas contém ácido e qual delas contém base.

### Elaborando nossas conclusões

Elaborando nossas conclusões. Questão 1. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

1. Compare seus resultados com o de um colega. Os resultados obtidos foram semelhantes? Quais fatores podem interferir nesses resultados?

### Vamos ampliar a investigação!

Vamos ampliar a investigação! Questão 1. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

1. Em grupo de quatro integrantes, teste outros alimentos, como sucos de laranja, de caju e de banana, iogurte natural e leite. Faça uma pesquisa na internet sobre as propriedades nutricionais desses alimentos e monte um livreto. Em cada página, insira as informações pesquisadas e escreva um breve comentário sobre o pH identificado durante sua investigação. Apresente o livreto aos demais colegas.

219

• Antes de os alunos realizarem as etapas H, I e J, se possível, oriente-os a registrar os resultados por foto ou vídeo, o que pode auxiliá-los no momento de responder às questões 1 a 3 da seção **Minhas observações**.

• Caso apresentem dificuldade para responder à questão 4 da seção **Minhas observações**, oriente os alunos a realizar suas pesquisas utilizando o nome da substância indicadora.

• Na questão da seção **Elaborando nossas conclusões**, peça aos grupos que analisem os registros uns dos outros e levantem questionamentos sobre mudanças que poderiam ser realizadas nos procedimentos e que levariam a resultados diferentes.

• Antes de os alunos realizarem a prática da seção **Vamos ampliar a investigação**, oriente-os a utilizar essas páginas como um roteiro e avalie previamente os materiais escolhidos por eles.

### Respostas

#### Minhas observações

1. Ao adicionar o extrato de repolho roxo na mistura de leite de magnésia e água, a solução adquire a cor azul-claro.
2. Ao adicionar o extrato de repolho roxo na mistura de vinagre e água, a solução adquire a cor vermelho-escuro.
3. A solução adquiriu uma cor próximo ao roxo, indicando que houve uma reação de neutralização.
4. Espera-se que em suas pesquisas os alunos encontrem informações sobre a coloração das antocianinas em diferentes valores de pH. Sabendo que as antocianinas apresentam coloração roxa em pH neutro, coloração avermelhada em pH ácido e coloração azul até verde para pH básico, eles podem determinar se as substâncias analisadas

são neutras, ácidas ou básicas. Os alunos deverão responder que o leite de magnésia é um material com caráter básico, e o vinagre é um material com caráter ácido.

#### Elaborando nossas conclusões

1. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos concluam que as cores obtidas para cada uma das amostras foram as mesmas. Sobre os fatores que

podem influenciar o resultado, eles podem mencionar a quantidade das substâncias testadas, a quantidade do indicador e de água.

#### Vamos ampliar a investigação!

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é desenvolver a **criatividade** dos alunos ao incentivá-los a analisar o pH de outros alimentos, buscar informações sobre eles e organizá-las em um livreto.

• Na atividade 1, caso os alunos tenham alguma dificuldade para recordar as propriedades dos ácidos e das bases, diga-lhes que diversos produtos que fazem parte do nosso cotidiano são ácidos ou bases, ou então eles contêm esses tipos de substâncias. Além disso, dê-lhes alguns exemplos de ácidos, como o ácido acético do vinagre, o ácido cítrico do limão, o ácido clorídrico do suco gástrico e o ácido sulfúrico de baterias. Para exemplos de bases, mencione o hidróxido de magnésio do leite de magnésia, o hidróxido de sódio utilizado na produção de sabão e a amônia do amoníaco. Em seguida, peça-lhes que se lembrem do que caracteriza uma substância ácida e uma substância básica e quais são as características gerais de cada uma dessas classes de substâncias.

• Antes de trabalhar a atividade 2, verifique se os alunos compreenderam as diferenças entre as transformações físicas e químicas. Peça a eles que digam as características desses tipos de transformações e verifique se mencionam que as transformações físicas podem causar mudanças no formato da matéria e no estado físico, mas não em sua composição, enquanto que na transformação química sempre ocorre a formação de novas substâncias. Dessa forma, pergunte se existe outra substância além do hidrogenocarbonato de sódio na equação.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Cite algumas características que diferenciam uma substância ácida de uma substância básica.   
 1. Resposta: Os ácidos são compostos que, em solução aquosa, sofrem ionização, formando cátions  $H^+$ . As substâncias básicas são compostos que, em solução aquosa, sofrem dissociação, formando ânions  $OH^-$ .
2. Um composto bastante utilizado na culinária em massas de bolos e pães é o bicarbonato de sódio. Quando ele é aquecido há liberação de gás carbônico no interior da massa.

A equação para essa transformação está descrita a seguir.



- a) Qual é o objetivo da adição do bicarbonato de sódio na massa?
2. a) Resposta: Espera-se que os alunos respondam que é para tornar a massa aerada e com textura macia.   
 b) Qual é o tipo de transformação que ocorre com o bicarbonato de sódio?   
 2. b) Resposta: Transformação química.
3. Algumas cidades, como São Paulo, adotaram medidas com o objetivo de diminuir o fluxo de veículos nas vias, evitando congestionamentos e diminuindo a emissão de gases poluentes na atmosfera, como o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), o dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) e o dióxido de carbono. Uma dessas medidas é o rodízio de veículos, que restringe a circulação de alguns veículos de acordo com a numeração de sua placa.



Emissão de gases por um veículo em funcionamento.

3. b) Resposta: Esses gases pertencem à função química óxido, pois são compostos binários formados por oxigênio e um outro elemento químico.

Sobre os gases emitidos pelos veículos, responda às questões a seguir.

- a) O que esses gases têm em comum na sua composição?   
 3. a) Resposta: Os três gases apresentam em suas moléculas dois átomos de oxigênio.
- b) A qual função química esses gases pertencem? Justifique.
- c) Que outras medidas poderiam ser tomadas para a diminuição da emissão desses gases?   
 3. c) Resposta: A utilização de transportes coletivos, que diminuiria o número de veículos nas vias, reduzindo a emissão de gases poluentes; o uso de meios de transporte não poluentes, como veículos elétricos, bicicletas e patins.

220

• Na atividade 3, oriente os alunos a observar a fórmula química dos gases emitidos por veículos e dizer se existe algum elemento químico em comum entre eles. Em seguida, pergunte-lhes se a presença desse elemento pode ser utilizada para agrupar certas substâncias em algum tipo de classe. Espere-se que eles se lembrem de que os compostos binários com oxigênio são classificados como óxidos. O item c desta atividade incentiva os alunos a defender decisões comuns que respeitam a consciên-

cia socioambiental com posicionamento ético com relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta, conforme orienta a **Competência geral 7** da BNCC. Além disso, esta atividade pode ser utilizada para incentivar os alunos a discutir sobre a poluição atmosférica. Você pode aproveitar para retomar o texto sobre chuva ácida apresentado nestas orientações ao professor, na página 215. Essa abordagem contribui para trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.

4. Uma pessoa com dores no estômago consultou um médico, que lhe indicou um antiácido à base de hidróxido de magnésio para diminuir o excesso de acidez provocada pelo ácido clorídrico do estômago.

a) Como é chamada a reação química que ocorre entre o antiácido e o HCl no estômago?

b) Descreva o que acontece nesse tipo de reação química.

c) Pesquise e escreva no caderno a reação balanceada entre o hidróxido de magnésio e o ácido clorídrico.

4. b) Resposta: Em uma reação de neutralização, um ácido reage com uma base, formando um sal e água.  
4. c) Resposta:  $Mg(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$

5. No Brasil, o sal de cozinha utilizado para consumo humano deve ser iodado. Para isso, é adicionado a ele o iodato de potássio ( $KIO_3$ ). Essa medida foi adotada para diminuir e prevenir doenças causadas pela falta de iodo, como o bócio.



ANDRÉ L. SILVA/ASC IMAGENS

Embalagem de leite de magnésia.

FABIO COLOMBINI



Embalagem de sal de cozinha com sal despejado ao lado dela.

4. a) Resposta: A reação que ocorre entre os antiácidos e o HCl no estômago é uma reação de neutralização.

a) Considere um sal de cozinha contendo apenas cloreto de sódio e iodato de potássio. Quais íons são liberados ao misturá-lo à água?

b) Classifique o iodato de potássio quanto à sua função química e justifique sua resposta.

c) Além do sal de cozinha, o cloreto de sódio pode estar presente na composição de outros alimentos. Pesquise rótulos de produtos industrializados em sua residência e cite alimentos que contenham esse sal.

5. a) Resposta: Ao misturar esses sais na água, serão liberados os íons  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$  e  $IO_3^-$ .  
5. b) Resposta: O iodato de potássio é classificado como sal, pois em solução aquosa libera íons  $K^+$  e  $IO_3^-$ .  
5. c) Resposta pessoal. Espera-se que essa atividade incentive os alunos a ler os rótulos dos alimentos que consomem para dosarem a quantidade das substâncias ingeridas diariamente, como o cloreto de sódio; isso também os auxiliará a adotar hábitos de alimentação mais saudáveis. 221

• Espera-se que, na atividade 4, os alunos se recordem de que a reação entre um ácido e uma base é uma reação de neutralização que dá origem a um sal. Caso eles tenham dificuldade para responder, peça-lhes que retomem a classe dos sais na página 214. Se houver necessidade de auxiliá-los na montagem da equação química de neutralização e balanceamento, diga-lhes que o sal formado é o cloreto de magnésio ( $MgCl_2$ ) e, em seguida, oriente-os a montar um quadro conforme instruções da página 207, com a quantidade de átomos nos reagentes e produtos. A realização do balanceamento desta equação química contribui para o desenvolvimento da habilidade EF09CI02 da BNCC.

• Na atividade 5, diga aos alunos que tanto o cloreto de sódio quanto o iodato de potássio são solúveis em água. Eles estão familiarizados com a ionização do cloreto de sódio, contudo, eles podem ter dificuldade para representar a ionização do iodato de potássio. Acompanhe se eles representam seu cátion e ânion corretamente. Depois que eles identificarem os íons corretamente, eles também serão capazes de classificá-lo como um sal, uma vez que sua ionização não produz íons  $H^+$  ou  $OH^-$ .

Comente com eles que o bócio consiste no aumento da glândula tireoide, que pode tornar-se visível na parte frontal do pescoço. O bócio também pode surgir na forma de um ou mais nódulos, nesse caso, eles podem ser imperceptíveis. Pode ainda provocar alterações na produção dos hormônios da tireoide, responsáveis por regular diversos aspectos do metabolismo do corpo. Esta atividade incentiva os alunos a perceber a importância de cuidar de sua saúde física por meio da alimentação, o que contribui para o trabalho com a Competência geral 8 da BNCC.



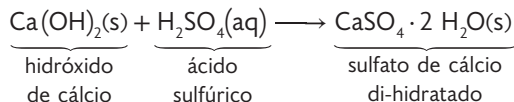
• Caso os alunos não reconheçam a função química dos reagentes na atividade 6, diga-lhes que observem seus nomes e, se necessário, escrevam suas equações químicas de dissociação e ionização. Espere-se que, dessa forma, eles percebam que o hidróxido de cálcio é uma base e o ácido sulfúrico, um ácido.

Por meio da **leitura inferencial**, os alunos poderão reconhecer que o tipo de reação que está ocorrendo com o ácido sulfúrico é uma reação de neutralização, uma vez que se diz que a aluna de química utilizou o hidróxido de cálcio para neutralizá-lo.

Os alunos podem ter dificuldade para identificar que o produto trata-se de um sal devido às moléculas de hidratação. Explique-lhes que, quando um composto apresenta  $\cdot XH_2O$  no final de sua fórmula, em que  $X$  é um número inteiro, trata-se de um hidrato. Esses compostos incorporam moléculas de água e, para representar o número destas, utiliza-se o ponto para separá-la do resto da fórmula.

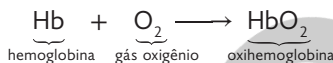
• Na atividade 7, diga aos alunos que o monóxido de carbono é um gás perigoso porque é incolor, inodoro e insípido. A intoxicação por baixos níveis desse gás pode causar dor de cabeça e tontura, enquanto que a intoxicação por altos níveis pode causar a morte. Caso apresentem dificuldade para identificar a função do monóxido de carbono, peça-lhes que observem sua fórmula na segunda equação química e que identifiquem quais são esses elementos.

6. Uma aluna de Química derrubou ácido sulfúrico na bancada do laboratório. Para neutralizá-lo, ela espalhou hidróxido de cálcio sólido sobre ele. Observe a reação química que ocorreu. 6. a) Resposta: Nos reagentes temos as funções químicas base (hidróxido de cálcio) e ácido (ácido sulfúrico).

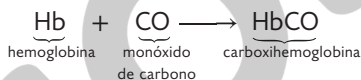


- a) Quais tipos de funções químicas temos nos reagentes?  
 b) Como é chamada a reação química que ocorre entre o hidróxido de cálcio e o ácido sulfúrico? 6. b) Resposta: Reação de neutralização.  
 c) Na reação química apresentada, ocorre a formação de qual substância? 6. c) Resposta: Nessa reação forma-se sulfato de cálcio di-hidratado.  
 d) Que tipo de função química o produto dessa reação representa? 6. d) Resposta: Representa a função sal.
7. Liberado principalmente na combustão incompleta de alguns combustíveis fósseis, o monóxido de carbono (CO) é um gás poluente que, quando inalado, pode ser prejudicial à saúde humana.

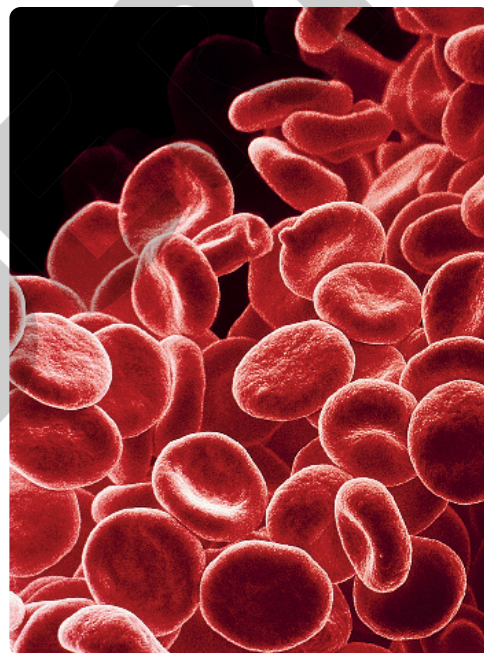
A hemoglobina é uma molécula presente nas células do sangue chamadas hemácias. Essa molécula é capaz de captar o gás oxigênio e transportá-lo pelo corpo. Observe a reação química a seguir.



No entanto, o monóxido de carbono pode se ligar à hemoglobina com maior facilidade que o gás oxigênio. Observe a reação química a seguir.



Hemácias. Imagem obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 1583 vezes. Colorizada em computador.



Assim, quando a carboxihemoglobina é formada, o transporte do gás oxigênio pelo corpo pode ser prejudicado.

- a) A qual função química pertence o monóxido de carbono? 7. a) Resposta: Óxido.

## O que eu estudei?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

Questões 1 a 10. Respostas nas orientações ao professor.

1. Analise sua resposta à questão que apresenta as afirmativas sobre o elefante-africano macho, apresentada no início do tema **Massa e peso**. Verifique se você precisa, corrija-la ou complementá-la.
2. Elabore uma linha do tempo com os principais modelos e estudos atômicos. Em seguida, faça um esquema representando cada um desses modelos atômicos e escreva as principais características de cada um deles.
3. Junte-se a um colega e analisem a tabela periódica. Cada um de vocês deverá escolher um elemento químico para juntos construírem um modelo da estrutura do átomo que caracteriza cada um desses elementos. Esse modelo deve ser elaborado com materiais recicláveis e incluir informações sobre número de átomos, de nêutrons, de níveis de energia e de elétrons.
4. Junte-se a um colega de turma. Em seguida, separem 5 pedaços de papel e escrevam em cada um deles o símbolo de um elemento químico da tabela periódica. Troquem com outra dupla os seus pedaços de papel, procurem o símbolo representado em cada um deles na tabela periódica e escrevam: o nome do elemento, o número atômico, a massa atômica, o número do período a que ele pertence e o nome do grupo. Cite também a classificação desses elementos de acordo com as cores da tabela, mencionando as principais características dessas classificações.
5. Em uma folha de papel avulsa, elabore um quadro diferenciando as ligações iônicas, covalentes e metálicas e cite um exemplo para cada uma delas.
6. Explique com suas palavras o que são transformações físicas e transformações químicas.
7. Faça um esquema em uma folha de papel avulsa que represente a organização das partículas de um material nos estados físicos sólido, líquido e gasoso. Em seguida, escreva uma legenda explicativa para esse esquema.
8. No tempo de um minuto, em um pedaço de papel, explique a frase de Lavoisier “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, com base no que você estudou sobre a lei de conservação das massas.
9. Defina as funções químicas: ácidos, bases, sais e óxidos, de acordo com Arrhenius. Em seguida, cite uma aplicação de cada uma dessas funções.
10. Explique como é possível determinar a acidez e a basicidade de uma substância.

223

• Confira orientações para cada atividade dessa seção no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?** da primeira parte deste **Manual do professor**.

## Respostas

1. Espera-se que os alunos confrontem os conhecimentos prévios com os adquiridos com o estudo do tema **Massa e peso**. Eles podem citar que a unidade de medida padrão para a massa é o quilograma.
2. Espera-se que os alunos desenhem imagens que representem o modelo de Dalton, conhecido como bola de bilhar, o de Thomson, conhecido como pudim de passas, o modelo de Rutherford e o de Rutherford-Bohr.
3. Espera-se que os alunos construam um modelo que apresente prótons e nêutrons no núcleo atômico e os elétrons na eletrosfera.
4. O objetivo desta questão é levar os alunos a se familiarizarem com a tabela periódica, localizando os elementos químicos e interpretando suas informações.
5. As ligações iônicas ocorrem entre um cátion e um ânion, em que um doa e outro recebe elétrons até alcançar a estabilidade, como no cloreto de sódio (NaCl). Já as ligações covalentes ocorrem entre átomos que precisam compartilhar elétrons na camada de valência, como nas moléculas de água (H<sub>2</sub>O). As ligações metálicas envolvem a nuvem de elétrons, formada pela ligação entre metais que têm a mesma tendência a doar elétrons, como entre os átomos de alumínio (Al).
6. Espera-se que os alunos comentem que as transformações físicas não alteram a identidade das substâncias que a compõem, ao contrário das transformações químicas.

7. Espera-se que os alunos façam um esquema mostrando que no estado sólido as partículas da matéria estão próximas umas das outras, no estado líquido elas possuem maior liberdade e, no estado gasoso, elas estão afastadas.

8. A frase de Lavoisier afirma que na natureza ocorre algo semelhante ao observado nas reações químicas, ou seja, não ocorre perda ou ganho de massa de reagentes ou produ-

tos, apenas a transformação deles. Assim, a massa total dos reagentes e dos produtos se mantém constante após uma reação química.

9. De acordo com Arrhenius, os ácidos são substâncias que ionizam em meio aquoso, formando íons H<sup>+</sup>, e as bases se dissociam, formando íons OH<sup>-</sup>. Os sais são produtos da reação de neutralização entre um ácido e uma base. Já os óxidos são compostos biná-

rios formados por oxigênio e outro elemento (com exceção do flúor). Como aplicação, pode-se mencionar o ácido acético, o hidróxido de magnésio, o cloreto de sódio e a água como óxido.

10. Espera-se que os alunos respondam que é possível utilizar substâncias indicadoras ou um aparelho chamado peagômetro.



# 4 Ondas e luz

• Ao trabalhar a página de abertura, comente sobre como o registro da foto mostrada na página se assemelha com como nossos olhos são estimulados pela luz.

• Comente que a técnica utilizada para registrar a foto exposta na página é conhecida como *light painting* (pintura de luz). Ela é realizada ao se mover uma ou mais fontes luminosas diante de uma câmera fotográfica com longo tempo de exposição. Isso permite que ela capture todo o movimento da fonte de luz, criando um efeito, conforme mostrado na foto, como se fosse uma pintura suspensa no ar.

• Você pode aplicar com os alunos essa técnica utilizando uma máquina fotográfica ou câmera de *smartphone* com regulação de tempo de exposição (tempo de abertura do obturador) e com uma fonte de luz, que pode ser uma lanterna pequena, por exemplo.

## Um texto a mais

• Para introduzir os assuntos trabalhados nesta unidade, leia para os alunos o texto a seguir, que apresenta a definição de onda.

[...]

Na experiência cotidiana, as ondas mais familiares são provavelmente as ondas na superfície da água, embora constituam um dos tipos mais complicados de onda.

Num sentido bastante amplo, uma onda é qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida. Em geral, fala-se de onda quando a transmissão do sinal entre dois pontos distantes ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos ao outro.

[...]

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. *Curso de Física básica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, v. 2, 2002. p. 98.



Foto registrada utilizando a técnica *Light painting* (pintura de luz, em português) em Lahore, Paquistão, em 2021.



Em momentos de lazer, podemos, por exemplo, assistir a um filme na televisão ou no cinema, ouvir músicas, cantar, jogar *videogames* e registrar fotos, como a mostrada anteriormente.

Nessas atividades, os sons emitidos pelos alto-falantes dos diferentes equipamentos são recebidos por nossas orelhas. Já a luz proveniente das telas é recebida por nossos olhos. O som e a luz são exemplos de fenômenos ondulatórios que podem estimular órgãos relacionados aos nossos sentidos, como as orelhas e os olhos. Desse modo, recebemos informações e interagimos com o ambiente.

### Iniciando a conversa

Questões 1 a 4. Respostas nas orientações ao professor.

1. O que podemos visualizar na imagem?
2. Para você, o que é a luz?
3. Seria possível observar o mesmo efeito apresentado na foto se ela fosse registrada em um ambiente iluminado? Por quê?
4. A imagem apresentada foi registrada em um ambiente urbano. Como você acha que os sons do ambiente chegavam até as orelhas das pessoas que estavam no local?

### Agora vamos estudar...

- o que é uma onda;
- as características gerais das ondas;
- a classificação das ondas quanto à direção de oscilação e à sua natureza;
- as propriedades e características do som;
- as ondas eletromagnéticas e suas aplicações;
- a luz visível e suas propriedades;
- a interação da luz com os materiais;
- a decomposição da luz visível;
- os espelhos e as lentes.

225

• O objetivo da questão 1 é levar os alunos a identificar a fonte de luz e o registro do seu movimento. Caso eles tenham dificuldade em responder à questão, cite o nome da técnica fotográfica, destacando o que é capaz de estimular o órgão do corpo humano relacionado ao sentido da visão, no caso, a luz.

• Ao trabalhar a questão 2, incentive os alunos a expressar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Anote, na lousa, alguns dos conceitos citados para que sejam retomados e confrontados ao fim do trabalho com esta unidade.

• Se os alunos tiverem dificuldade em responder à questão 3, pergunte-lhes por que as estrelas não são visíveis no céu em certos horários do dia. Eles devem perceber que a luz do Sol ofusca a luz das estrelas distantes, do mesmo modo que outras fontes de luz poderiam ofuscar a utilizada no registro da foto.

### Metodologias ativas

Ao trabalhar a questão 4, aplique a metodologia ativa **quick writing**. Para isso, obtenha mais informações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Para desenvolvê-la, pergunte aos alunos de que modo eles estão recebendo as informações da sua fala, ou seja, como ocorre a emissão e a propagação do som. Depois, peça-lhes que escrevam respostas curtas, pois o tempo será cronometrado. Permita a socialização das respostas ao final da dinâmica.

### Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. É possível que eles respondam que visualizam luzes formando uma imagem perto de uma circunferência e indiquem os reflexos das luzes na água.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Peça a eles que anotem, no caderno, os principais conceitos de luz que a turma citar para retomá-los ao final do estudo desta unidade. Verifique se

algum aluno relacionou o conceito de luz à ondas eletromagnéticas.

**Questão 3.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que os efeitos não seriam os mesmos caso o ambiente fosse iluminado, pois o contraste entre a ausência de luz no ambiente em que a apresentação ocorre é o que dá destaque às luzes coloridas.

**Questão 4.** Resposta pessoal. Peça a eles que anotem, no caderno, as principais explicações sobre a propagação do som que a turma citar para retomá-los ao final do estudo desta unidade. Verifique se algum aluno relacionou a propagação do som às ondas sonoras.

## Objetivos do capítulo

- Reconhecer a importância do estudo dos fenômenos ondulatórios.
- Compreender as características das ondas.
- Identificar as propriedades e o comportamento das ondas.
- Diferenciar ondas transversais de ondas longitudinais.
- Diferenciar ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.
- Definir ondas sonoras.
- Compreender como percebemos os sons.
- Conhecer as propriedades das ondas sonoras.
- Compreender e descrever como ocorre o fenômeno do eco.
- Conhecer as aplicações do ultrassom no dia a dia.
- Relacionar as grandezas físicas intensidade do som e nível sonoro aos possíveis danos que podem ser causados à audição.
- Definir ondas eletromagnéticas.
- Distinguir os diferentes comprimentos de onda no espectro eletromagnético.

- Identificar a utilização das ondas eletromagnéticas em diversas áreas no cotidiano, principalmente na medicina.

## Justificativas

Os conteúdos deste capítulo são relevantes para que os alunos sejam capazes de compreender fenômenos ondulatórios do cotidiano, descrever propriedades e características das ondas sonoras e eletromagnéticas, e identificar aplicações desses tipos de ondas em diversas áreas e atividades humanas. Isso colabora para o desenvolvimento das habilidades EF09CI05 e EF09CI06.

- Auxilie os alunos na interpretação da foto, para que eles possam responder às questões 1 e 2. Comente que aglomerados de pessoas e buzinas de carros, por exemplo, são situações que produzem sons e seus respectivos fenômenos, como a reflexão. Essa abordagem permite que o aluno analise fenômenos do mundo natural com base em conhecimentos científicos, conforme orienta a **Competência específica de Ciências da Natureza 3** da BNCC.

## CAPÍTULO

# 9 Ondas

Analise a imagem a seguir.



Vista da Rua 25 de Março, na cidade de São Paulo, SP, em 2021.

Questões 1 e 2. Respostas nas orientações ao professor.

**Questão 1.** Que tipos de ruídos você acha que há no ambiente da foto?

**Questão 2.** Em sua opinião, ruídos intensos podem prejudicar a audição humana? Justifique.

Nos ambientes que frequentamos, como as ruas das cidades, geralmente, são emitidos vários tipos de sons, como de pessoas falando e de veículos, que estimulam estruturas existentes em nossas orelhas. Para compreendermos como o som é produzido e como ele chega até nossas orelhas, vamos estudar inicialmente o conceito de ondas e algumas de suas propriedades. Para isso, realize a atividade prática sugerida a seguir.

## Vamos praticar

### Material

- corda de, aproximadamente, 3 m de comprimento

- Com o professor e os colegas, amarram uma das extremidades da corda em um ponto fixo da sala de aula.
- Movimentem rapidamente a outra extremidade da corda para cima e para baixo, uma única vez, gerando um pulso na corda.
- Agora, repitam o mesmo movimento da etapa B na corda diversas vezes.

Questão a. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

- O que aconteceu com o pulso de onda ao realizar a etapa B? E ao realizar a etapa C?

Fonte de pesquisa: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2. p. 119.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

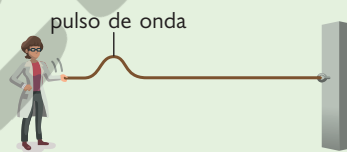


Imagem referente à etapa B.

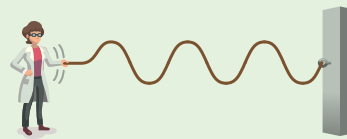


Imagem referente à etapa C.

Ao realizar a atividade prática com a corda, você deve ter percebido que, repetindo o mesmo movimento diversas vezes, produziu-se um movimento oscilatório, uma onda. A seguir, vamos estudar algumas características das ondas.

## Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. É possível que os alunos respondam que o ambiente apresenta sons, como pessoas falando, buzinas, motores de automóveis, músicas, entre outros.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Espera-se que os

alunos comentem que a exposição prolongada a situações em que ocorrem ruídos intensos pode causar estresse, mal-estar e danos à saúde auditiva.

**Questão a.** Os alunos podem responder que o pulso gerado se propagou ao longo da corda.

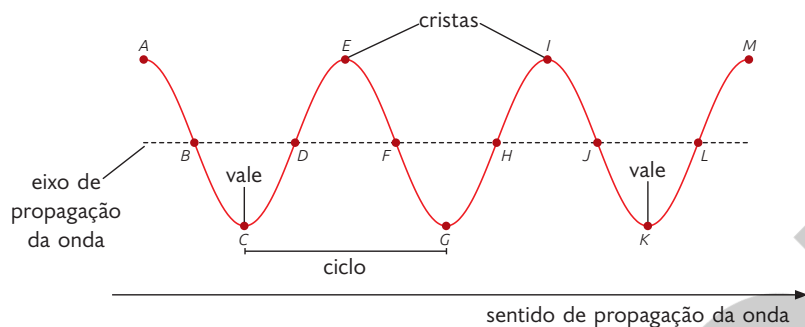
## Características gerais das ondas

Na atividade prática da página anterior, a energia da oscilação aplicada em uma das extremidades da corda é transportada até a outra extremidade, fazendo partes da corda subirem e descerem, sem que ela se movimenta para frente ou para trás. Isso ocorreu porque, de modo geral, as ondas são movimentos oscilatórios que transportam energia, mas não transportam matéria.

Alguns tipos de ondas se propagam por meios materiais, como o ar, a água e o solo. No entanto, há ondas que não precisam de um meio material para isso, como as que se propagam no vácuo.

Agora, vamos representar o movimento oscilatório da corda da atividade prática da página anterior para identificarmos algumas características importantes das ondas. Analise a imagem a seguir.

**Vácuo:** vazio, espaço desprovido de matéria.



Representação da propagação de onda em uma corda.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 5.

Os pontos indicados pelas letras **A**, **E**, **I** e **M** são conhecidos como **cristas** e representam a parte mais elevada da onda. Os pontos indicados pelas letras **C**, **G** e **K** são os mais baixos da onda e conhecidos como **vales**. Já os pontos **B**, **D**, **F**, **H**, **J** e **L** interceptam o eixo de propagação da onda e são chamados **nós**. Quando uma onda executa uma oscilação completa – de crista a crista ou de vale a vale –, dizemos que ela completou um **ciclo**.

A distância de um ciclo completo ou a menor distância a partir da qual a onda se repete é chamada **comprimento de onda**. Por exemplo, a distância entre duas cristas consecutivas ou entre dois vales consecutivos é um comprimento de onda. Assim, as distâncias entre as cristas **A** e **E**, entre os vales **C** e **G** e também entre os pontos **B** e **F** são exemplos do comprimento de onda.

O comprimento de onda e a amplitude são características importantes que devemos verificar ao realizarmos um estudo sobre uma onda.

- Trabalhe o conteúdo abordado nesta página associando-o às representações gráficas que ilustram a propagação, o comprimento e a amplitude de uma onda. Oriente os alunos na compreensão de cada uma das representações gráficas, de modo que eles consigam visualizar o movimento periódico da onda. Esse apontamento pode ser feito orientando os alunos a observar a oscilação do ponto **A** ao ponto **E**. Comente com eles que, após essa oscilação, o movimento se repete. A abordagem de movimento periódico remete ao estudo de funções periódicas, como a função seno e a função cosseno. Esses conteúdos fazem parte daqueles estudados no Ensino Médio, no componente curricular de **Matemática**.

- Identifique com os alunos cada um dos elementos presentes na representação gráfica, como cristas, vales, eixo de propagação da onda e sentido de propagação da onda, bem como o ciclo. Na ilustração, foi indicado um ciclo da onda; peça que identifiquem outros ciclos (marcados por dois vales, duas cristas ou **B** e **F**, **D** e **H**, **F** e **J**, por exemplo).

- Comente com os alunos que a ilustração representa um instante de tempo (como uma foto do evento) na oscilação da corda. No instante representado, o ponto **A** ocupa a posição na crista. Com o passar do tempo, ele oscila, passando pelo eixo de propagação (no ponto **B**), indo até a posição de vale (no ponto **C**), e, em seguida, retorna à posição de crista (no ponto **E**).

- Enfatize que a distância entre os pontos **B** e **D** não corresponde a um comprimento de onda, pois a onda não executou um ciclo completo. Contudo, a distância entre os pontos **B** e **F** corresponde a um comprimento de onda.



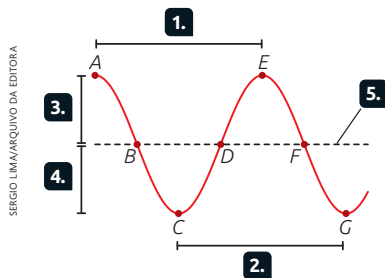
• Da mesma forma que na página anterior, trabalhe o conteúdo abordado associando-o às representações gráficas que ilustram a frequência e o período de uma onda. Se os alunos tiverem dificuldades na interpretação de cada representação gráfica, reproduza-as na lousa e faça questionamentos relativos ao conteúdo que está sendo estudado.

• Ao abordar a frequência das ondas, relacione-a a situações do cotidiano em que é possível identificá-la facilmente. Você pode citar como exemplo a frequência escolar, quantas aulas eles têm por semana, quantas aulas de Ciências há semanalmente, qual é a quantidade de voltas que a hélice do ventilador dá por segundo e as estações de rádio, nas quais geralmente são fornecidas informações a respeito da frequência de transmissão.

• Se achar conveniente, oriente os alunos a pesquisar em sites ou livros de referências informações sobre Heinrich Rudolf Hertz (uma iconografia do cientista é apresentada na página 242). Ao trabalhar com os alunos a relação entre período e frequência, chame a atenção para o fato de que essas variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a frequência, menor é o período, e vice-versa. Para isso, use os cálculos apresentados no esquema que aborda o período de uma onda.

• Se julgar necessário, resolva com os alunos a questão 3 na lousa apresentando os cálculos, necessários para encontrar o valor de 12 Hz.

Na imagem a seguir são apresentadas as medidas do comprimento e amplitude de uma onda. Analise-a.



Fonte de pesquisa: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2. p. 121.

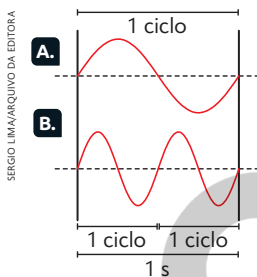
Representação da propagação de onda em uma corda.

O **comprimento** de onda (1 e 2) é representado pela letra grega lambda ( $\lambda$ ), e sua unidade de medida, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é o metro (m). Porém, é comum utilizarmos outras unidades de medida, como o centímetro (cm), o quilômetro (km) e o nanômetro (nm). A **amplitude** de uma onda (3 e 4) é a distância entre a crista ou o vale e o eixo de propagação da onda (5).

Outras características importantes no estudo das ondas são a frequência, o período e a velocidade de propagação da onda.

A **frequência** de uma onda, representada pela letra  $f$ , é dada pela quantidade de ciclos completos em determinada unidade de tempo. No SI, a unidade de medida de frequência é o hertz (Hz), em homenagem ao físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894).

A imagem a seguir representa duas ondas se propagando ao longo de 1 segundo.



**A.** Quando um ciclo se completa em um segundo, podemos dizer que a frequência da onda é de 1 Hz.

$$\frac{1 \text{ ciclo}}{1 \text{ segundo}} = 1 \text{ hertz} = 1 \text{ Hz}$$

**B.** Quando dois ciclos se completam em um segundo, podemos dizer que a frequência da onda é de 2 Hz.

$$\frac{2 \text{ ciclos}}{1 \text{ segundo}} = 2 \text{ hertz} = 2 \text{ Hz}$$

Representação da frequência de duas ondas (A e B) no intervalo de tempo de 1 s.

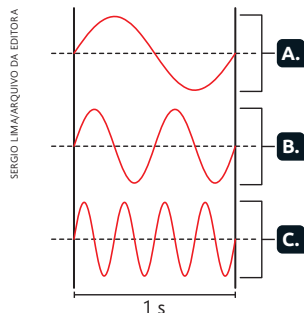
Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 9.

**Questão 3.** Imagine que uma corda oscilante complete 36 ciclos em 3 segundos. Qual é a frequência de oscilação nessa corda? Faça os cálculos em seu caderno.

Em um movimento oscilatório, o tempo necessário para completar um ciclo é chamado **período**, que é representado pela letra  $T$ . No SI, a unidade de medida do período é o segundo (s).

**Questão 3. Resposta:** A frequência da onda formada por uma corda oscilante que completa 36 ciclos em três segundos é de 12 Hz.  
 $f = \frac{36 \text{ ciclos}}{3 \text{ segundos}} \Rightarrow f = 12 \text{ hertz} \therefore 12 \text{ Hz}$

Para compreender melhor o conceito de período, considere os casos a seguir. Eles representam três ondas se propagando em cordas diferentes no intervalo de 1 segundo.



Representação do período em três ondas diferentes (A, B e C).

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 9.

Notamos que o período está relacionado à frequência da seguinte forma.

$$T = \frac{1}{f} \text{ ou } f = \frac{1}{T}, \text{ em que: } \bullet T \text{ é o período; } \bullet f \text{ é a frequência.}$$

A **velocidade de propagação** de uma onda indica a rapidez de propagação dela e pode ser determinada pelas relações a seguir.

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ ou } v = \lambda \cdot f, \text{ em que:}$$

- $v$  é a velocidade de propagação da onda;
- $\lambda$  é o comprimento da onda;
- $T$  é o período da onda;
- $f$  é a frequência da onda.

### Sugestões complementares

Para produzir ondas em uma corda e analisar suas propriedades, acesse o simulador *Onda em corda* no site *PhET*. Nele é possível ajustar a frequência e a amplitude da onda, assim como medir seu comprimento com uma régua. Com isso, você pode, inclusive, calcular a velocidade de propagação da onda na corda.

*Onda em corda*. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt_BR.html). Acesso em: 13 abr. 2022.

• O período é o tempo de um ciclo completo. Ao ministrar este conteúdo para a turma, estabeleça uma relação com a duração de eventos do cotidiano estimada em uma unidade de tempo diferente da indicada no Sistema Internacional, como o período de uma aula de Ciências (em minutos), o período da translação da Terra (em ano ou dias, uma translação em 365 dias) e o período de rotação da Terra (em dia ou horas, uma rotação em 24 horas). Após dar esses exemplos, trabalhe com os alunos as representações das ondas e enfatize que, no Sistema Internacional de Medidas (SI), a unidade de medida de tempo oficial é o segundo (s).

• A respeito da relação entre a frequência e o período, diga-lhes que um é o inverso do outro. Como a unidade de medida do período no SI é o segundo, a frequência é dada pelo inverso do segundo, conhecido como hertz (Hz).

• Para determinar a velocidade de deslocamento de uma onda, representamos o deslocamento pelo comprimento de onda ( $\lambda$ ) dividido pelo período ( $T$ ) ou pelo comprimento de onda multiplicado pela frequência ( $f$ ). Dessa forma, é possível relacionar a velocidade da onda tanto com o período quanto com a frequência.

• Ao utilizar o simulador sugerido na página, configure para a primeira simulação o pulso da onda com nenhum amortecimento, tensão alta e onda infinita. Assim, a onda gerada será similar à das imagens que foram trabalhadas. Depois, altere a amplitude e a frequência dela e incentive os alunos a fazer observações ao mudar as características das ondas e as extremidades. Caso questionem a respeito do amortecimento

da onda, diga-lhes que isso acontece devido às forças dissipativas e, em consequência disso, a amplitude da onda diminui com o deslocamento. Como a amplitude da onda está relacionada diretamente à energia, ocorre uma perda de energia. Essa abordagem propicia um momento de curiosidade com relação às características de uma onda por meios tecnológicos, trabalhando a **Competência geral 2** da BNCC.

- Ao abordar o texto sobre ondas do mar, pergunte aos alunos se já visitaram o mar e comentem como perceberam esse fenômeno. Deixe que discutam livremente, de modo que possam expor seus conhecimentos vividos empiricamente sobre o conteúdo em estudo para os outros colegas de sala.

- Ao discutir sobre os efeitos do *tsunami*, comente com os alunos que, embora muitos deles ocorram em alto-mar, em 26 de dezembro de 2004, na Indonésia, um *tsunami* atingiu o continente com velocidade aproximadamente 480 km/h e ficou mundialmente conhecido por vitimar 220 mil pessoas, entre mortos e desaparecidos. O filme *O impossível* (Espanha, 2012, 114 min), dirigido por Juan Antonio Bayona, narra a história real de uma família que sobreviveu ao *tsunami* da Indonésia. Caso julgue interessante, proponha que os alunos assistam a esse filme.

- Peça aos alunos que procurem em *sites* da internet reportagens que abordem *tsunamis* ocorridos no mundo.

- Ao abordar a classificação das ondas, use novamente a corda para demonstrar o movimento oscilatório da onda transversal.

- Comente com os alunos que as ondas do mar são mistas, pois apresentam oscilações transversais e longitudinais. Com isso, as moléculas de água realizam um movimento circular.

## Ondas do mar

Os fenômenos ondulatórios também podem ser observados na água. As ondas que vemos no mar são um exemplo disso.

Geralmente as ondas do mar são geradas em locais afastados da costa, pela ação dos ventos na superfície da água ou por tempestades em alto-mar, e podem se propagar até áreas próximas da costa. Elas são diferentes daquelas geradas em uma corda, pois têm cristas mais pontiagudas e vales, também chamados calhas, mais arredondados.

Além dos fenômenos citados anteriormente, os terremotos também podem gerar ondas no mar do tipo *tsunamis*, que são diferentes das ondas normais.

Os *tsunamis* têm comprimentos de onda maiores, entre 10 km e 500 km, períodos que variam de alguns minutos até meia hora e podem se propagar com velocidades de até 800 km/h (aproximadamente 222 m/s). As ondas do mar normais têm comprimentos de onda de até algumas centenas de metros e períodos de até 30 s.

Em alto-mar, um *tsunami* pode passar despercebido, mas ao se aproximar da costa sua velocidade diminui, variando de 5 m/s a 8 m/s, e seu comprimento de onda também diminui. Isso faz a amplitude da onda aumentar. Por isso, um *tsunami* pode atingir a costa com ondas de até 30 m de altura.



Ondas do mar em Maraú, BA, em 2021.

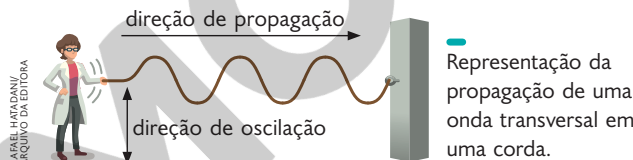
AFONSO FARIAS/ALAMY/FOTARENA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

## Ondas transversais e ondas longitudinais

As ondas podem ser classificadas em transversais ou longitudinais, dependendo de seu movimento oscilatório e da direção de sua propagação. Analise a imagem a seguir.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Representação da propagação de uma onda transversal em uma corda.

Fonte de pesquisa: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2. p. 119.

A pessoa realiza movimentos para cima e para baixo na extremidade livre da corda, gerando pulsos que se propagam ao longo da corda. Nesse caso, a oscilação da corda é na direção vertical, e a propagação ocorre na direção horizontal. Note que a direção da propagação da onda é perpendicular à direção de oscilação. Esse é um exemplo de **onda transversal**.



Agora, analise a imagem a seguir.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

RAFAEL HATADANI/  
ARQUIVO DA EDITORA



Representação da propagação de ondas sonoras, exemplo de ondas longitudinais.

Fonte de pesquisa: HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 378.

A onda sonora produzida pelo alto-falante se propaga no ar e oscila produzindo compressões e rarefações nesse meio. A propagação da onda sonora tem a mesma direção da vibração que a produz.

A onda que apresenta direção de oscilação paralela à direção de propagação é chamada **onda longitudinal**.

## Ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas

As ondas também podem ser classificadas e agrupadas de acordo com algumas características que têm em comum. Entre esses grupos, destacamos o das ondas mecânicas e o das ondas eletromagnéticas.

As **ondas mecânicas** se caracterizam por necessitar de um meio material, sólido, líquido ou gasoso, para se propagar. As ondas sonoras são exemplos de ondas mecânicas. Já as **ondas eletromagnéticas** não necessitam de meio material, podendo se propagar no vácuo. A luz e as ondas de rádio são exemplos desse tipo de onda.

### Ondas sonoras

Agora que você estudou características e propriedades gerais das ondas, vamos conhecer um pouco mais sobre as ondas sonoras. O som e os fenômenos relacionados a ele são estudados pelo ramo da Física chamado **Acústica**.

As ondas sonoras são classificadas como mecânicas e longitudinais. Por serem mecânicas, elas necessitam de um meio para se propagar, seja ele sólido, líquido ou gasoso. Na ausência de meio material, o som não se propaga.

**Questão 4.** Explique como a indígena da foto produz som com o tambor. Registre sua resposta no caderno.

**Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos expliquem que a indígena bate com as mãos na parte superior do tambor, composta por uma membrana esticada. O choque entre as mãos e essa porção do instrumento gera vibrações nessa estrutura, que se propagam, vibrando o ar existente dentro do corpo do tambor. 231



FABIO COLOMBINI

Indígenas da etnia Sateré Mawe tocando instrumentos musicais, no município de Manaus, AM., em 2014.

• Diga aos alunos que as ondas também podem ser classificadas quanto às direções em que se propagam. A onda na corda é unidimensional, ondas na água são bidimensionais, já a luz e o som são ondas tridimensionais.

• Ao abordar ondas mecânicas e eletromagnéticas, algumas dúvidas podem surgir. Leia a seguir uma dúvida recorrente.

> O som se propaga no espaço?

Depende. No espaço totalmente desprovido de matéria ou vácuo perfeito, o som não pode se propagar. No entanto, em regiões do espaço interplanetário ou intergaláctico em que não há vácuo perfeito, o som pode se propagar, fazendo as partículas de gás presentes nesse espaço vibrarem. Porém, esses sons não poderiam ser ouvidos por nossas orelhas, devido à baixa concentração de matéria, à frequência do som e à dissipação do som.

• Diga aos alunos que o termo perpendicular citado no texto revela que a direção da propagação da onda forma um ângulo de 90° com a direção da oscilação da onda.

• Aproveite a foto da criança indígena tocando um tambor e trabalhe com os alunos os temas contemporâneos transversais **Diversidade cultural** e **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras**. Comente com os alunos que os instrumentos indígenas são feitos com diferentes materiais, como madeira, bambu, argila, sementes, rochas, entre outros, e que os mais tradicionais são os de sopro e de percussão, que podem servir para a comunicação ou fins musicais. Trabalhe a cultura dos povos indígenas do Brasil mostrando aos alunos imagens de diferentes instrumentos musicais indígenas e chame a atenção deles para o respeito e a valorização de sua cultura, assim como sua contribuição para a cultura brasileira.

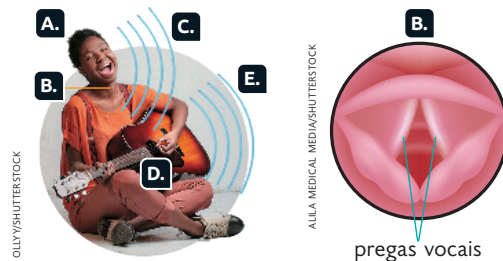
• Ao trabalhar a questão 4, questione os alunos sobre como os instrumentos musicais são classificados. Eles podem responder que existem instrumentos de cordas, de sopro e de percussão, por exemplo. Em seguida, comente que o tambor é um instrumento de percussão e peça a eles que descrevam como esse instrumento é tocado. Essa abordagem pode auxiliá-los a responder à questão.

- Conhecer o próprio corpo e como funcionam os sentidos permite que o aluno cuide de seu bem-estar, conforme orienta a **Competência específica de Ciências da Natureza 7** e a **Competência geral 8** da BNCC. Comente com os alunos que devemos cuidar da saúde vocal ingerindo água, evitando gritar, mantendo uma alimentação balanceada, entre outros cuidados. Também é importante cuidar da audição não escutando música ou televisão em volume muito alto, limitando o tempo de uso de fones de ouvido, limpando as orelhas de maneira correta, entre outros cuidados.

- Ao abordar o assunto desta página, comente com os alunos que todo som é gerado por objetos materiais em vibração. Apresente algumas fontes sonoras levando para a sala de aula instrumentos musicais de corda, de sopro ou de percussão, como um violão, uma flauta ou um tambor.

- Mostre de forma simplificada como os sons são produzidos pelos instrumentos; nos de corda, as ondas estacionárias são geradas em cordas esticadas; nos de sopro, elas são geradas em colunas de ar no interior do tubo oco desse instrumento; já os de percussão geram o som pela vibração natural dos objetos.

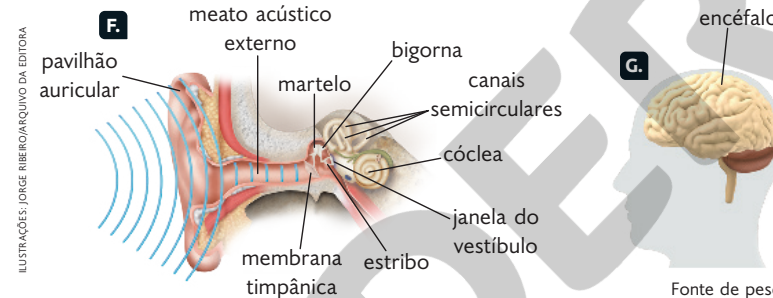
Podemos gerar ondas sonoras produzindo vibrações, por exemplo, quando falamos, cantamos ou tocamos um instrumento musical de cordas, de percussão ou de sopro. O som produzido por uma fonte sonora pode se propagar pelo ar e ser captado por nossas orelhas. Analise a seguir como ocorre a produção e a percepção dos sons nos seres humanos.



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Pessoa cantando e tocando violão, com representação das ondas sonoras produzidas pelas cordas vocais e pelas cordas do violão. Na imagem B, representação de parte da laringe com destaque para as cordas vocais humanas.

Ao cantar (A), o ar que sai dos pulmões da pessoa provoca vibrações em suas pregas vocais (B), produzindo ondas sonoras (C). Ao dedilhar o violão (D), a pessoa faz as cordas esticadas desse instrumento também vibrarem. Essas vibrações produzem regiões de baixa e de alta pressão no ar, propagando-se e formando as ondas sonoras (E).



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representações de estruturas relacionadas à percepção do som: orelha em corte (imagem F) e estruturas da porção central do sistema nervoso, em uma silhueta (imagem G).

Fonte de pesquisa: TORTORA, Gerard J. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. Tradução: Cláudia L. Zimmer, Régis Zimmer e Ane R. Bolner. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 274, 410.

Quando as ondas sonoras alcançam a orelha de uma pessoa (F), elas atingem o **pavilhão auricular** e passam ao **meato acústico externo**.

Em seguida, as ondas se propagam para a **membrana timpânica**, fazendo-a vibrar. Essa vibração é transferida para uma sequência de ossos: o **martelo**, a **bigorna** e o **estribo**. Como o martelo, a bigorna e o estribo estão interconectados, passam a vibrar com a mesma frequência da onda sonora.

Então, o estribo se movimenta para frente e para trás, vibrando a **janela do vestíbulo**. Desse modo, são produzidas vibrações no líquido interno presente na **cóclea**. Esses movimentos estimulam células sensoriais da cóclea, que geram impulsos nervosos que são transmitidos ao **encéfalo** (G). Nesse órgão, os impulsos nervosos são processados e interpretados.

232

### Atividade a mais

- Explore as ilustrações desta página e construa com os alunos um telefone com fio para que eles possam perceber a vibração provocada pelas cordas vocais e como tal vibração é transmitida em um meio material.
- Pergunte aos alunos se é possível escutar por um copo o que outra pessoa fala ao utilizar um telefone com fio. Apresente a eles um que já esteja montado.

- Para isso, você precisará de dois copos plásticos ou latas metálicas com um orifício no centro do fundo, barbante e um palito de sorvete. Passe o barbante pelo orifício de cada um dos copos e amarre a ponta que deve ficar para o lado de dentro em um pedaço do palito de sorvete, para fixá-lo.
- Peça aos alunos que testem diferentes distâncias até a distância máxima que o barbante permitir.

- É importante que eles percebam que a vibração provocada pelas cordas vocais no ar é transmitida para o fundo do copo, fazendo o barbante vibrar. Essa vibração é transmitida pelo barbante de uma extremidade a outra, fazendo vibrar o outro copo e o ar em seu interior, de forma que o outro aluno escute o som.

## Propriedades das ondas sonoras

Quando ouvimos os sons que vários instrumentos musicais emitem, como durante uma apresentação de orquestra, percebemos que eles não são iguais. O som emitido por um contrabaixo acústico, por exemplo, é mais grave do que o produzido por um violino. Isso ocorre porque esses sons apresentam diferentes propriedades.

As diferentes propriedades das ondas sonoras nos permitem identificar diferentes tipos de sons. Entre essas propriedades, podemos destacar a sua frequência e a sua intensidade.

Os termos “grave” e “agudo” estão relacionados à frequência das ondas sonoras. Os sons graves, chamados **baixos**, apresentam frequências menores que os sons agudos, chamados **altos**.

O sistema auditivo do ser humano nos permite perceber sons numa faixa de frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz. Sons emitidos fora dessa faixa de frequência não são percebidos pelo ser humano por meio da audição. Alguns animais têm faixa de audição diferente da dos seres humanos. Os cachorros, por exemplo, são capazes de ouvir sons com frequência de até 420 000 Hz.

Uma onda sonora com frequência abaixo do limite inferior da faixa da audição humana (20 Hz) é chamada **infrassom**. Já uma onda sonora emitida com frequência acima do limite superior da audição humana (20 000 Hz) é chamada **ultrassom**.

### A cuíca

A cultura brasileira tem diversas influências africanas. Isso porque, ao chegar ao Brasil, os imigrantes africanos trouxeram consigo seus costumes, culinária, dança e música.

O samba é um exemplo de gênero musical que tem origem africana e que utiliza instrumentos que também têm raízes na África, mas que foram modificados e incorporados a outros estilos musicais.

A cuíca, por exemplo, é um instrumento comum no samba e parecido com um tambor, com uma haste de madeira presa no centro da membrana, pelo seu interior. Para tocar, é necessário atritar um tecido molhado na haste de madeira e pressionar a membrana pela parte externa. Variando a pressão na membrana, é possível criar sons graves e agudos.



FERNANDO FAVRETTI/CIAR. IMAGEM

Músico tocando uma cuíca.



Orquestra.

Imagens não proporcionais entre si.

IGOR BULGARIN/SHUTTERSTOCK

- Recorde o conceito de frequência de uma onda antes das definições de sons graves e agudos.
- Relacione estes conteúdos à mudança na tonalidade de voz nos meninos, que fica mais grave durante a puberdade. Na adolescência, devido ao aumento da produção hormonal, algumas transformações são desencadeadas. Uma delas é o crescimento da cartilagem da laringe, onde estão os músculos vocais que compõem a prega vocal. A passagem do ar que sai dos pulmões causa a vibração dessa prega vocal, produzindo a voz grave.
- Enfatize que a altura do som está relacionada com a sua própria frequência. A definição de som alto refere-se à alta frequência do som ou a sons agudos. Som baixo refere-se a som de baixa frequência ou grave.
- Retome a relação inversamente proporcional entre a frequência e o comprimento de onda, no qual o som grave possui comprimento de onda maior e o som agudo menor.
- O assunto sobre a cuíca permite um trabalho integrado com os componentes curriculares de **Arte** e de **História**, a abordagem da **Competência específica de Ciências da Natureza 1** e a **Competência geral 3** da BNCC, pois incentiva a valorização de manifestações artísticas e culturais diversificadas. Articule uma pesquisa sobre outros elementos culturais, como instrumentos, vestimentas e alimentos que temos hoje, que foram trazidos da África e incorporados ao nosso cotidiano. Pode-se realizar uma exposição na escola sobre esse assunto.



- A imagem apresentada no início desta página e as questões 5 e 6 têm como objetivo que os alunos identifiquem um equipamento utilizado na proteção das orelhas contra ruídos muito intensos. Procure questionar os alunos sobre o fato de eles cuidarem da saúde das orelhas quando estão expostos a ruídos intensos, promovendo as **Competências específicas de Ciências da Natureza 7 e 8** e a **Competência geral 8** da BNCC.

- O volume do som está relacionado com a intensidade do som e com a amplitude da onda. Nesse caso, classificamos os sons como fraco (menos intenso) e forte (mais intenso).

- Comente sobre os cuidados com a autoexposição a sons muito intensos. Portanto, explique aos alunos que o uso de fones de ouvido com volume em nível alto pode comprometer a audição.

### Resposta

5. Espera-se que os alunos respondam que o trabalhador está utilizando um protetor auricular. Eles podem comentar que a principal função do protetor auricular é reduzir a intensidade do som recebido de uma fonte sonora, nesse caso a britadeira, evitando danos à audição da pessoa que o utiliza.

Analise a foto a seguir.



**Questão 5.** O que o trabalhador mostrado na foto está utilizando em suas orelhas? Qual é a principal função desse equipamento? *Questão 5. Resposta nas orientações ao professor.*

**Questão 6.** Cite outras situações em que o uso do equipamento citado na questão anterior se faz necessário. *Questão 6. Resposta: Os alunos podem citar outras situações com ruídos intensos, como os trabalhadores de pista em aeroportos e os operadores em certas linhas de produção.*

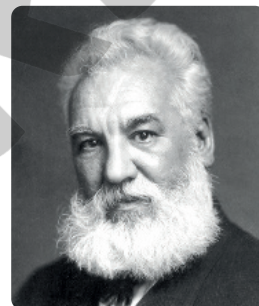
Operário cortando uma chapa de metal.

Você provavelmente já ouviu ou falou expressões como “aumentar o som” ou “aumentar o volume”. Expressões como essas se referem a uma importante grandeza física, chamada **intensidade sonora**. Essa grandeza mede a potência de uma onda sonora que atravessa determinada área e está relacionada à amplitude das ondas emitidas.

Os seres humanos têm capacidade de perceber sons em uma ampla faixa de intensidade sonora, que, na prática, medimos com uma grandeza conhecida como **nível sonoro**. Essa grandeza é uma relação entre a intensidade da fonte sonora e a intensidade mínima que o ser humano consegue perceber.

A unidade de medida de nível sonoro mais utilizada é o decibel (dB), em homenagem ao inventor escocês Alexander Graham Bell (1847-1922), um dos desenvolvedores do telefone.

Leia, a seguir, as informações de um quadro que apresenta o nível sonoro médio produzido em algumas situações.



Retrato de Alexander Graham Bell.

Fonte de ondas sonoras	Nível sonoro
Sussurro	30 dB
Conversa normal	60 dB
Rua movimentada	70 dB
Liquidificador em funcionamento	90 dB
Concerto de <i>rock</i> ; sirene de ambulância	110 dB
Decolagem de avião a jato	150 dB

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 31.

### Atividade a mais

- Ao interpretar com os alunos o quadro sobre o nível sonoro médio produzido em algumas situações, caso julgue necessário, utilize um aplicativo de celular para medir a intensidade sonora, isto é, o decibelímetro. Enfatize para eles que a medida será apenas

uma estimativa, pois não é um aparelho específico e calibrado. Peça-lhes que atemem aos sons que podem ser ouvidos no momento, desde o sussurro de um colega até os ruídos que vêm da rua em que a escola se situa. Se for preciso, oriente-os a anotar no caderno

ou em uma folha de papel avulsa os sons que estão ouvindo. Os alunos podem anotar os valores dos decibéis averiguados e estimar o nível sonoro ao qual estão expostos.

Ficar exposto por tempo prolongado a intensidades sonoras elevadas pode provocar problemas de saúde, como estresse, danos ao aparelho auditivo, dores de cabeça, irritação e até mesmo surdez parcial ou total.

Dessa forma, pessoas que trabalham em ambientes com ruídos excessivos devem utilizar protetores auriculares, como o trabalhador mostrado na foto da página anterior. O protetor auricular tem a função de reduzir a intensidade sonora das ondas que chegam até as orelhas e, conseqüentemente, o nível sonoro. Leia no quadro ao lado algumas faixas de nível sonoro e o tempo máximo que se pode ficar exposto a elas diariamente, sem causar danos à saúde.

Nível sonoro de ruído	Tempo máximo de exposição diária
85 dB	8 h
90 dB	4 h
92 dB	3 h
100 dB	1 h
104 dB	35 min
110 dB	15 min
115 dB	7 min

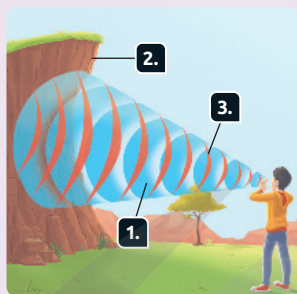
Fonte de pesquisa: BRASIL. Ministério da Saúde. *Perda auditiva induzida por ruído (Pair)*. Brasília, DF, 2006. Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo\\_perda\\_auditiva.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf). Acesso em: 8 abr. 2022.

**Questão a. Resposta pessoal. Os alunos poderão responder que esse local apresenta grandes dimensões, com paredes onde há reflexão das ondas sonoras e, geralmente, poucos objetos.**

## Eco

**a)** Você já esteve em um local onde ocorreu eco? Quais eram as características desse local?

Em geral, as ondas mecânicas têm a propriedade de serem refletidas quando encontram um obstáculo. Quando gritamos em uma sala grande e sem objetos, por exemplo, geralmente percebemos que ocorre uma intensificação do som emitido. Dependendo da distância do obstáculo, como uma parede, ouvimos novamente o som que emitimos após um pequeno intervalo de tempo. Essa situação caracteriza o eco. Analise a seguir como ocorre esse fenômeno.



Representação de como ocorre o eco.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 26.

As ondas sonoras emitidas (1) pela pessoa se propagam até um obstáculo no ambiente (2).

Ao atingir o obstáculo, elas são refletidas (3), retornando às orelhas da pessoa.

Como o ambiente tem grandes dimensões e a velocidade do som no ar é de aproximadamente 340 m/s, o trajeto percorrido pela onda sonora emitida e depois pela sua reflexão é relativamente grande. Com isso, a reflexão do som emitido pela pessoa retorna às orelhas dela após um intervalo de tempo, permitindo que ela possa ouvi-lo novamente.

O **eco** pode ser definido, então, como o som refletido que retorna às orelhas humanas em um intervalo de tempo em que seja possível distinguir o som emitido do som refletido.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

• Chame a atenção dos alunos para cada nível sonoro e o tempo de exposição máxima presentes no quadro do início desta página. Essa abordagem tem como objetivo que os alunos cuidem da saúde das orelhas, evitando perda de audição temporária e mesmo permanente. Destaque o fato de termos atitudes que cuidam da saúde pessoal e coletiva, promovendo as **Competências específicas de Ciências da Natureza 7 e 8** e a **Competência geral 8** da BNCC.

• Ao abordar a questão a do boxe complementar sobre o **Eco**, incentive os alunos a compartilhar suas experiências. Eles devem verificar que percebemos o eco quando estamos em um local amplo, com um grande obstáculo que pode refletir o som, ou quando estamos em ambientes menores e vazios.

• Ao abordar o assunto sobre eco, diga que a reflexão do som pode ser percebida das formas mostradas a seguir.

### > Reforço

Quando o obstáculo que reflete o som está muito próximo, não conseguimos distinguir o som direto (emitido) do som refletido, por isso temos a sensação de ouvir um som mais forte. Isso ocorre quando conversamos em um cômodo pequeno ou quando cantamos no banheiro, por exemplo.

### > Reverberação

Se o obstáculo estiver a uma distância em que o som direto (emitido) e o som refletido cheguem à nossa orelha com um intervalo de tempo de aproximadamente 0,1 s entre eles, ocorre a reverberação. Nesse caso, temos a sensação de que o som é prolongado.

## > Eco

Se o intervalo de tempo entre a percepção dos sons direto (emitido) e refletido for maior que 0,1 s, ocorre o eco. Nesse caso, conseguimos diferenciar o som emitido do som refletido e escutamos a sua repetição.

• Utilize a foto que apresenta uma ultrassonografia e explique aos alunos que as ondas ultrassônicas são utilizadas pelos médicos nessa técnica não invasiva para visualizar o interior do corpo. Quando o som de alta frequência penetra no corpo, ele é refletido de forma mais intensa pelo exterior dos órgãos do que pelo seu interior, formando a imagem do seu contorno.

• O ultrassom também é utilizado no sonar, que emite pulsos de ultrassom que são refletidos pelas estruturas submersas. Navios e submarinos interpretam e utilizam essas informações para desviar e também localizar corpos.

• É possível identificar um vazamento de água em residências por meio de ultrassom. A vantagem desse método está em não precisar quebrar paredes para localizar o vazamento e consertá-lo.

• Os conceitos abordados nesta página permitem ampliar a discussão sobre o avanço tecnológico na medicina diagnóstica, contemplando a habilidade **EF09CI07** da BNCC.

### Um texto a mais

• Sobre as ondas de ultrassom, leia o texto a seguir, que explora a utilização do ultrassom por alguns animais.

[...]

O ultrassom é usado na medicina para a produção de imagens de órgãos internos de corpos humanos e de bebês no útero, e, na indústria, para a detecção de falhas em peças metálicas. A técnica de eco ultrassônico pode ser relativamente nova para seres humanos, mas não para morcegos e golfinhos. É bem sabido que os morcegos emitem guinchos ultrassônicos e localizam os objetos pelos ecos que eles produzem. Os golfinhos fazem mais do que isso. Embora o som seja um sentido passivo para nós, ele é um sentido ativo para golfinhos, que emitem sons e depois percebem como é a vizinhança com base nos ecos que ela produz. A capacidade de detectar sons ultrassônicos possibilita que um golfinho “veja” através

## Ultrassom

Como estudamos anteriormente, os sons que têm frequência acima dos 20 000 Hz são chamados ultrassons. Apesar de não conseguirmos perceber esses sons por meio da audição, podemos utilizá-los em diversas áreas, como na Medicina e na indústria.

Na Medicina, o ultrassom é utilizado em um método conhecido como **ultrassonografia**, que permite obter imagens de partes internas do corpo humano de forma não invasiva. Por isso a ultrassonografia é muito utilizada no acompanhamento do embrião ou feto no período da gestação.

O equipamento utilizado na ultrassonografia emite pulsos de ultrassom, que penetram no corpo. Esses pulsos incidem nas estruturas internas e nos órgãos e são refletidos de diferentes maneiras, dependendo da estrutura ou órgão em que incidem. As ondas refletidas são interpretadas por um computador, que gera a imagem da estrutura ou órgão do corpo de acordo com o tempo em que as ondas sonoras demoram para ser refletidas. Alguns aparelhos conseguem gerar imagens do feto em três dimensões (3D).

Por meio da análise das imagens obtidas na ultrassonografia, o médico pode verificar a existência de alterações nas estruturas e órgãos analisados, por exemplo.

O ultrassom também pode ser utilizado na indústria. Nesse caso, ele possibilita, por exemplo, identificar defeitos em máquinas, rachaduras, espaçamento entre peças, verificar a qualidade de soldas e emendas, além de avaliar a corrosão e o desgaste de peças. O acesso a esses tipos de informações possibilita controlar a qualidade dos materiais e prevenir acidentes resultantes de defeitos em peças e em máquinas, por exemplo.

236

dos corpos de outros animais e de pessoas. A pele, os músculos e a gordura são quase transparentes para os golfinhos, de modo que eles enxergam apenas um contorno do corpo – embora ossos, dentes e cavidades cheias de gás sejam totalmente aparentes. [...]

HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 381.

Imagens não proporcionais entre si.



Imagem de feto em três dimensões (3D), obtida por meio de uma ultrassonografia.



Trabalhador utilizando ultrassom em uma placa de metal para identificar possíveis imperfeições.

WHITE THE ROCK PHOTO/SHUTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

GAJOK FILM/SHUTTERSTOCK



## O tema é ...

Educação em direitos humanos

### A deficiência auditiva e a música

A música, bem como a dança e outras formas de arte, geralmente está associada a momentos de entretenimento, lazer e descontração.

**a)** Qual é sua música preferida? Qual é o ritmo dela? O que você sente ao escutá-la? **Questão a. Resposta e instruções nas orientações ao professor.**

Quando ouvimos uma canção, estamos captando vibrações que se deslocam pelo ar e chegam às nossas orelhas. No entanto, nem todas as pessoas podem vivenciar essa experiência por meio da audição. Isso porque elas têm deficiências auditivas que as impede de detectar sons do ambiente por meio das orelhas.

Para pessoas com deficiência no sistema auditivo, há trabalhos de socialização desenvolvidos por meio da musicalidade em várias escolas e associações do Brasil. Essas atividades têm por objetivo incluir a pessoa com deficiência auditiva no ambiente artístico de forma a respeitar a diversidade e mostrar que a música pode ser apreciada de diversas maneiras.

Você sabia que pessoas com deficiência auditiva são capazes de aprender a tocar diferentes instrumentos musicais? A banda Música do Silêncio, da cidade de São Paulo, por exemplo, é formada por pessoas com deficiência auditiva. Nessa banda, as pessoas com deficiência auditiva são responsáveis pelos tambores e dificilmente erram o ritmo da música.



Representação da banda em que pessoas com deficiência auditiva tocam tambores.

237

### Objetivos

- Conhecer como pessoas com deficiência auditiva podem interagir com sons e aprender a tocar instrumentos musicais.

- Reconhecer a importância da inclusão de pessoas com deficiências em todos os âmbitos da sociedade.

- Esta seção possibilita o trabalho do tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos**. Comente com os alunos que todos têm o direito ao lazer, ao acesso à cultura e a desfrutar das artes, por isso as iniciativas de inclusão devem ser valorizadas.

- O assunto abordado permite que o aluno adquira informações e construa uma consciência que valorize a diversidade e o respeito aos indivíduos, verificando as potencialidades de cada um, de acordo com a **Competência geral 9** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 5** da BNCC. Dessa forma, é possível diminuir o preconceito e a discriminação.

- A seção permite aproximar os conteúdos estudados com a realidade dos alunos ao conhecer como pessoas com deficiência auditiva podem se relacionar com a música, além de trabalhar a importância da inclusão social e o respeito às diferenças.

- Ao promover práticas que contribuam para a inclusão social, é importante que os alunos compreendam que tal objetivo é o de assegurar um espaço cultural que respeita a diversidade, sem uma conotação moralizante, transmitindo uma mensagem de superação de limites.

- Se achar necessário, lembre com os alunos os conceitos de ondas sonoras falando sobre a vibração do meio provocada pela passagem das ondas.

- Comente que as ondas sonoras, normalmente, estimulam nossas orelhas, mas também podem ser sentidas por outras partes do corpo, como a pele, por meio da vibração.

- Pergunte aos alunos se já sentiram vibrações provocadas pelas ondas sonoras em outras partes do corpo, como quando estamos próximo a uma caixa de som, a qual emite um som grave e nos faz sentir a vibração no peito. Assim, eles podem perceber como pessoas com deficiência auditiva sentem o mundo por meio das vibrações.

### Resposta

**Questão a.** Resposta pessoal. Desperte o interesse dos alunos pelo assunto incentivando a participação deles. Faça uma lista na lousa com o nome das músicas e, se possível, escutem algumas delas em sala de aula. Para isso, providencie previamente os equipamentos necessários.

## Metodologias ativas

Ao trabalhar com as questões desta página, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **think-pair-share**. Para isso, obtenha mais informações no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Proporcione aos alunos um momento para que reflitam sobre o texto individualmente. Na sequência, peça-lhes que compartilhem suas conclusões com o colega do lado. Por fim, as duplas devem conversar com o restante da turma. Fique atento ao que eles estão falando e, se necessário, interfira. Enfatize a importância do respeito às opiniões dos colegas e da empatia com as pessoas com deficiência.

## Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. Incentive os alunos a explorar e a compartilhar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Caso haja algum aluno com deficiência auditiva em sala de aula, e se ele se sentir à vontade, peça-lhe que relate a sua relação com a música com base em suas experiências.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Essa questão visa incentivar a reflexão e o posicionamento diante dos alunos quanto a importância da inclusão. Incentive os alunos a se manifestarem sempre com base na reflexão coerente e com respeito à diversidade de opiniões.

**Questão 3.** Resposta pessoal. Esta atividade leva os alunos a conhecer mais sobre as ferramentas de acessibilidade que auxiliam a comunicação das pessoas com deficiência auditiva, assim como a refletir sobre a importância da inclusão. Organize uma exposição dos cartazes produzidos pelos alunos em um local da escola, para que os demais alunos e profissionais da instituição possam ter acesso às informações.

Quando uma pessoa toca um instrumento musical, provoca nele uma vibração que, por sua vez, faz o ar próximo ao instrumento vibrar com a mesma frequência. Essa vibração se propaga no ar em forma de ondas sonoras.

As vibrações produzidas pelos instrumentos musicais chegam a diferentes órgãos do corpo humano, como a pele, que vibra, resultado da interação que ela tem com a onda sonora incidente. As pessoas com deficiência auditiva têm maior sensibilidade na percepção dos sons por meio da pele. Essa habilidade as auxilia a perceber determinadas informações sonoras do ambiente.

Devido à interação das ondas sonoras produzidas pelos instrumentos com a pele, a pessoa com deficiência auditiva identifica o ritmo, por exemplo, o que lhe possibilita dançar e tocar instrumentos musicais. As vibrações de alguns instrumentos musicais, como os apresentados a seguir, são mais facilmente identificadas pela pele.

Imagens não proporcionais entre si.



Triângulo.



Chocalho.



Pandeiro.



Bateria.



Surdo.



Tambor.

Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

**Questões 1 a 3. Respostas e instruções nas orientações ao professor.**

- 1.** Converse com os colegas e compartilhem suas impressões sobre o assunto tratado nesta seção.
- 2.** Você considera importante que as pessoas com deficiência auditiva, ou com qualquer outra deficiência, desenvolvam atividades com outros indivíduos sem essa mesma característica? Converse com os colegas sobre esse assunto.
- 3.** Junte-se a três colegas para pesquisar sobre práticas que contribuem para a inclusão de pessoas com deficiência auditiva em nossa sociedade. Com essas informações, elaborem cartazes apresentando as estratégias dessas iniciativas e a sua importância. Incluam também o alfabeto da Língua Brasileira de Sinais (Libras). Com ele, você e seus colegas da turma podem treinar como compor o nome de cada um de vocês.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

3. a) Resposta: Espera-se que os alunos anotem no caderno situações como exposição prolongada a música alta e outros sons recreativos, uso inseguro de dispositivos de áudio pessoais (fones de orelha) e exposição a níveis sonoros prejudiciais em diferentes locais, como boates, bares, *shows* e eventos esportivos.

1. Explique o que é onda e cite exemplos de ondas presentes no seu dia a dia.  
1. Resposta nas orientações ao professor.
2. Em filmes de ficção científica que têm o espaço como cenário, é comum serem apresentados os sons provenientes de explosões. Seria possível que o som dessas explosões fosse ouvido no espaço? Justifique sua resposta.



Representação de explosão de nave espacial, como as comumente retratadas em filmes de ficção.

2. Resposta nas orientações ao professor.
3. Leia o trecho da reportagem a seguir.

### OMS lança novo padrão para combater a crescente ameaça de perda auditiva

Mais de 1 bilhão de pessoas com idade entre 12 e 35 anos correm o risco de perder a audição devido à exposição prolongada e excessiva a música alta e outros sons recreativos. Isso pode ter consequências devastadoras para sua saúde física e mental, educação e perspectivas de emprego.

[...]

“Milhões de adolescentes e jovens correm o risco de perda auditiva devido ao uso inseguro de dispositivos de áudio pessoais e exposição a níveis sonoros prejudiciais em locais como boates, bares, *shows* e eventos esportivos”, afirmou Bente Mikkelsen, diretora do Departamento de Doenças Não Transmissíveis da OMS. [...]

OMS lança novo padrão para combater a crescente ameaça de perda auditiva. *Organização Pan-Americana da Saúde*, 2 mar. 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/2-3-2022-oms-lanca-novo-padroo-para-combater-crescente-ameaca-perda-auditiva>. Acesso em: 9 mar. 2022.

- a) Anote no caderno as situações citadas no trecho de reportagem que podem gerar perda auditiva.
  - b) Quais são as propriedades do som relacionadas às situações citadas no item a?
3. b) Resposta: Espera-se que os alunos respondam que são a intensidade sonora e o nível sonoro.
4. O intervalo de tempo mínimo necessário para que consigamos distinguir dois sons de mesma frequência é de aproximadamente 0,1 s. Com base nesse dado, calcule a distância mínima que uma onda sonora deve se deslocar antes de retornar à pessoa que a emitiu. Considere:  $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$ .

4. Resposta: A distância mínima que uma onda sonora deve se deslocar, antes de retornar à pessoa que a emitiu, é de 34 m. Resolução nas orientações ao professor.

239

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à atividade 1, peça que retomem as páginas sobre as propriedades e características das ondas. É importante que eles percebam que as ondas transportam energia de um ponto a outro.

• Na atividade 2, lembre os alunos de que o som é uma onda mecânica, portanto necessita de um meio material para se propagar. Questione se, no espaço, há um meio material capaz de fazer com que o som se propague por grandes distâncias. Eles devem concluir que não.

• Aproveite a atividade 3 para trabalhar o tema contemporâneo transversal **Saúde** e à **Competência específica de Ciências da Natureza 7** chamando a atenção dos alunos para os cuidados que devemos ter com a audição e a saúde das orelhas, pois suas estruturas são sensíveis. Comente que os ruídos podem gerar perda temporária da capacidade auditiva ou causar uma alteração permanente no limiar da audição. Esse problema é comum em indivíduos que se expõem continuamente a ruídos de aproximadamente 85 dB por várias horas diárias.

• Ao trabalhar a atividade 4, diga aos alunos que seu resultado mostra a distância total que o som deve percorrer para que possamos ouvir um eco. Considerando uma pessoa em frente a um obstáculo no qual o som se refletirá, a distância entre a pessoa e o obstáculo deve ser de no mínimo 17 m para retornar até a pessoa, o que no total nos dá uma distância percorrida pelo som de 34 m.

## Respostas

1. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que uma onda corresponde a um movimento oscilatório, uma sequência de pulsos na qual ocorre a transferência de energia de um lugar para outro sem que haja transporte de matéria. Como exemplo eles podem citar a propagação de ondas luminosas, ondas de rádio, ondas sonoras provenientes de um instrumento musical, entre outras.
2. Os alunos podem responder que não é possível ouvir o som dessas explosões, pois se trata de uma onda mecânica, a qual precisa de um meio material para se propagar e ser ouvida, o que não ocorre no

vácuo, que caracteriza a maior parte do espaço.

4.

Dados:  $\Delta t = 0,1 \text{ s}$  e  $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$

Resolução:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = v \cdot \Delta t$$

Substituindo a velocidade ( $v$ ) pela velocidade do som ( $v_{\text{som}}$ ):

$$\Delta s = v_{\text{som}} \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 340 \cdot 0,1 = 34 \therefore \Delta s = 34 \text{ m}$$



## Sugestão de avaliação

A atividade 5 permite avaliar a aprendizagem dos alunos com relação às características e às propriedades das ondas. Questione-os sobre quais pontos equivalem às cristas e quais equivalem aos vales. Pergunte também como eles poderiam determinar o comprimento de onda e a amplitude dessa onda. Eles devem perceber que a amplitude da onda mede 2 cm e que pode ser determinada pela distância entre o eixo de propagação da onda e uma crista ou vale. Eles também devem citar que o comprimento de onda vale 12 cm. Caso tenham dificuldades, desenhe a onda na lousa e identifique as cristas, os vales, a amplitude e as formas de encontrar o comprimento dela.

- Ao trabalhar a atividade 6, verifique se os alunos lembram que a frequência em hertz é dada considerando a quantidade de ciclos por segundo e, portanto, devem converter os minutos em segundos.
- Já na atividade 7, auxilie os alunos na pesquisa, enfatizando a importância de utilizar fontes confiáveis. Caso tenham dificuldade em compreender o fenômeno, reproduza para eles vídeos de demonstração do tubo de Rubens e do tubo de Kundt.

## Respostas

5. De acordo com o enunciado e o gráfico:

Dados:

$$\lambda = 12 \text{ divisões} \Rightarrow \lambda = 12 \text{ cm e } v = 3 \text{ cm/s}$$

Resolução:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 = 12 \cdot f \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{3}{12} = 0,25 \therefore f = 0,25 \text{ Hz}$$

Portanto, a alternativa **b** é a correta.

6. Cálculo da frequência:

De acordo com o enunciado, o valor médio da frequência cardíaca é 170 bpm.

Dados:

$$f = 170 \text{ bpm}$$

Resolução:

Convertendo o valor da frequência para batimentos por segundo, temos:

$$f = \frac{170 \text{ batimentos}}{1 \text{ min}} = \frac{170 \text{ batimentos}}{60 \text{ s}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f \approx 2,83 \text{ batimentos por segundo} \therefore f \approx 2,83 \text{ Hz}$$

Cálculo do período:

Dados:

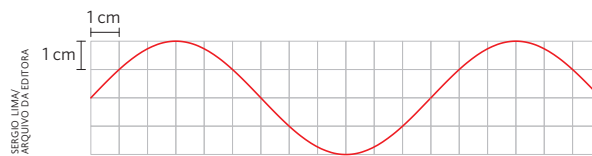
$$f \approx 2,83 \text{ Hz}; T = ?$$

Resolução:

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2,83} \Rightarrow T \approx 0,35 \therefore T \approx 0,35 \text{ s}$$

7. Espera-se que os alunos respondam que as chamas são maiores nas regiões onde o gás oxigênio é mais abundante e menor nas regiões onde o gás oxigênio é mais rarefeito. Isso acontece por causa da propagação do som no interior do tubo pelo alto-falante, criando regiões de compressão e rarefação do ar.

5. A imagem a seguir representa a forma de uma onda que se propaga em uma corda, em determinado instante.



Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 5.

Representação de uma onda se propagando em uma corda em determinado instante.

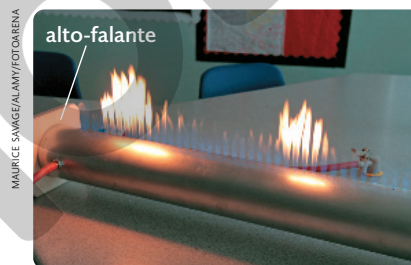
Considerando que a velocidade dessa onda é de 3 cm/s, identifique a alternativa que apresenta corretamente os valores do comprimento de onda e da frequência da onda, respectivamente.

- a) 18 cm e 0,25 Hz      b) 12 cm e 0,25 Hz      c) 12 cm e 4 Hz  
d) 18 cm e 4 Hz      e) 0,25 cm e 12 Hz

5. Resposta: Alternativa **b**.  
Resolução nas orientações ao professor.

6. A frequência cardíaca de uma pessoa saudável em repouso varia entre 60 e 90 batimentos por minuto (bpm) e pode aumentar rapidamente com sinais de perigo, por exemplo. Um caso extremo desse fenômeno pode ser percebido na frequência cardíaca de corredores de Fórmula 1, que atinge um valor médio de 170 bpm ao longo da corrida, alcançando, muitas vezes, valores superiores a 200 bpm. Determine os valores aproximados da frequência (em hertz) e do período (em segundos) do batimento cardíaco médio dos corredores de Fórmula 1 ao longo da corrida.

7. O tubo de Rubens é um dispositivo formado por um tubo perfurado acoplado a um alto-falante em uma extremidade e fechado na outra. No interior desse tubo, é liberado gás de cozinha, de modo que as labaredas queimam homogeneamente enquanto o alto-falante permanece desligado. No entanto, quando o alto-falante é ligado, vê-se o surgimento de padrões, como o mostrado na foto a seguir.



6. Resposta: A frequência do batimento cardíaco é de, aproximadamente, 2,83 Hz, e seu período, é de, aproximadamente, 0,35 s. Resolução nas orientações ao professor.

Tubo de Rubens enquanto é reproduzido um som por meio de um alto-falante.

a) Faça uma pesquisa e explique o que faz as chamas serem mais intensas em alguns pontos do tubo. 7. a) Resposta nas orientações ao professor.

## Ondas eletromagnéticas

Atualmente, temos diversos aparelhos eletrônicos recebendo e transmitindo informações por conexões *wi-fi*, por sinais de satélites, entre outras formas de troca de dados. Nesse contexto, você já se perguntou como as informações chegam até os aparelhos de celulares, televisores e rádio? Se você pesquisar sobre esse assunto, encontrará informações sobre as ondas eletromagnéticas.

Como você já estudou, diferentemente das ondas sonoras, as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagar. Todas as ondas eletromagnéticas podem se propagar pelo vácuo com velocidade constante de 300 000 000 m/s, que é a velocidade da luz.

Questão a. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é verificar se os alunos compreendem os efeitos da diferença entre as velocidades de propagação da luz e do som. Eles podem citar que esse fenômeno ocorre porque a luz é mais rápida que o som.

### Velocidade do som e da luz

a) Você já percebeu que, algumas vezes, vemos um raio ou um relâmpago e só depois escutamos o trovão? Você sabe por que isso acontece?

O som é uma onda mecânica que só se propaga em meios materiais. Além disso, sua velocidade depende do meio pelo qual ele se propaga. No ar, o som tem velocidade de aproximadamente 340 m/s. Já na água, ele se propaga com velocidade aproximada de 1500 m/s.

Apesar de a velocidade da luz variar de acordo com o meio pelo qual ela se propaga, as velocidades de propagação da luz no ar e no vácuo são bastante próximas. Por isso, considera-se o valor de 300 000 000 m/s para ambos os meios de propagação.

A diferença entre as velocidades de propagação da luz e do som no ar é responsável por alguns fenômenos, como quando vemos um relâmpago e só depois de algum tempo escutamos o trovão.

Como a luz tem velocidade muito maior que o som, a luminosidade do relâmpago chega aos nossos olhos mais rapidamente do que o som do trovão.

Relâmpagos no céu na cidade de Belo Horizonte, MG, em 2020.



A diferença de tempo entre ver um fenômeno e, depois, escutá-lo, também é percebida em queimas de fogos de artifício.

241

• Ao abordar o conteúdo **Ondas eletromagnéticas**, faça com os alunos um levantamento de seus conhecimentos prévios e solicite a eles mais exemplos desse tipo de onda. Anote na lousa suas contribuições.

### Metodologias ativas

Se julgar conveniente, utilize com a turma a metodologia ativa **sala de aula invertida** para iniciar o tópico **Ondas eletromagnéticas**. Para isso, confira as informações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que pesquem a respeito da natureza das ondas eletromagnéticas, do espectro eletromagnético e das aplicações dessas ondas no cotidiano em áreas como Saúde, Tecnologia e Medicina. Eles podem abordar os impactos sociais do uso das ondas eletromagnéticas. Esta atividade pode ser realizada em grupos, promovendo a **cooperação** na pesquisa e na construção do conhecimento. Atue mediando a apresentação do resultado das pesquisas, complementando as informações divulgadas por eles e esclarecendo as dúvidas que surgirem.

• Ao trabalhar a velocidade da luz e a do som, comente com a turma que é possível estimar a distância entre uma pessoa e um raio que caiu. Por exemplo, a luz produzida por um raio chega aos nossos olhos quase instantaneamente. A partir do momento em que foi visto o relâmpago, basta começar a contar o tempo até o instante em que é ouvido o trovão. Como a cada 1 s o som viaja cerca de 340 m, podemos aproximar esse cálculo e considerar que a cada 3 s o som se desloca por 1 km. Assim, para obtermos a distância aproximada do local da queda do raio em qui-

lômetros, dividimos por 3 o tempo contado em segundos. Portanto, em uma situação na qual o som do trovão demora 6 s para ser ouvido, podemos concluir que o raio caiu a uma distância de aproximadamente  $2 \text{ km} \left( \frac{6}{3} \right)$ .

### Algo a mais

• No livro *O circo voador da física*, são apresentadas algumas explicações a respeito dos raios, por exemplo, como ocorrem as descargas elétricas e qual é a razão da emissão de luz e de som. Caso considere conveniente, apresente aos alunos essas explicações.

WALKER, Jearl. *O circo voador da física*. Tradução: Claudio Coutinho de Biasi. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

- Comente com os alunos que, apesar da divisão utilizada para classificar as ondas eletromagnéticas, não há um limite definido entre as ondas do espectro. Por isso, utilizam-se faixas de frequência e comprimento de onda para definir as ondas.

- O conteúdo desta página permite aos alunos conhecer elementos para classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências e discutir a utilização delas em diversas áreas, desenvolvendo a habilidade **EF09CI06** da BNCC.

- Os alunos devem compreender que a luz é uma onda eletromagnética e que a luz visível aos nossos olhos corresponde a uma pequena faixa do amplo espectro eletromagnético.

- Comente com os alunos que o fim do século XIX foi um período de grandes evoluções nos conceitos da Física. As equações apresentadas por Maxwell que unificaram o eletromagnetismo e que previram a existência das ondas de rádio são um exemplo disso.

- Os estudos de Hertz também foram altamente influentes em sua época, tanto que as ondas eletromagnéticas ficaram conhecidas como ondas hertzianas no começo do século XX. Atualmente, a unidade de frequência no SI recebe seu nome.

- O assunto abordado nesta página permite que os alunos compreendam que o conhecimento científico é construído historicamente e não está acabado, permitindo desenvolver a **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC. A Ciência é fruto da colaboração de diversas pessoas.

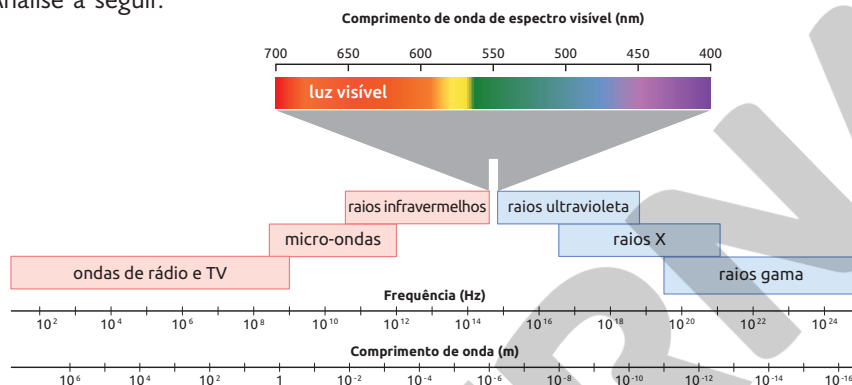
- As ondas eletromagnéticas permitem o trabalho com as **culturas juvenis**, pois abordam a transmissão de ondas de rádio, televisão e internet, elementos presentes no cotidiano dos alunos. Pergunte aos alunos quais meios eles utilizam para ouvir músicas, ver vídeos e filmes, conversar e utilizar redes sociais. Aproveite o momento para ouvi-los, valorizando a individualidade de cada aluno e incentivando o respeito aos gostos e opiniões diferentes.

A natureza das ondas eletromagnéticas também se difere da natureza das ondas sonoras. As ondas eletromagnéticas são formadas por um campo elétrico e um campo magnético variáveis e perpendiculares entre si. Por isso são classificadas como ondas transversais.

**Glossário**

Além disso, as ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com sua frequência e seu comprimento de onda, em uma faixa conhecida como **espectro eletromagnético**. A luz que estimula nossos olhos é uma pequena parte desse espectro.

Analise a seguir.



Representação do espectro eletromagnético, com destaque para a faixa dos comprimentos de onda do espectro visível ao ser humano.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 117.

Os estudos sobre o espectro eletromagnético produziram conhecimentos que possibilitaram a criação de tecnologias que revolucionaram áreas como a comunicação humana, com as transmissões de rádio e de sinais via satélite, e a Medicina, com exames que permitem realizar imagens do interior de nosso corpo, por exemplo.

A seguir, vamos estudar com mais detalhes os diferentes tipos de ondas que compõem o espectro eletromagnético.

**Ondas de rádio e TV**

As ondas de rádio foram previstas matematicamente pelo físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) e tiveram sua existência demonstrada pelo físico alemão Heinrich Rudolf Hertz. Essas ondas podem ser produzidas por correntes elétricas que oscilam rapidamente. Hertz utilizou um aparelho que produzia faíscas por descargas elétricas para gerar ondas e um aparelho como receptor, que produzia descargas elétricas ao recebê-las. Com esse experimento, ele evidenciou a transmissão e a recepção de ondas eletromagnéticas.



Retrato de Heinrich Rudolf Hertz, em 1857.

242

**Algo a mais**

- Para mais informações a respeito de ondas eletromagnéticas, leia a dissertação indicada a seguir. Esse material apresenta uma proposta didática para trabalhar os conteúdos sobre esse assunto. SONVEZ, Valdilene. *Uma proposta de sequência di-*

*dática para o ensino de ondas eletromagnéticas*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5137>. Acesso em: 7 jun. 2022.



As ondas de rádio são utilizadas em sistemas de comunicação, como na transmissão e na recepção de emissoras de rádio AM e FM e de televisão. Essas ondas também são utilizadas nos telefones celulares e na comunicação via rádio da polícia e dos bombeiros, por exemplo.

Após a descoberta das ondas de rádio, houve uma revolução na comunicação entre as pessoas, provocando grandes mudanças na sociedade e em seu estilo de vida.

O primeiro dispositivo a usar ondas de rádio foi o telégrafo sem fio, criado pelo cientista italiano Guglielmo Marconi (1874-1937), em 1897.

A transmissão de voz e a difusão de informações via rádio vieram em seguida, na Europa e nos Estados Unidos, entre 1900 e 1920. No Brasil, a primeira transmissão de rádio oficialmente reconhecida foi em 1922.

A década de 1940, que ficou conhecida como a Época de Ouro do Rádio no Brasil, foi marcada por programas de auditório, humorísticos, radionovelas e outros programas de entretenimento, assim como transmissões jornalísticas e esportivas.

Nas décadas seguintes, o rádio acabou perdendo espaço devido à popularização da televisão, a partir da década de 1950. Um evento histórico para a televisão foi a transmissão ao vivo do pouso da missão Apollo 11 na Lua, em 1969. Ainda hoje a televisão é uma grande fonte de informação e entretenimento, mas vem sendo substituída pela internet, principalmente pelo uso dos *smartphones* e das redes de dados móveis.

A faixa das ondas de rádio é dividida da seguinte maneira: as frequências de 150 a 500 kHz são utilizadas para comunicação militar, as estações de rádio AM utilizam a faixa entre 530 e 1650 kHz, as rádios FM operam na faixa entre 88 e 108 MHz. Já as transmissões de televisão ocupam três faixas: uma VHF de 54 a 88 MHz, outra VHF de 174 a 216 MHz e uma faixa UHF de 470 a 806 MHz.

Imagens não proporcionais entre si.



REALLY EASY STAR/ALAMY/FOTOARENA

Guglielmo Marconi e seu primeiro telégrafo, que transmitia informações via ondas de rádio.



MICHAEL OLYKAY/NEWALAMY/FOTOARENA

Televisor da década de 1960.

### Dica!

- 1 kHz (lê-se um quilo-hertz) equivale a 1000 Hz.
- 1 MHz (lê-se um mega-hertz) equivale a 1000000 Hz.
- 1 GHz (lê-se um giga-hertz) equivale a 1000000000 Hz.

- Enfatize para os alunos a importância das ondas de rádio nas comunicações e na divulgação de informações. Diga a eles que há uma divisão de faixas para a transmissão de rádio e de televisão e comunicações particulares, como polícia, bombeiros, telefones celulares, entre outros.

- A frequência de funcionamento das emissoras de rádio, a faixa de frequência dos canais de televisão e a faixa de funcionamento dos telefones celulares são outorgadas e reguladas pelo governo.

- Ao abordar o assunto desta e da próxima página, é possível mostrar aos alunos os mecanismos envolvidos na transmissão e na recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação, propiciando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI05** da BNCC.

- No Brasil, a agência que regula as faixas de transmissão das ondas de telecomunicação é a Agência Nacional de Telecomunicações, mais conhecida como Anatel. Entre suas atribuições está a regulamentação das bandas de frequências utilizadas pelos veículos de comunicação: rádio, televisão, internet, entre outros. Para mais informações, visite o *site* a seguir. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br>. Acesso em: 20 jun. 2022.

- Ao abordar o conteúdo transmissão de ondas de rádio e televisão, informe aos alunos que algumas faixas de ondas de rádio AM são refletidas por uma camada da atmosfera chamada ionosfera e podem alcançar grandes distâncias devido à curvatura da superfície da Terra. No entanto, as frequências de rádio FM e de televisão atravessam a ionosfera. Logo, para que elas sejam transmitidas a longas distâncias, necessitam de transmissão via satélite.

Nessa transmissão, a estação transmissora, localizada na superfície da Terra, envia a onda eletromagnética com as informações diretamente ao satélite de comunicação em órbita ao redor da Terra. Esse tipo de satélite contém um circuito que recebe essas ondas eletromagnéticas e as retransmite para estações receptoras na Terra.

- Explique aos alunos, ao trabalhar o assunto das micro-ondas, que elas são radiações não ionizantes e apenas causam elevação na temperatura dos alimentos devido ao aumento no grau de agitação das moléculas de água, açúcar e gordura que os constituem.

- Comente com os alunos que o infravermelho também pode ser usado em outras atividades. Com isso, os alunos podem verificar a aplicação das radiações no cotidiano, tanto na área médica como em outras áreas, desenvolvendo a habilidade **EF09CI07** da BNCC. Diga que:

- > na área médica, a radiação infravermelha é usada no alívio de dores musculares, tratamento de doenças de pele e detecção de inflamações com câmeras de infravermelho, pois as áreas inflamadas apresentam temperaturas maiores do que as áreas saudáveis;

- > na área industrial, pode auxiliar no controle de temperatura com os termômetros que detectam o infravermelho, ou pode ser utilizada para a secagem de superfícies, alimentos, peças pintadas, entre outras atividades;

- > nas residências, a radiação infravermelha pode ser utilizada em sensores de presença, alarmes, controles remotos e câmeras de segurança.

- Comente também que alguns telescópios trabalham na faixa do infravermelho. Eles são utilizados para observar galáxias distantes, corpos relativamente pequenos, nuvens de poeira e gás, entre outros objetos do Universo.

- As câmeras de alguns telefones celulares podem captar o infravermelho. Caso ache interessante, faça um experimento com os alunos com um controle remoto de um televisor, por exemplo. Ao acionar um botão, é possível ver a pequena lâmpada do controle que emite infravermelho acendendo pela câmera do celular.

Nas transmissões de rádio, as ondas sonoras são captadas por microfones e convertidas em correntes elétricas, que variam de acordo com a frequência e a amplitude da onda sonora. Nos transmissores, essa corrente elétrica passa por um circuito que gera uma onda eletromagnética e que é transmitida por meio de antenas.

No receptor, essa onda eletromagnética é captada pela antena e convertida em corrente elétrica novamente, que faz o alto-falante vibrar, produzindo ondas sonoras correspondentes ao que foi falado na estação transmissora.

As informações dos televisores são transmitidas de forma semelhante. Porém, além de microfones, as câmeras captam as imagens que são convertidas em correntes elétricas.

## Micro-ondas

As micro-ondas são utilizadas na transmissão de sinais via satélite, na transmissão de alguns sinais telefônicos e também em fornos de micro-ondas.

Nesses fornos, existe um circuito que gera micro-ondas com frequência de 2450 MHz. Essas ondas se espalham no compartimento em que os alimentos são colocados para ser cozidos ou aquecidos.

Nessa faixa de frequência, as micro-ondas fazem as moléculas de água, gordura e açúcar presentes nos alimentos vibrarem mais intensamente, aquecendo-os.

Imagens não proporcionais entre si.

Forno de micro-ondas.



## Raios infravermelhos

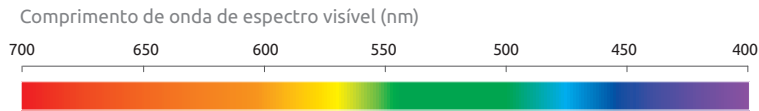
Descobertos em 1800 pelo astrônomo alemão William Herschel (1738-1822), os raios infravermelhos são ondas eletromagnéticas associadas à transferência de calor por irradiação, quando um objeto ganha ou perde energia térmica. Os raios infravermelhos são utilizados também em controles remotos, transferência de dados e leitores de código de barras.



Pessoa utilizando leitor de código de barras.

## Luz visível

No espectro eletromagnético, a faixa de comprimentos de ondas visíveis ao ser humano é chamada **espectro visível**. Cada cor do espectro visível tem frequência e comprimento de onda definidos, e são essas características que permitem ao ser humano identificar as diferentes cores.



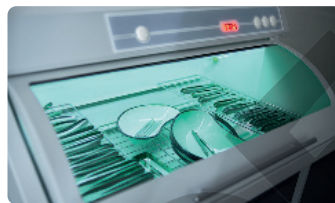
Representação do espectro de luz visível.

Fonte de pesquisa:  
TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 117.

## Raios ultravioleta

Os raios ultravioleta são ondas eletromagnéticas de alta frequência com energia suficiente para causar danos aos olhos, queimaduras e câncer de pele. Por isso, quando ficamos expostos à luz solar devemos usar óculos escuros com filtro ultravioleta e filtro solar na pele. De acordo com o comprimento de onda, os raios ultravioleta podem ser classificados como UVA, UVB e UVC.

O UVA e o UVB são responsáveis pela pigmentação da pele ou bronzeado, pelo envelhecimento da pele, pelo aparecimento de rugas e pelo aumento do risco de câncer de pele. Apesar disso, o UVA, em intensidade adequada, também auxilia a sintetizar a vitamina D no corpo humano. Já o UVC pode ser usado como bactericida, por exemplo, eliminando microrganismos como aqueles causadores de doenças na água, em alimentos ou instrumentos médicos.



Aparelho utilizado para esterilizar instrumentos médicos por meio de luz ultravioleta.

## Raios X

Os raios X foram descobertos pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), ao trabalhar com descargas elétricas no interior de tubos com gás rarefeito.

Nesses experimentos, Röntgen percebeu que os raios X podiam atravessar diversos materiais sólidos e não eram desviados pelo vidro do tubo nem por campos magnéticos.

Röntgen também verificou que os raios X impressionavam placas fotográficas, o que possibilitou o desenvolvimento da radiografia. A primeira radiografia foi obtida quando sua esposa colocou a mão entre a fonte de raios X e uma placa fotográfica.



Imagem de mão direita humana obtida por meio de radiografia.

- Enfatize aos alunos que a luz visível, capaz de estimular nossos olhos, é só uma pequena faixa do espectro eletromagnético. Outros animais podem ter visão adaptada para outros comprimentos de onda.

- Comente que a percepção da luz visível se dá em células especializadas no interior do olho humano, os cones e os bastonetes. Em ambientes iluminados, as cores são percebidas pelos cones, já os bastonetes são responsáveis pela visão em ambientes com pouca luminosidade, formando imagens em tons de cinza.

- Ao abordar o texto sobre os raios ultravioleta, explique aos alunos que, ao se propagarem, as ondas transportam energia. Essa energia pode interagir com os corpos, provocando diferentes resultados. Comente com eles que um exemplo é a luz solar, que, ao interagir com um objeto exposto a ela, aquece-o.

- Enfatize os benefícios dessa radiação, como a importância para a absorção da vitamina D e para o crescimento dos ossos. Afinal, muitas vezes são abordados só os efeitos danosos à saúde, como o risco de câncer de pele causado pela exposição excessiva a essa radiação.

- Enfatize os cuidados que devemos tomar ao ficarmos expostos à luz solar, como o uso de filtro solar e óculos escuros. É importante que os alunos compreendam os danos que o ultravioleta pode causar aos olhos e à pele.

- Comente as características de cada faixa da radiação ultravioleta. Dessa maneira, é possível desenvolver a habilidade **EF09CI07** da BNCC discutindo o papel dos avanços tecnológicos na aplicação das radiações. Comente que:

- > a faixa de radiação UVA estimula a produção de pigmentos nas células da pele (melanina), referente ao bronzeamento, e pode causar queimaduras e envelhecimento precoce se a exposição ao sol for excessiva;

- > a faixa UVB, por ter comprimento de onda pequeno, pode danificar as células da pele, causando queimaduras e câncer de pele;

- > a faixa UVC possui maior frequência e maior energia e é utilizada na esterilização de alimentos, de materiais cirúrgicos e da água, por exemplo, pois é capaz de eliminar bactérias e vírus.



• Ao abordar os raios X, comente que essa radiação é capaz de atravessar tecidos moles, como pele, músculos e órgãos, atingindo a placa fotográfica. Como os ossos absorvem ou espalham esse tipo de radiação, a interação dos raios X com a placa é impedida, formando as partes mais claras da imagem.

• Pergunte aos alunos se eles já realizaram algum exame de radiografia. Explique que os acompanhantes nos exames devem utilizar roupas especiais, de chumbo, para se proteger. Os técnicos ou responsáveis devem se ausentar da sala em que é feito o exame e se proteger atrás de uma parede de chumbo, a fim de se prevenirem contra a exposição à radiação e os danos que ela pode causar à saúde.

• Se achar interessante, leve uma radiografia para os alunos ou peça que eles levem uma à sala de aula. Diga que as partes mais escuras da radiografia são as regiões onde houve maior incidência dos raios X, e as regiões mais claras são aquelas nas quais houve absorção total ou parcial da radiação.

Os raios X atravessam a pele e os músculos, antes de serem absorvidos ou espalhados pelos ossos. Essa característica possibilitou a observação de partes do interior do corpo humano e de outros animais, contribuindo para diagnosticar diversas doenças e fraturas ósseas, por exemplo, revolucionando a Medicina.

Com o desenvolvimento da tomografia computadorizada, foi possível visualizar também os tecidos moles, como cérebro, fígado, coração e outros órgãos internos. O equipamento de tomografia tem um anel que gira em torno do paciente, emitindo feixes de raios X, e um detector que mede a taxa de absorção desses raios pelo corpo. Então, um computador interpreta os dados e produz uma imagem de acordo com uma escala de espessura e densidade.

## Raios gama

### Glossário

Os raios gama são as ondas de maior energia do espectro eletromagnético. Essas ondas são emitidas por núcleos instáveis de átomos, em um processo conhecido como radioatividade, no qual o núcleo do átomo pode se alterar.

A radiação gama é bastante utilizada na Medicina, tanto em diagnósticos quanto no tratamento de doenças.

A tomografia por emissão de pósitrons, conhecida pela sigla em inglês *PET scan*, é um exame no qual se utilizam marcadores radioativos que liberam partículas no organismo. A interação dessas partículas com estruturas do organismo emite raios gama, que são mapeados e mostram se existem alterações metabólicas no indivíduo.

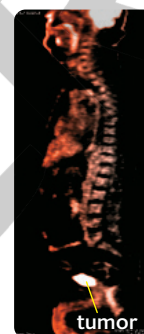
Outra aplicação dos raios gama é no tratamento contra certos tipos de câncer. Para erradicar as células tumorais, utilizam-se doses calculadas de raios gama por tempo determinado, as quais são aplicadas nos tecidos que englobam o tumor, buscando causar o menor dano possível às células normais próximas a ele. Essa técnica é conhecida como **radioterapia**.



ZOOMAR GARRI/ALAMY/FOTODARENA

Imagens obtidas por aparelho de tomografia computadorizada (primeiro plano) e paciente (ao fundo) no equipamento que realiza esse tipo de exame.

Imagens não proporcionais entre si.



ZOOMAR GARRI/ALAMY/FOTODARENA

Imagem de exame de tomografia por emissão de pósitrons (*PET scan*). Nessa imagem, é possível observar um tumor no intestino.



PUBLIC HEALTH ENGLAND/SP/ FOTODARENA

Pessoa realizando tratamento por meio de radioterapia.

246

• Comente com os alunos que os raios X podem ser empregados para analisar obras de arte, para observar o interior de esculturas e analisar os componentes químicos utilizados nas tintas das telas pintadas no passado.

• Ao abordar os raios gama, explique que podemos obter raios X na mesma faixa de energia que os raios gama, porém a diferença entre eles é sua natureza. Enquanto os raios

X são obtidos por elétrons desacelerados, os raios gama são provenientes de processos radioativos.

• Comente que a utilização dos raios gama na medicina é ampla e muito importante, pois com eles é possível observar e mapear camadas dos órgãos ou tecidos do corpo humano. Nos exames, são introduzidas substâncias radioativas preparadas especialmente para ele

e com doses não nocivas. Essas substâncias liberam pósitrons; a interação dos pósitrons com os elétrons no interior do corpo da pessoa libera raios gama. A radiação gama emitida é captada com a ajuda de detectores, depois, um computador processa as informações, formando uma imagem detalhada do órgão examinado.

## Cuidados com a radiação eletromagnética

Como estudamos nas páginas anteriores, as radiações eletromagnéticas podem auxiliar no diagnóstico e no tratamento de diversas doenças, quando utilizadas de maneira correta. No entanto, a exposição do ser humano a altas doses de radiação pode causar queimaduras na pele e até provocar o desenvolvimento de câncer.

Por conta dos riscos à saúde, os profissionais que trabalham diariamente na Radiologia, por exemplo, devem tomar certos cuidados, seguindo corretamente as normas de segurança. Todos eles devem utilizar um **dosímetro** individual que deve ser trocado mensalmente e analisado para verificar se o profissional ficou exposto a doses seguras de radiação.

### Glossário

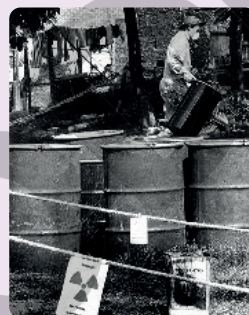
As salas de raios-X devem ter paredes, teto, piso e portas com blindagem para proteger áreas externas. Os cuidados na Radiologia também valem para os acompanhantes dos pacientes, que devem utilizar a vestimenta de proteção feita com chumbo para absorver os raios X.

Além disso, os resíduos dos compostos usados em Radiologia e Radioterapia, por exemplo, devem ser tratados e descartados de maneira correta. Isso porque esses resíduos podem causar acidentes graves, como o ocorrido em Goiânia, em 1987. Nessa ocasião, dois catadores de sucata encontraram um aparelho de radioterapia descartado inadequadamente e retiraram as cápsulas que continham o **césio-137**, ao levar as cápsulas para casa, eles entraram em contato com o material radioativo, o que lhes despertou interesse, pois o material apresentava um brilho azulado no escuro. Depois da violação da cápsula, diversas pessoas entraram em contato com o material radioativo e foram contaminadas, apresentando sintomas como náuseas, vômitos, diarreia, tonturas e lesões na pele. A primeira vítima fatal desse acidente radioativo foi uma menina de 6 anos, que ingeriu alimento contaminado com o **césio-137**.

Após a identificação do problema, o local do acidente radioativo passou por descontaminação, e aproximadamente 6 mil toneladas de material contaminado foram coletadas. Além disso, cerca de 1200 pessoas foram contaminadas, e as consequências desse acidente ainda são monitoradas atualmente.



Profissional da saúde utilizando um dosímetro individual.



Tambores contendo resíduo radioativo retirado das áreas contaminadas pelo acidente com **césio-137**, no município de Goiânia, GO, em 1987.

MAURITUS IMAGES/GETTY IMAGES

LUIZ NOVAES/FOUJAPRESS

- Diga aos alunos que o **césio-137** é um isótopo radioativo do **césio** obtido pela fissão nuclear do **urânio** ou do **plutônio**. Ele emite radiação **gama** que pode provocar sérios problemas de saúde, como os ocorridos no acidente citado nesta página.

- Comente com os alunos que a quantidade de radiação que recebemos de fontes naturais ou artificiais é chamada dose. A dose absorvida pode ser expressa em joules por quilograma ( $J/kg$ ), também conhecida por **gray (Gy)**, ou pode ser expressa em **rad** (dose de radiação absorvida, na sigla em inglês).

A medida dos efeitos biológicos da radiação é chamada dose equivalente e leva em conta o potencial que a radiação tem em causar danos, pois os efeitos nocivos à saúde são diferentes para os tipos de radiação. No SI, a dose equivalente é expressa em **sievert (Sv)**, e a recomendação é de que uma pessoa receba no máximo **1 mSv** (1 milisievert) por ano de dose de radiação equivalente.

Para os profissionais que trabalham com as aplicações médicas, o limite fica entre **0,03 mSv** e **2 mSv**, por isso a importância de eles carregarem os dosímetros durante o tempo de trabalho, para tentar evitar que as doses de radiação ultrapassem os limites permitidos para o profissional.

- A abordagem desta página permite que os alunos discutam o papel do avanço tecnológico no uso das radiações para diagnósticos e tratamentos de doenças, desenvolvendo a habilidade **EF09CI07** da BNCC. Ela permite também o trabalho com os temas contemporâneos transversais **Trabalho** e **Saúde**, pois aborda os cuidados que os profissionais que trabalham na área de radiologia ou em outras áreas que utilizam radiação ionizante devem ter para evitar problemas de saúde.

• Caso os alunos tenham dificuldade para realizar a atividade 1, peça-lhes que retomem os conteúdos referentes às ondas eletromagnéticas e ao espectro eletromagnético. Para auxiliá-los, questione qual onda eletromagnética tem a maior frequência no espectro e qual tem a menor frequência, de acordo com a página 242.

• Ao abordar a atividade 2, aproveite para trabalhar o tema contemporâneo transversal **Saúde** ao chamar a atenção dos alunos para a importância de conhecer o próprio corpo e de cuidar da saúde física e emocional, desenvolvendo, assim, a **Competência geral 8** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 7** da BNCC. Oriente-os a procurar por manchas, sinais ou pintas irregulares que mudaram de tamanho, forma ou cor. É importante também que percebam se há feridas que não cicatrizam há pelo menos um mês.

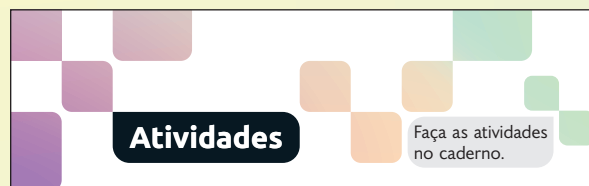
• A atividade 3 contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI05** da BNCC, pois incentiva os alunos a investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e na recepção de imagem e som utilizados na comunicação.

## Respostas

2. a) Espera-se que os alunos respondam que esse texto aborda alguns fatores de risco relacionados ao câncer de pele e informa a porcentagem desse tipo de câncer no Brasil.

b) Resposta pessoal. O objetivo desta atividade é levar os alunos a produzir um cartaz sobre os riscos e os cuidados relativos ao câncer de pele. Eles podem citar como cuidados: evitar a exposição à luz solar entre 10 horas da manhã e 4 horas da tarde; utilizar chapéu ou boné para proteger a cabeça dos raios solares; passar protetor solar em todo o corpo; procurar um dermatologista ao sinal de alguma alteração na pele, como o surgimento de manchas ou pintas, entre outros.

3. Os alunos podem desenhar parte da Terra, destacando a curvatura de sua superfície, e um satélite no espaço. Na superfície, os alunos podem desenhar uma antena, a “estação transmissora”. Em outra parte da superfície, longe da



## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. As ondas eletromagnéticas estão associadas ao funcionamento de diversos equipamentos eletrônicos, como televisão, rádio, forno de micro-ondas e telefone celular. Sobre as ondas eletromagnéticas, julgue as afirmativas a seguir em verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas em seu caderno.

a) As ondas eletromagnéticas são capazes de se propagar no vácuo.

1. a) Resposta: Verdadeira.

b) Em qualquer meio material, todas as ondas eletromagnéticas se propagam com a velocidade da luz.

1. b) Resposta: Falsa. No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas se propagam com a velocidade da luz.

c) Na propagação de uma onda, ocorre o transporte de energia, e não de matéria.

1. c) Resposta: Verdadeira.

d) A frequência dos raios gama é maior que a do infravermelho. Portanto, o comprimento de onda dos raios gama é maior que o do infravermelho.

1. d) Resposta: Falsa. A frequência dos raios gama é maior que a do infravermelho. Portanto, o comprimento de onda dos raios gama é menor que o do infravermelho.

2. Leia o texto a seguir.

### Câncer da pele

[...]

O câncer da pele responde por 33% de todos os diagnósticos desta doença no Brasil, sendo que o Instituto Nacional do Câncer (INCA) registra, a cada ano, cerca de 185 mil novos casos. [...]

Evitar a exposição excessiva ao sol e proteger a pele dos efeitos da radiação UV são as melhores estratégias para prevenir [...]

Como a incidência dos raios ultravioletas está cada vez mais agressiva em todo o planeta, as pessoas de todos os fototipos devem estar atentas e se protegerem quando expostas ao sol. Os grupos de maior risco são os do fototipo I e II, ou seja: pessoas de pele clara, com sardas, cabelos claros ou ruivos e olhos claros. [...]

CÂNCER da pele. *Sociedade Brasileira de Dermatologia*. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>. Acesso em: 12 jul. 2022.

a) Que assunto é abordado nesse texto? 2. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Junte-se a três colegas e façam um cartaz informativo, que deve ser exposto na escola, sobre os riscos do câncer de pele para a saúde e os cuidados necessários para prevenir esse tipo de câncer. Se necessário, realize uma pesquisa sobre o assunto. 2. b) Resposta nas orientações ao professor.

3. Pesquise e desenhe em seu caderno um esquema que represente como ocorre a transmissão de sinais de televisão via satélite. Comente sobre suas principais vantagens. 3. Resposta nas orientações ao professor.

estação transmissora, eles podem desenhar outra antena, a “receptora”. Em seguida, eles devem representar ondas eletromagnéticas saindo da “estação transmissora”, atingindo o satélite, as quais partindo deste, devem atingir a antena do “receptor”. Eles podem comentar que a transmissão via satélite permite a transmissão de informações a grandes distâncias.



## Sugestão de avaliação

Utilize a atividade 4 para verificar se os alunos conseguem diferenciar as ondas mecânicas das ondas eletromagnéticas. Caso eles tenham dificuldade, retome os conteúdos relacionados à classificação das ondas. Diga que as ondas sonoras são mecânicas, enquanto os raios X e os raios gama citados na atividade são ondas eletromagnéticas.

- A atividade 4 permite que os alunos discutam as aplicações das radiações na medicina, desenvolvendo a habilidade **EF09CI07**.
- As atividades 5 e 6 são uma forma de incentivar os alunos a classificarem as radiações eletromagnéticas de acordo com seu uso, além de relacionar os mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de informação pelos sistemas de comunicação, contribuindo para desenvolver as habilidades **EF09CI05** e **EF09CI06**.

Caso eles tenham dificuldade em responder às questões, lembre os conceitos relacionados à transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas.

## Respostas

4. a ) Espera-se que os alunos respondam: **A** – raios X; **B** – alta energia.
- b ) Os alunos podem citar que as ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar e são classificadas de acordo com sua frequência e seu comprimento de onda, integrando uma faixa conhecida como espectro eletromagnético. Já as ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar, como o ar e a água.
- c ) Resposta pessoal. Os alunos podem responder que elas são utilizadas para realizar o exame de tomografia computadorizada, conservar

### 4. Analise a foto a seguir.

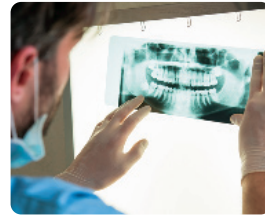
- a) Reescreva a frase a seguir em seu caderno, substituindo as letras destacadas (**A** e **B**) pelas palavras entre parênteses que a completam corretamente.

4. a) Resposta nas orientações ao professor.

- As ondas eletromagnéticas que se relacionam à radiografia são do tipo **A** (raios X/raios gama), exemplo de ondas de **B** (alta energia/baixa energia).

- b) Cite uma diferença entre as ondas eletromagnéticas e as ondas sonoras. 4. b) Resposta nas orientações ao professor.

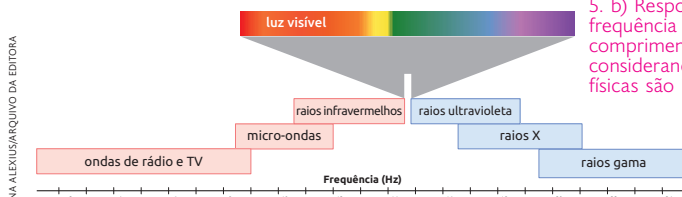
- c) Junte-se a um colega e realizem uma pesquisa sobre outras aplicações do tipo de onda eletromagnética identificado no item a. Em seguida, discutam sobre a importância da aplicação da radiação eletromagnética em diagnósticos e no tratamento de doenças. 4. c) Resposta nas orientações ao professor.



PHOTO/SHUTTERSTOCK

Dentista analisando a radiografia de uma arcada dentária.

### 5. Analise a ilustração a seguir e responda às questões propostas.



Representação do espectro eletromagnético, com destaque para a faixa do espectro visível.

5. b) Resposta: A cor de maior frequência é o violeta e a de maior comprimento de onda é a vermelha, considerando que essas grandezas físicas são inversamente proporcionais.

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 117.

- a) Explique qual dos tipos de onda apresentados no espectro eletromagnético tem maior energia. 5. a) Resposta: A onda que tem maior energia é aquela que apresenta maior frequência, logo, são os raios gama.

- b) No que se refere ao espectro de luz visível, identifique a cor de maior frequência e a de maior comprimento de onda.

- c) Cite aplicações para as ondas de rádio e micro-ondas. Se necessário, faça uma pesquisa. 5. c) Resposta: As ondas de rádio podem ser utilizadas na transmissão de informações de uma emissora de rádio e de televisão. As micro-ondas podem ser utilizadas no forno de micro-ondas para aquecer os alimentos.

### 6. A imagem a seguir representa uma tela de radar similar àqueles utilizados no controle de tráfego aéreo. Analise-a.

- a) Faça uma pesquisa e descreva com suas palavras o princípio de funcionamento de um radar.

6. a) Resposta nas orientações ao professor.

- b) Cite outras situações em que são utilizados radares.

6. b) Resposta nas orientações ao professor.

Representação de uma tela de radar similar às utilizadas para controle de tráfego aéreo.

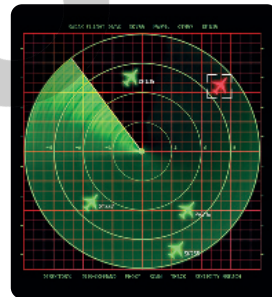


PHOTO MELON/SHUTTERSTOCK

249

alimentos, analisar obras de artes, entre outras finalidades. Quanto à sua aplicação em diagnósticos, eles podem comentar que elas possibilitam diagnosticar uma doença com mais precisão, por meio das imagens que retratam o interior do corpo humano, e ajudam no tratamento contra o câncer, entre outras aplicações.

6. a ) Os alunos podem responder que a antena de um radar emite micro-ondas que são refletidas pelos objetos e retornam novamente para a fonte emissora, lugar em que são detectadas. A energia da onda recebida é convertida em informações, por meio das quais é possível conhecer a localização e a velocidade de tais objetos, como os aviões.

b ) Os radares também são utilizados em rodovias, para medir a velocidade dos veículos que passam por eles, identificando os que estão acima do limite de velocidade permitido, e para detectar informações vindas do espaço, entre outros usos.

## Objetivos do capítulo

- Reconhecer a importância da luz para as atividades do cotidiano.
- Conhecer o histórico dos estudos dos fenômenos relacionados à luz, reconhecendo a contribuição coletiva de vários cientistas.
- Identificar a natureza da luz como uma onda eletromagnética.
- Compreender as propriedades da luz visível.
- Interpretar as interações da luz visível com os objetos.
- Compreender como enxergamos os objetos.
- Identificar e categorizar alguns fenômenos ondulatórios da luz, como reflexão e refração.
- Conhecer os fenômenos da decomposição da luz.
- Conhecer algumas aplicações do laser.
- Nomear e identificar os tipos de espelho e lentes segundo seus formatos e aplicações.

## Justificativas

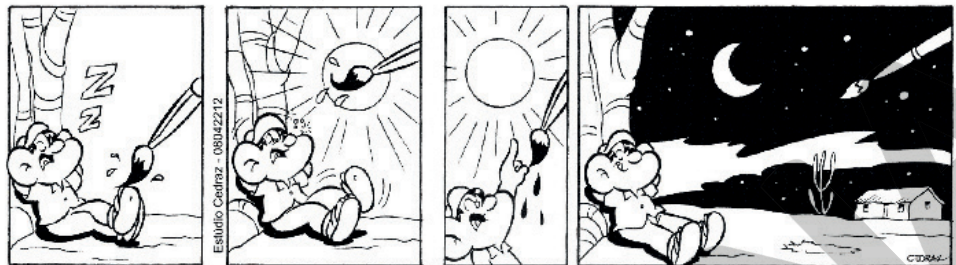
Os conteúdos abordados neste capítulo são relevantes para que os alunos compreendam algumas propriedades e fenômenos relacionados à luz, bem como sua importância para a evolução da vida e da sociedade. Algumas situações abordadas neste capítulo e práticas de investigação contribuirão para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**, pois os alunos vão observar como a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina. Além disso, irão planejar e executar experimentos para investigar como as cores são produzidas pela composição de três cores de luz.

- O trabalho com a tira permite uma conexão com o componente curricular de **Língua Portuguesa**, na abordagem de gêneros textuais, e o desenvolvimento da **Competência geral 3** da BNCC, ao estimular os alunos a valorizar as diversas manifestações artísticas e culturais.
- Ao abordar as questões 1 e 2, incentive os alunos a comparar como o autor da tira representou o dia e a noite. Espera-se que os alunos

## CAPÍTULO

# 10 Luz

Analise a tira a seguir.



CEDRAZ, Antônio Luiz Ramos. 1000 tiras em quadrinhos da Turma do Xaxado. Salvador: Editora e Estúdio Cedraz, 2009. p. 51.

**Questão 1.** Descreva a situação representada na tira.

**Questão 2.** Qual fonte de luz ilumina o ambiente no segundo e no terceiro quadrinhos?  
**Questão 2. Resposta:** O Sol.

**Questão 3.** De que maneira, geralmente, iluminamos os ambientes no período noturno?

Você já pensou no quanto a luz é importante e como ela influencia as suas atividades cotidianas? Geralmente, só percebemos isso no período noturno, quando falta energia elétrica ou ficamos sem iluminação.

A luz solar, por exemplo, é essencial para a vida na Terra, pois as plantas utilizam a energia proveniente do Sol para realizar a fotossíntese. A luz também é necessária para que possamos cumprir diversos afazeres. Um dos fatores que nos permitem enxergar o que está ao nosso redor é a existência de uma iluminação adequada do ambiente em que estamos, seja ela fornecida pelo Sol, seja por outras fontes de luz.

TRIFFSHUTTERSTOCK



Plantas recebendo luz solar.



Vista aérea mostrando a iluminação noturna na cidade de Apucarana, PR, em 2021.

**Questão 3. Resposta:** Os ambientes podem ser iluminados por lâmpadas elétricas, velas, lamparinas, entre outros equipamentos que emitem luz.  
250

percebam que, além do Sol e de outras estrelas e da Lua no céu, a tonalidade da representação do céu também foi alterada, dando a ideia de ausência de luz solar direta no último quadro.

- Na questão 3, peça aos alunos que observem a foto da iluminação noturna artificial em uma cidade e questione sobre sua importância para as

pessoas. Espera-se que eles mencionem que a iluminação artificial contribui para a visualização dos ambientes nesse período.

- A tirinha também permite o desenvolvimento da **leitura inferencial**, pois os alunos podem reconhecer que o Sol ilumina indiretamente o ambiente noturno, por conta de seu reflexo na Lua.

© 2013 CEDRAZ/IMPRESS

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

JARI FERREIRA BELIACCSHUTTERSTOCK



## Sugestão de avaliação

A luz é um componente do ambiente importante para o ser humano. Algumas civilizações antigas, como a Inca e a Asteca, acreditavam que o Sol era um deus, devido à importância da luz solar para o plantio, para o desenvolvimento das plantas e para a colheita. O calendário asteca, por exemplo, tem o deus Sol representado ao centro.



ANTON, IANOVSHUTTERSTOCK - MUSEU NACIONAL DE ANTROPOLOGIA, MÉXICO

Calendário asteca feito em madeira, exposto no Museu Nacional de Antropologia, na Cidade do México, em 2016.

Desde a Antiguidade, vários cientistas se dedicaram a estudar os fenômenos relacionados à luz e à sua natureza. Em 1672, o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727) propôs um modelo para explicar a natureza da luz e alguns fenômenos relacionados a ela. Ele foi apresentado por Newton no tratado *Óptica*, publicado em 1704. Nessa obra, a luz foi definida como um fluxo de partículas.



MUSEU REAL LAZIENKI, VARSÓVIA, POLÓNIA

Isaac Newton, de John Vanderbank. Óleo sobre tela, 68,3 cm x 55,3 cm, produzida na primeira metade do século XVIII. Coleção de pinturas do Museu Real Lazienki, Varsóvia.

Na época, o modelo de Newton gerou grandes debates científicos em relação à natureza da luz, pois ele a descrevia de forma diferente do modelo proposto em 1678 pelo físico e matemático holandês Christiaan Huygens (1629-1695). Em sua obra *Tratado da luz*, Huygens afirmava que a luz se comportava como uma série de ondas que se propagam. Assim, o modelo proposto por ele relacionava a luz ao movimento oscilatório de ondas.



NICKUSHUTTERSTOCK - COLEÇÃO PARTICULAR

Apesar de os modelos de Newton e de Huygens serem adequados aos experimentos propostos na época, para a comunidade científica, apenas um modelo deveria ser aceito.

Gravura de Christiaan Huygens, inserida no livro *Meyers Lexicon*, publicado em 1909.

No decorrer do século XIX, alguns experimentos relacionados à propagação e à interação da luz com objetos apresentaram resultados que não se enquadravam no modelo de Newton, mas que eram explicados satisfatoriamente com o modelo oscilatório, proposto por Huygens. Esse fato reavivou a discussão sobre a natureza da luz.

251

Ao tratar da luz solar, comente com os alunos que praticamente todos os seres vivos dependem dela para sobreviver. Aproveite o momento para avaliar o conhecimento deles sobre a troca de energia entre os seres vivos por meio das relações alimentares. Peça-lhes que respondam por que praticamente todos os seres vivos dependem da luz solar para sobreviver. Espere-se que eles expliquem que os vegetais dependem da luz solar para produzir seu alimento por meio do processo de fotossíntese e que, ao servir de alimento para animais herbívoros, parte da energia armazenada nas plantas é transmitida para esse animal, que, por sua vez, transmite parte dessa energia para o animal que se alimentar dele, e assim sucessivamente, na cadeia alimentar.

- A abordagem dos estudos históricos sobre a natureza da luz desta página contribui para o desenvolvimento da **Competência específica de Ciências da Natureza 1** da BNCC, pois permite aos alunos perceber que a Ciência da Natureza é um empreendimento humano e que o conhecimento científico é provisório, cultural e histórico.
- A abordagem da utilização da luz pelos incas e astecas permite estabelecer uma relação com o componente curricular de **História**. Se julgar interessante, com o auxílio do professor desse componente curricular, peça aos alunos que façam uma pesquisa sobre as civilizações inca e asteca.

• Comente com os alunos que a civilização inca ocupava o norte do Equador, o sul da Colômbia, todo o Peru e a Bolívia, atingindo o norte do Chile e o noroeste da Argentina. Atualmente, podemos observar as ruínas da civilização inca em Machu Picchu, considerada uma das sete maravilhas do mundo moderno.

• Comente com os alunos que o povo asteca foi uma civilização que, nos séculos XIV a XVI, desenvolveu-se em uma área que hoje corresponde ao México. A sociedade asteca era hierarquizada e se destacou pelo desenvolvimento de técnicas agrícolas e obras de drenagem. Além disso, o artesanato asteca era muito rico, incluindo tecidos, objetos de ouro e prata e pinturas.

• Durante a leitura do texto que apresenta os estudos históricos da natureza da luz, verifique se os alunos perceberam que, enquanto Newton considerava a luz um fluxo de partículas, Huygens a considerava uma natureza ondulatória. Essa dualidade da natureza da luz é conhecida como dualidade onda-partícula.



• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão 4, peça-lhes que analisem como as nuvens à frente e em volta dos raios solares estão iluminadas. Espera-se que, ao observarem a região e as partes das nuvens iluminadas pelos raios solares, eles percebam que a luz se propaga em linha reta.

### Atividade a mais

• Para que os alunos verifiquem propriedades relacionadas à propagação da luz, proponha a atividade a seguir.

### Materiais

- > uma cartolina
- > tesoura
- > massa de modelar
- > régua
- > lápis
- > lanterna

• Corte três cartões de cartolina com formato retangular e com tamanhos iguais. Trace as duas diagonais de cada cartão e, no encontro delas, faça um furo em cada um dos cartões. Utilizando a massa de modelar, fixe os cartões sobre uma mesa de modo que eles fiquem na posição vertical, expostos de forma alinhada, com os furos também alinhados. A distância entre os cartões deve ser de 5 cm.

• Em um dos extremos da fila de cartões, coloque uma lanterna acesa próximo ao furo. Peça a um aluno que segure um pedaço de cartolina após o último cartão e depois solicite a toda a turma que observe o que acontece. Espera-se que os alunos percebam que, nessa situação, com os cartões alinhados, a luz da lanterna poderá ser vista projetada na cartolina.

• Peça a eles que expliquem por que isso acontece. Espera-se que os alunos digam que é porque a luz se propaga em linha reta através dos furos.

• Em seguida, repita o procedimento retirando um dos cartões do alinhamento. Espera-se que os alunos percebam que, nessa situação, não é possível ver a luz projetada no pedaço de cartolina, pois ela não atravessa o furo do cartão desalinhado.

A partir de 1820, alguns cientistas iniciaram o estudo do eletromagnetismo, desencadeando uma série de experimentos que investigavam a interação entre fenômenos magnéticos e elétricos. Em seus estudos relacionados a esses fenômenos, o físico e matemático escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) concluiu que a luz visível é uma onda eletromagnética, provocando uma mudança radical no modelo aceito para a natureza da luz. Maxwell ainda comprovou que a velocidade de propagação da luz no vácuo tem valor próximo a 300 000 000 m/s.



NICKUSHUTTERSTOCK - COLEÇÃO PARTICULAR

Gravura de James Clerk Maxwell, inserida no livro *Meyers Lexicon*, publicado entre 1905 e 1909.

## Propriedades da luz visível

Analise a foto a seguir.

9 GAWIN/SHUTTERSTOCK



Céu ao entardecer, mostrando alguns raios de luz solar após passarem por espaços entre as nuvens.

**Questão 4.** Analisando os feixes luminosos na imagem, o que você pode afirmar quanto à propagação da luz? Justifique sua resposta.

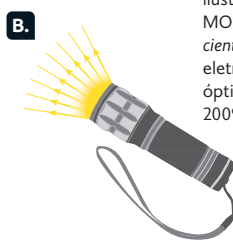
Quando percebemos a luz solar passando por espaços entre as nuvens, como na foto anterior, por espaços entre as folhas de uma árvore ou por uma fresta, por exemplo, podemos perceber que ela se propaga em linha reta e em todas as direções.

Devido a essa propriedade da luz, é possível representar a trajetória da luz emitida por uma fonte usando linhas retas orientadas, denominadas **raios luminosos** ou **raios de luz**, que indicam a direção e o sentido de propagação da luz. Um conjunto de raios luminosos é denominado **feixe de luz**, o qual pode ser classificado, de acordo com suas características, em divergente, convergente ou paralelo.

**Questão 4. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que, ao analisar os feixes luminosos, podemos perceber que a luz se propaga em linha reta.

252

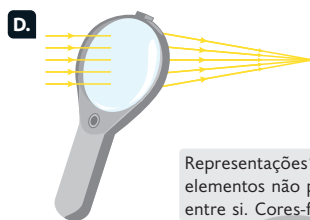
O **feixe divergente** é aquele no qual os raios luminosos se propagam afastando-se uns dos outros. Em algumas lanternas, a luz emitida atravessa uma lente que produz um feixe de luz divergente.



Fonte de pesquisa das ilustrações: TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, óptica*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2. p. 410-411.

Feixe de luz emitido por uma lanterna acesa (imagem A) e representação do feixe de luz divergente emitido por essa lanterna (imagem B).

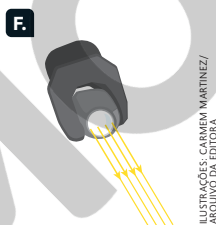
O **feixe convergente** é aquele no qual os raios luminosos se propagam em direção a um mesmo ponto. Na foto a seguir, após atravessar a lente, o feixe de luz convergiu para determinado ponto. Analise.



Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Feixe de luz após atravessar a lente de uma lupa (imagem C) e representação do feixe de luz convergente gerado após atravessar essa lente (imagem D).

O **feixe paralelo** é aquele no qual os raios luminosos se propagam paralelamente uns aos outros.



Feixe de luz emitido por holofotes em um palco (imagem E) e representação do feixe de luz paralelo emitido por um dos holofotes (imagem F).

- Após abordar os conteúdos desta página com os alunos, comente com eles sobre outras aplicações do estudo da óptica no cotidiano, como as lentes utilizadas em lupas, óculos, lentes de contato, as quais também fazem parte de instrumentos como microscópio, telescópio e câmaras fotográficas.

- Os espelhos são utilizados nos retrovisores e nos faróis de veículos. Além disso, espelhos também são usados em refletores de antenas de micro-ondas.

- A óptica também está presente na fibra óptica, que são cabos utilizados em telefonia, e na leitura de CDs e DVDs por *laser* em aparelhos de leitura biométrica.

- Se possível, leve para a sala de aula uma lanterna, para os alunos observarem um feixe de luz divergente; uma lupa, para observarem um feixe de luz convergente; e um apontador *laser*, para observarem feixes de luz paralelos. Não permita que os alunos manipulem o apontador *laser*, para evitar acidentes.

• Diga aos alunos que os objetos de nosso cotidiano não são totalmente transparentes. Por exemplo, o vidro de um veículo, em geral, tem transparência de cerca de 95%. Isso quer dizer que aproximadamente 95% da luz incidente atravessa o vidro e cerca de 5% da luz é absorvida ou refletida por ele.

• Se na escola houver um ambiente com vidros transparentes translúcidos e também com partes opacas, semelhante ao ambiente da foto, coloque um objeto atrás de cada uma dessas partes opacas e peça aos alunos que observem o que acontece. Essa atividade permite trabalhar a **Competência geral 2** da BNCC, pois incentiva os alunos a 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.

• Caso os alunos apresentem dificuldade para responder às questões 5 e 6, explique a eles que o vidro em **B** é chamado vidro jateado, pois passa por uma técnica em que grãos de areia são lançados contra o vidro em alta velocidade, deixando-o com aspecto fosco. Em **C**, diga-lhes que o material da mesa provavelmente é madeira.

## A luz e os objetos

Analise a foto a seguir.



Imagem de parte de um escritório.

**Questão 5.** Qual vidro (A ou B) permite visualizar com mais detalhes o que está atrás dele?

**Questão 6.** É possível perceber os pés da cadeira atrás da mesa (C)? Por quê?

Em nosso cotidiano, podemos perceber que os materiais interagem de diferentes maneiras com a luz. De acordo com o comportamento da luz ao incidir sobre os materiais, podemos classificá-los como transparentes, translúcidos ou opacos. Analise a seguir as fotos de um objeto posicionado atrás de diferentes materiais.



Apontador de lápis atrás de uma porta de vidro transparente (imagem 1), atrás de uma porta de vidro jateado (imagem 2) e parcialmente atrás de uma porta de madeira (imagem 3).

1. Os materiais **transparentes** permitem a passagem da luz, que incide sobre eles possibilitando que enxerguemos nitidamente objetos atrás deles. Alguns tipos de vidro e de plástico são transparentes.
2. Os materiais **translúcidos** permitem a passagem difusa ou parcial da luz através deles, impedindo que enxerguemos com nitidez o que há atrás deles. Vidros jateados, fumês ou canelados são exemplos de materiais translúcidos.
3. Os materiais **opacos** não permitem a passagem da luz e através deles não conseguimos enxergar objetos. Corpos de madeira, de concreto e de metal são exemplos de materiais opacos.

**Questão 6. Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que não, porque o material que constitui a mesa não permite que a luz o atravesse.

254

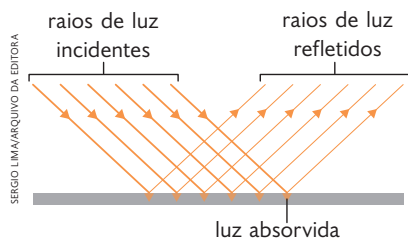
### Atividade a mais

• Dispondo de uma lanterna, um anteparo transparente, um opaco e um translúcido, acenda a lanterna e direcione a luz para os diferentes anteparos, permitindo aos alunos observar o que ocorre em cada caso. Questione-os sobre o que ocorre com a luz e em que tipo de material cada anteparo pode ser classificado. Esta atividade comprova que apenas alguns materiais permitem a passagem da luz.

• Esta atividade possibilita trabalhar a **Competência específica de Ciências da Natureza 2** e a **Competência geral 2** da BNCC, pois permite compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica.



Quando a luz interage com um objeto opaco, por exemplo, parte da luz que incide sobre ele sofre **absorção** e outra parte sofre **reflexão**. A luz absorvida pode aquecer o material da superfície. Analise na imagem a seguir a interação de um feixe luminoso com uma superfície opaca.



Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 134.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação de um feixe luminoso incidindo sobre uma superfície opaca e sofrendo absorção e reflexão.

Analise a foto a seguir.

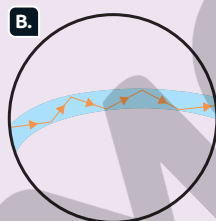
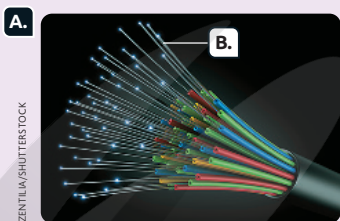


Lápis parcialmente submerso na água de um copo.

Ao analisar a imagem do lápis, você deve ter percebido que ele aparenta estar torto. Esse efeito é resultado da interação da luz com os materiais. Nos objetos transparentes ou translúcidos, parte da luz atravessa o objeto e sofre **refração**. Esse fenômeno se caracteriza pela variação da velocidade da luz quando ela passa de um meio para outro, podendo ser acompanhado por um desvio na trajetória da luz. Por causa da refração, enxergamos a parte do lápis que está mergulhada na água em uma posição diferente da real e mais larga do que ele é, dando a impressão que ele está torto.

### Fibra óptica

As fibras ópticas são fios de fibra de vidro utilizados para transmitir informações por meio de pulsos de luz. Nelas, o raio de luz emitido em uma de suas extremidades sofre várias reflexões no seu interior até chegar à outra extremidade. Atualmente as fibras ópticas têm sido utilizadas em diversas atividades, como na telefonia e na Medicina.



Fonte de pesquisa: TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, óptica*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2. p. 367.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação de cabo contendo conjunto de cabos de fibra óptica utilizado para transmitir dados (imagem A) e representação da reflexão da luz (setas laranjas) no interior de uma das fibras ópticas (imagem B).

255

### Um texto a mais

- Sobre a refração da luz, leia o texto a seguir.

[...] a rapidez média de propagação da luz é menor no vidro e em outros materiais transparentes do que através do espaço vazio. A luz se propaga em materiais diferentes com diferentes valores de rapidez. Ela se propaga a 300 000 km/s no vácuo, com uma rapidez ligeiramente menor no

ar e, na água, com cerca de três quartos da rapidez com a qual se propaga no vácuo. Num diamante, a luz se propaga com cerca de 40% do valor de sua rapidez no vácuo. Quando a luz sofre um desvio ao atravessar obliquamente de um meio para outro, chamamos este processo de **refração**. É comum observar que um raio luminoso

se curva e toma um percurso mais longo quando incide obliquamente sobre um vidro ou água. Mas o caminho mais longo escolhido, apesar disso, é o caminho que requer o mínimo tempo para ser percorrido pela luz. [...]

HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 524.

## Objetivos

- Identificar situações em que telas de aparelhos eletrônicos podem causar danos à saúde.
- Conhecer medidas para amenizar ou evitar os efeitos negativos causados pelas telas de aparelhos eletrônicos.

• O trabalho com esta seção aborda o tema contemporâneo transversal **Saúde** e permite desenvolver as **Competências específicas de Ciências da Natureza 7 e 8** da BNCC ao abordar temáticas a respeito dos cuidados com a saúde.

• Inicie o trabalho com esta página perguntando aos alunos se eles acham que a luz emitida por alguns aparelhos eletrônicos pode prejudicar a sua saúde ou interferir no seu sono.

• Após o trabalho com esta seção, retome esse questionamento e verifique se os alunos alteram ou complementam suas respostas após conhecer as informações desta página e da seguinte.

• Algumas das orientações de especialistas para ter um sono longo e profundo são:

> manter regularidade de sono, procurando acordar e dormir sempre nos mesmos horários, até mesmo nos fins de semana;

> manter a temperatura do quarto agradável, evitando dormir em ambiente com altas temperaturas;

> dormir no escuro, procurando escurecer ao máximo o ambiente em que vai dormir;

> evitar bebidas que contenham álcool ou cafeína antes de dormir.

## O tema é ...

Saúde

### O sono e a luz de alguns aparelhos eletrônicos

Você costuma ficar até tarde da noite navegando na internet? Utilizando o celular, jogando *videogame* ou assistindo à TV? Se sua resposta for sim, fique atento!

A luz branca azulada emitida pelas telas de alguns aparelhos eletrônicos reduz a produção de melatonina, hormônio que nos faz sentir sono. Por isso, quando utilizamos esses aparelhos à noite, demoramos mais tempo para sentir sono e dormir. Nessas situações, o sono também tende a ser superficial. Além de acordarmos sonolentos e de mau humor, dormir por tempo insuficiente e de forma superficial tem outras consequências.

O sono profundo, no tempo adequado e de modo correto é essencial para a saúde. Enquanto dormimos, acontecem diversos processos importantes em nosso organismo. Alguns deles estão listados a seguir.

- Há produção do hormônio do crescimento, somatotrofina, essencial para o desenvolvimento do corpo até o final da adolescência.
- Há produção de leptina, o hormônio que avisa nosso cérebro se está na hora de comer. Ou seja, é ele que controla a saciedade, o sentir-se bem alimentado.
- Ocorre a assimilação dos conhecimentos adquiridos durante o dia e seu armazenamento na memória, favorecendo o aprendizado.



Representação de um adolescente dormindo.

256

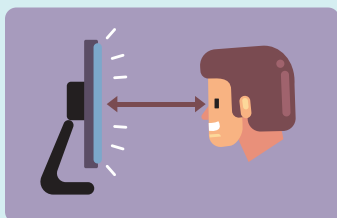
### Algo a mais

- Se julgar interessante, leia mais informações no artigo a seguir a respeito dos efeitos do uso do telefone celular na qualidade do sono dos adolescentes. AMRA, Babak *et al.* Associação entre o sono e o uso noturno de celular entre adolescentes. *Jornal*

*de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 93, n. 6, nov./dez. 2017. Disponível em: [http://old.scielo.br/pdf/jped/v93n6/pt\\_0021-7557-jped-93-06-0560.pdf](http://old.scielo.br/pdf/jped/v93n6/pt_0021-7557-jped-93-06-0560.pdf). Acesso em: 30 jun. 2022.

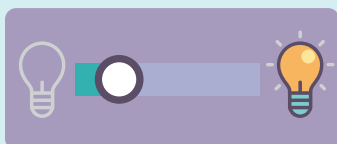
Em geral, piscamos menos quando observamos a tela de um aparelho eletrônico. Isso reduz a produção de lágrimas, e os olhos tendem a ficar mais secos, dificultando temporariamente o foco das imagens. Além disso, essa exposição prolongada também pode gerar dor de cabeça.

A fim de evitar esses e outros danos à saúde, podemos adotar algumas medidas quanto à utilização adequada de aparelhos eletrônicos que emitem luz branca azulada. Leia a seguir.



- Ao utilizar aparelhos que emitem esse tipo de luz, fique a uma distância mínima de 40 cm de suas telas e procure piscar com maior frequência.

— Representação da dica de manter distância segura das telas dos aparelhos eletrônicos.



- Quando possível, reduza a intensidade da luz das telas usando filtros ou aplicativos.

— Representação da dica de alterar a intensidade da luz das telas dos aparelhos eletrônicos.



- Faça intervalos longos entre o uso do celular, *tablet* e computador. Além disso, evite usar esses aparelhos antes de dormir e por tempo prolongado.

— Representação da dica de evitar o uso de aparelhos eletrônicos por longos períodos de tempo.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Em geral, quais aparelhos eletrônicos emitem luz branca azulada na tela?
2. Quais são os prejuízos que o uso de aparelhos eletrônicos que emitem luz branca azulada pode trazer para o organismo, principalmente quando utilizados por longos períodos e tarde da noite?
3. Você costuma utilizar aparelhos eletrônicos que emitem luz branca azulada em seu cotidiano? Em caso positivo, você os usa por quanto tempo seguido? Utiliza-os à noite?
4. Em sua opinião, você precisa mudar algum hábito em relação ao uso de aparelhos eletrônicos que emitem luz branca azulada? Justifique sua resposta.

257

• A questão 1 permite aos alunos desenvolver a **leitura inferencial**, pois espera-se que percebam que diversos aparelhos com tela emitem luz azul. Peça-lhes que mencionem outros aparelhos que não foram citados no texto destas páginas.

• As questões 2 a 4 têm o objetivo de avaliar se os alunos compreenderam os efeitos negativos causados pelos aparelhos eletrônicos nas condições relatadas no texto lido e fazê-los refletir sobre seus hábitos. Caso algum deles não perceba a extensão dos efeitos negativos desses aparelhos, peça-lhe que leia novamente o texto.

## Respostas

**Questão 1.** Televisores, *smartphones*, *tablets* e computador.

**Questão 2.** Entre outros prejuízos, o uso exagerado de aparelhos que emitem luz branca azulada pode provocar dores de cabeça, inibir a produção do hormônio melatonina, causando um sono superficial, que gera mau humor e sonolência ao acordar, além de reduzir a produção de outros hormônios importan-

tes para o corpo humano, como o do crescimento e a leptina, que controla a saciedade. Além disso, pode causar danos oculares.

**Questão 3.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é conduzir os alunos a uma autoavaliação sobre o uso em seu cotidiano de aparelhos que emitem luz branca azulada e sobre o tempo e o horário em que costumam utilizá-los. Esta e a próxima atividade favore-

cem o desenvolvimento da **Competência geral 8** da BNCC, pois incentiva os alunos a se conhecerem, se apreciarem e a cuidar de sua saúde física e emocional.

**Questão 4.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é auxiliar os alunos a verificar a necessidade de mudar seus hábitos a respeito do uso de aparelhos que emitem luz branca azulada e justifiquem o que deve ser alterado.



• A atividade 1 tem o objetivo de avaliar se os alunos compreenderam a definição de luz. Caso eles tenham dificuldade para responder, oriente-os a ler novamente as conclusões de Maxwell no início deste capítulo.

### Metodologias ativas

Ao trabalhar a atividade 2, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **turn and talk**. Para isso, confira as instruções sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Os alunos devem reunir-se em duplas, trocar ideias e desenvolver conclusões sobre o assunto. É possível solicitar-lhes que identifiquem o uso de iluminação natural e artificial no cotidiano. Aproveite para comentar que, quando possível, devemos priorizar a utilização da iluminação natural, pois isso ajuda a economizar energia elétrica. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Educação financeira**.

• Na atividade 3, verifique se os alunos substituem as letras pelas palavras corretas. Se necessário, retome as propriedades da luz visível com eles.

### Resposta

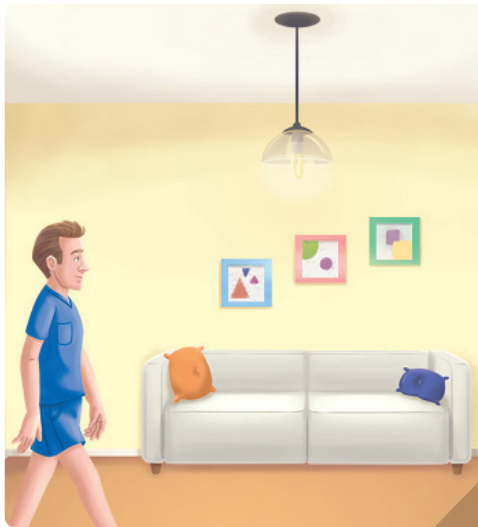
2. Resposta pessoal. Os alunos podem comentar que várias atividades cotidianas estão relacionadas ao sentido da visão e à presença da luz, tanto por iluminação natural quanto por artificial. Para que possamos enxergar um objeto, por exemplo, é necessário que o ambiente tenha iluminação proveniente do Sol ou de outras fontes e que a luz reflita no objeto, atingindo nossos olhos.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

1. Analise as situações a seguir e responda às questões em seu caderno.

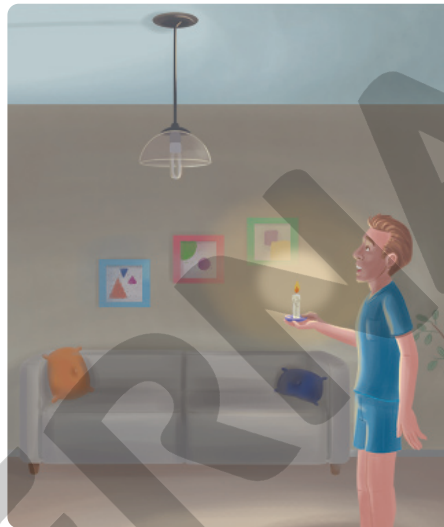
A.



ILUSTRAÇÕES: FABIO EJI SIRASUMA/ARQUIVO DA EDITORA

Representação de pessoa em ambiente mais iluminado.

B.



Representação de pessoa em ambiente menos iluminado.

- a) O que são fontes de luz? 1. a) Resposta: Fontes de luz são corpos que emitem ondas eletromagnéticas na faixa do espectro de luz visível.  
b) Quais são as diferenças entre os dois ambientes apresentados nas situações A e B e as fontes de luz utilizadas em cada uma delas?  
1. b) Resposta: Na situação A, o ambiente está bem iluminado pela fonte de luz lâmpada elétrica. Já na situação B, esse mesmo ambiente está pouco iluminado, e a fonte de luz é a vela acesa.

2. Converse com um colega sobre a importância da luz na realização de suas atividades diárias. Anote no caderno algumas das suas conclusões e, em seguida, compartilhem com seus colegas. 2. Resposta nas orientações ao professor.

3. Em seu caderno, substitua corretamente as letras A, B, C e D, em destaque no texto, pelas palavras a seguir.

- divergente
- paralelo
- convergente
- feixe

a) O conjunto dos raios luminosos é chamado A de luz. Quando os raios de luz se propagam paralelamente uns aos outros, dizemos que o feixe de luz é B. Se os raios luminosos se propagam afastando-se uns dos outros, dizemos que o feixe de luz é C. Já no caso de os raios luminosos se propagarem em direção a um mesmo ponto, o feixe de luz é chamado D.

3. a) Resposta: A – feixe; B – paralelo; C – divergente; D – convergente.

258

### Sugestão de avaliação

Para acompanhar o aprendizado dos alunos com relação à interação da luz com os objetos, apresente a eles a situação a seguir.

Um aquecedor de água solar é um equipamento geralmente instalado no telhado das residências que tem a função de aquecer água por meio da luz solar. Nele, existe uma placa de cor escura com canos que recebe diretamente a luz solar.

Com base no que você estudou até o momento, qual é a principal interação da luz com uma superfície que está relacionada ao funcionamento de um aquecedor solar?

Verifique se os alunos responderam que é a absorção de luz pela superfície, na qual a luz interage com as partículas do corpo, aumentando a energia cinética dessas moléculas.

#### 4. Leia o trecho de reportagem e o texto a seguir.

### Câncer de pele é tema da campanha Dezembro Laranja

“Faça de sua prevenção um hábito” é o tema da campanha

GANDRA, Alana. Câncer de pele é tema da campanha Dezembro Laranja. *AgênciaBrasil*, 8 dez. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-12/cancer-de-pele-e-tema-da-campanha-dezembro-laranja>. Acesso em: 21 mar. 2022.

Diferentemente do que muitas pessoas pensam, as atitudes que visam prevenir contra o câncer de pele devem ser constantes, ao longo de todo o ano. Isso porque a incidência dos raios UVA e UVB ocorre em todas as estações do ano, e não apenas no verão.

a) Cite alguns cuidados que são fundamentais para nos protegermos contra a ação danosa dos raios ultravioleta e prevenir o câncer de pele.

4. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Faça uma pesquisa sobre como o protetor solar atua na proteção da pele contra a ação danosa dos raios ultravioleta, relacionando essa pesquisa com os conteúdos estudados neste capítulo. Comente com seus colegas o resultado de sua pesquisa. 4. b) Resposta nas orientações ao professor.

5. Por meio de esquemas, represente, em seu caderno a interação da luz com os diferentes tipos de materiais apresentados a seguir. 5. a), b) e c). Respostas nas orientações ao professor.

a) Material transparente. b) Material translúcido. c) Material opaco.

6. Uma lenda grega narra a história de um jovem chamado Narciso, que passava horas admirando a própria imagem na água. Na tentativa de alcançar essa imagem, Narciso caiu no corpo de água e se afogou. Nesse local, nasceu uma flor que levou o seu nome.

Em uma de suas pinturas, o pintor italiano Michelangelo Merisi (1571-1610), que assinava suas obras como Caravaggio, retratou a admiração de Narciso à sua beleza. Analise a pintura e, em seguida, responda às questões no caderno. 6. a) Resposta: A reflexão da luz.

a) Qual tipo de fenômeno permitia que Narciso observasse sua imagem nas águas, como mostra a pintura?

b) Explique como ocorre o fenômeno que você citou no item a.

6. b) Resposta nas orientações ao professor.

Narciso, de Caravaggio. Óleo sobre tela, 110 cm x 92 cm, 1594-1596.



GALERIA NACIONAL DE ARTE ANTIGA, ROMA, ITALIA

259

• O objetivo da atividade 4 é avaliar se os alunos conhecem medidas de prevenção do câncer de pele e conduzi-los a relacionar o funcionamento dos diferentes tipos de protetores solares com os fenômenos ondulatórios estudados neste capítulo (reflexão e absorção). Verifique se eles entenderam que os protetores solares evitam a radiação ultravioleta de ser absorvida na pele de duas maneiras, refletindo essa radiação ou absorvendo-a.

• O objetivo da atividade 5 é auxiliar os alunos a esquematizar a interação da luz com os três tipos de materiais. Diga-lhes que o esquema pode conter texto e desenhos.

• A atividade 6 possibilita uma relação com o componente curricular de **Arte**, incentivando os alunos a conhecer e a admirar a tela *Narciso*, de Caravaggio. Diga-lhes que, nessa tela barroca, o pintor representou um tema da mitologia grega, destacando o belo Narciso da Antiguidade Clássica como um jovem da época do pintor. Esta atividade contribui para o desenvolvimento da **Competência geral 3** da BNCC, pois incentiva os alunos a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais.

### Respostas

4. a) Devemos utilizar protetor solar para proteger nossa pele e evitar ficar expostos ao Sol nos horários de maior incidência dos raios solares, entre 10h e 16h.

b) Espera-se que os alunos mencionem que existem dois tipos de protetores solares: os que funcionam com compostos que absorvem os raios ultravioleta, dissipando a energia da radiação na forma de calor, e os protetores solares com compostos que refletem os raios ultravioleta, evitando que ele seja absorvido pela pele.

5. a) Espera-se que os alunos façam um esquema que mostre que é possível ver nitidamente um objeto posicionado atrás de um material transparente.

b) Espera-se que os alunos façam um esquema que mostre que o material translúcido impede a visualização com nitidez de um objeto posicionado atrás do material.

c) Espera-se que os alunos façam um esquema que mostre que os materiais opacos não permitem

que a luz os atravesse, impossibilitando enxergar através deles.

6. b) Quando a luz incide em uma superfície, parte dela é refletida, retornando ao meio de onde veio. Quando a superfície em que a luz incide é regular ou polida, ocorre a reflexão regular da luz, formando uma imagem nítida, praticamente idêntica ao objeto.



• As questões 7 e 8 têm o objetivo de verificar se os alunos já observaram um arco-íris e avaliar o conhecimento prévio deles sobre o assunto. Considerando que esse fenômeno ocorre por conta da presença de partículas de água no ar, pergunte aos alunos se já observaram um arco-íris após uma chuva ou próximo a quedas-d'água, e se a presença de água tem alguma relação com ele.

### Atividade a mais

• Proponha aos alunos a atividade a seguir, para que eles investiguem a decomposição da luz.

### Materiais

- > assadeira
- > uma cartolina branca
- > um espelho pequeno
- > água

• Encha a assadeira com água e encoste nela o espelho, de modo que ele fique inclinado e apoiado sobre um dos lados dela. Parte do espelho ficará mergulhada na água.

• Coloque a assadeira em um ambiente aberto para que a luz do Sol incida sobre o espelho e seja refletida por ele. Ajuste a posição do espelho para que a luz refletida por ele se projete em uma cartolina branca fixada na parede, que servirá de anteparo.

• Lembre os alunos de tomar os devidos cuidados ao se exporem ao Sol durante esta atividade e de não olharem diretamente para a luz refletida, para evitar danos à retina. A exposição ao Sol deve durar somente o tempo necessário para a realização do experimento no local escolhido.

• Verifique se os alunos perceberam que, na cartolina, será possível observar as cores do espectro da luz visível, as quais compõem a luz branca. Melhores resultados são obtidos quando a cartolina não é iluminada diretamente pelo Sol ou quando a luz solar refletida pelo espelho é projetada em uma parede clara que esteja na sombra.

• Esta atividade contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF-09CI04** da BNCC, pois permite aos alunos planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser forma-

## Decomposição da luz visível

Analise a imagem a seguir.

BRIAN LOGAN PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK



de água suspensas na atmosfera, ela sofre refração, ocasionando sua dispersão. Assim, após atravessar a gota de água, a luz é decomposta em suas cores componentes, as quais são vistas na composição do arco-íris.

**Questão 7.** Você já viu o fenômeno retratado na foto? Que nome ele recebe? Registre sua resposta no caderno.

**Questão 8.** Explique, com suas palavras, como ocorre esse fenômeno.

**Questão 7. Resposta pessoal.** Espera-se que os alunos respondam que o fenômeno é conhecido como arco-íris.

Arco-íris visto sobre um lago em Congers, Estados Unidos, em 2021.

Nos diversos estudos dos fenômenos relacionados à luz, muitos cientistas perceberam que, em alguns casos, um feixe de luz branca se transformava em um feixe de luz com as cores distintas, semelhantes ao arco-íris. Isso ocorria quando o feixe de luz branca atravessava alguns materiais transparentes. Com isso, ao longo do tempo, várias explicações sobre esse fenômeno foram elaboradas.

### Glossário

O filósofo francês René Descartes (1596-1650) afirmava que a luz seria composta de partículas de éter que girariam em torno de si mesmas e se deslocariam em linha reta. No modelo proposto por Descartes, as partículas de éter que formariam a luz, refratada ou refletida, sofreriam uma alteração em sua rotação, e, por isso, enxergaríamos essa luz com cores variadas.

APIC/HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES - COLEÇÃO PARTICULAR



Representação colorizada do experimento realizado por Isaac Newton. Essa representação foi feita em 1754.

Como citado anteriormente, Isaac Newton também pesquisou profundamente sobre a refração e a decomposição da luz. Em seu experimento mais conhecido, ele escureceu um ambiente permitindo que apenas um feixe de luz solar – exemplo de luz branca – entrasse no local. Utilizando um prisma de vidro com base triangular, Newton observou que a luz solar se decompunha em várias cores ao atravessar o prisma.

das pela composição das cores do arco-íris. Além disso, esta atividade permite também trabalhar a **Competência geral 2** e a **Competência específica de Ciências da Natureza 2** da BNCC, pois incentiva os alunos a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica para investigar causas, elaborar e testar hipóteses.

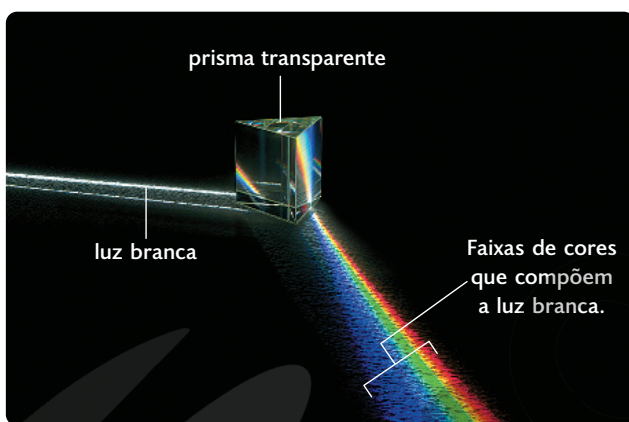


Em outro experimento, Newton direcionou para uma lente convergente a luz decomposta pelo prisma. Como resultado, as diferentes cores de luz se recombinaram e formaram luz branca.

Por meio desses experimentos, Newton concluiu que as diferentes cores observadas formavam a luz branca e que isso não se tratava de alterações de rotações de suas partículas, como Descartes havia sugerido.

A explicação para o surgimento das diferentes cores, após a luz branca incidir no prisma transparente, é que, ao atravessar esse objeto, o feixe de luz branca tem a sua velocidade alterada, sofrendo o fenômeno da refração. Durante a refração, as cores que compõem a luz branca são separadas, pois cada uma delas tem uma velocidade diferente no interior do vidro do prisma. Esse fenômeno de separação da luz branca em suas cores componentes é chamado decomposição.

Apesar de a luz branca ser composta por uma grande variedade de cores, quando ocorre sua decomposição, geralmente conseguimos distinguir sete faixas de cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Analise a imagem a seguir.



A composição da luz branca também está relacionada com a cor que enxergamos nos objetos. Isso porque, quando a luz incide sobre eles, a reflexão e a absorção da luz ocorrem simultaneamente. Dessa forma, as cores que vemos nos objetos correspondem às cores da luz visível que foram refletidas por eles. Por exemplo, a folha verde de uma planta é vista com essa cor porque reflete a luz verde e absorve o restante das cores da luz branca.

Isaac Newton realizou estudos em diferentes áreas, pesquisando profundamente e executando diversos experimentos. A **persistência** é uma competência que diz respeito à capacidade de se manter determinado, com foco e responsabilidade para atingir um objetivo em determinada tarefa, seja ela simples ou complexa. Quando você estiver realizando alguma atividade e sentir dificuldade, persista, pense em alternativas para resolver o problema e tente novamente.

Decomposição da luz branca nas cores do espectro da luz visível.

261

• Nesta página, enfatize para os alunos a importância da **persistência** na investigação científica. Comente que, para Newton alcançar seus objetivos, ele precisou se manter determinado e com foco, buscando diferentes estratégias para superar obstáculos e desafios.

### Atividade a mais

• Solicite que os alunos desenvolvam uma atividade prática que permita investigar o que ocorre quando iluminamos um objeto com luz de diferentes cores.

### Materiais

- > três lanternas
- > papel celofane vermelho
- > papel celofane verde
- > um pedaço de cartolina branca
- > um pedaço de papel-cartão amarelo

• Fixe um pedaço de papel celofane vermelho na lente de uma das lanternas e um pedaço de papel celofane verde em outra lanterna.

• Coloque o pedaço de cartolina sobre uma mesa e o pedaço de papel-cartão ao lado. O ambiente deve ser escuro.

• Acenda a lanterna sem papel celofane e ilumine somente a cartolina branca. Peça aos alunos que identifiquem a cor da cartolina.

• Em seguida, repita o procedimento com a lanterna vermelha e, depois, com a lanterna verde. Em cada caso, solicite aos alunos que identifiquem a cor aparente da cartolina. Verifique se eles perceberam que a cor da cartolina varia de acordo com a cor da luz que a atinge.

• Repita a atividade usando agora o papel-cartão amarelo. Novamente os alunos perceberão que a cor aparente do papel-cartão é influenciada pela cor da luz que o atinge.

• Comente que as cores dos objetos dependem da cor de luz que eles refletem ou absorvem. Se iluminados com luz branca, os objetos apresentam sua cor real, mas, se forem iluminados com uma luz monocromática, a cor percebida pode variar. Esta abordagem contribui para desenvolver a habi-

lidade **EF09CI04** da BNCC, pois fornece subsídios para que os alunos planejem e executem experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

• O simulador indicado na página do **Livro do Aluno** permite observar a formação das cores de acordo com a sobreposição de três cores primárias da luz: o vermelho (*red*), o verde (*green*) e o azul (*blue*), também conhecido por suas iniciais em inglês, RGB. Também é possível aplicar o filtro de cor e observar quais são as cores que percebemos quando mudamos a cor da luz que atravessa o filtro. É interessante manter a cor do filtro e alterar a da lâmpada, e, em seguida, realizar o processo inverso, fixar a cor da lâmpada e alterar a do filtro.

### Um texto a mais

• Sobre o *laser*, leia o texto a seguir.

[...]

Os fenômenos da excitação, da fluorescência e da fosforescência constituem a base de funcionamento de um dos mais intrigantes instrumentos, o **laser** (*“light amplification by stimulated emission of radiation”*, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). Embora o primeiro *laser* fosse inventado em 1958, o conceito de emissão estimulada foi predito por Einstein em 1917. Para compreender o funcionamento de um *laser*, devemos primeiro discutir o que é *luz coerente*.

A luz emitida por uma lâmpada comum é incoerente; ou seja, ela é formada por fótons com frequências e fases diferentes. Essa luz é tão incoerente quanto o som resultante dos passos de uma multidão correndo caoticamente sobre o piso de um auditório. A luz incoerente é caótica. Um feixe de luz incoerente se espalha após ter percorrido uma curta distância, tornando-se cada vez mais largo e cada vez menos intenso com o aumento da distância percorrida.

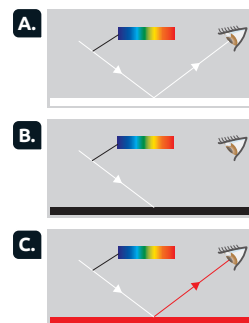
Mesmo se o feixe for filtrado, de modo que seja formado por ondas de uma mesma frequência (feixe monocromático), ele ainda será incoerente, pois as ondas estarão fora de fase entre si.

Um feixe de fótons que tenham a mesma frequência, a mesma fase e a mesma direção de propagação – ou seja, um fei-

Para entendermos melhor a respeito das cores dos objetos que enxergamos, analise o exemplo a seguir.



PAUL ORR/SHUTTERSTOCK



Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representações (A, B e C) das cores do espectro visível refletidas pelo carrinho.

ILUSTRAÇÕES: EDUARDO DOS SANTOS/ARQUIVO DA EDITORA

Considere que um carrinho com as cores vermelha, preta e branca, é iluminado com luz branca.

- Enxergamos a parte do carrinho na cor branca porque, nessa região, ocorre a reflexão de todas as cores do espectro visível.
- Enxergamos a parte do carrinho na cor preta porque, nessa região, ocorre a absorção de todas as cores do espectro visível.
- Enxergamos a parte do carrinho na cor vermelha porque, nessa região, ocorrem a reflexão do componente vermelho do espectro de luz visível e a absorção dos outros componentes da luz visível.

### Sugestões complementares

Para verificar como nossos olhos percebem as cores de luz e a mistura delas, acesse o simulador Visão de cor, no site *PhET Colorado*. Nele, é possível observar também como um filtro colorido funciona e verificar as cores de luz que formam a luz branca.

Visão de cor. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html). Acesso em: 14 abr. 2022.

## Laser

O primeiro *laser* foi desenvolvido em 1960 pelo físico estadunidense Theodore Maiman (1927-2007). O termo **laser** é uma abreviação da expressão em inglês *light amplification by stimulated emission of radiation*, que significa **amplificação da luz por emissão estimulada de radiação**.

A luz emitida pelo *laser* tem diversas características que a diferem das demais fontes de luz. Por exemplo, ela é monocromática, ou seja, tem apenas uma cor, que é definida pela frequência da onda eletromagnética. Além disso, a luz emitida pelo *laser* é caracterizada por ter feixe de luz **coerente** e **colimado**, o que a torna altamente precisa e lhe permite percorrer longas distâncias sem que ocorra espalhamento.

**Coerente:** no sentido do texto, refere-se a um feixe de luz com ondas idênticas, no qual as cristas e os vales se propagam juntos, reforçando seus efeitos.

**Colimado:** diz-se do feixe de raios luminosos que se propagam paralelamente.

262

xe de fótons que são cópias idênticas uns dos outros – é dito ser *coerente*. Um feixe de luz coerente se propaga sofrendo muito pouco alargamento e enfraquecimento.

[...]

HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 574-575.

As características citadas anteriormente garantem que a luz emitida pelo *laser* tenha alta concentração de energia em pequenas regiões. Isso possibilita seu uso em diversas áreas. Leia a seguir algumas aplicações do *laser*.

- Em indústrias, o *laser* pode ser usado para furar e/ou cortar peças.
- Em tratamentos dentários, o uso do *laser* tem apresentado grande eficácia, tanto na estética quanto na saúde bucal.
- Na Medicina, por meio de equipamentos que utilizam *laser*, faz-se, por exemplo, reparação tecidual, redução de edema, tratamento de paralisia facial, de dores na articulação da mandíbula, cárie, entre outros procedimentos.
- Na Dermatologia, equipamentos a *laser* são utilizados em diversos tratamentos, como na retirada de verrugas, na eliminação de acne, no clareamento de manchas e no tratamento de feridas e cicatrizes.
- Em bancos e estabelecimentos comerciais, os leitores de códigos de barras utilizados em pagamentos de faturas e na conferência dos preços dos produtos utilizam o *laser*.
- Em cirurgias corretivas de visão, o *laser* é aplicado para remodelar a córnea com o intuito de alterar o local onde a imagem é produzida. Com isso, corrigem-se alguns problemas de visão.

A oftalmologista estadunidense Patricia Bath (1942-2019), além de ser a primeira mulher negra a concluir a residência em Oftalmologia e a obter uma patente médica, foi uma das pioneiras no uso do *laser* na Oftalmologia. Patricia inventou a sonda *Laserphaco* (abreviação em inglês para cirurgia de catarata fotossensível a *laser*) para tratar catarata, permitindo que as cirurgias fossem menos dolorosas e realizadas com cortes menores.

Patricia Bath.



DAVID HERRAEZ/ALAMYFOTORENA

Tratamento odontológico utilizando *laser*.



KHOLYWOOD/SHUTTERSTOCK

Pessoa utilizando um leitor de códigos de barras.



JELMA COUNTESS/GETTY IMAGES

- O trabalho com esta página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI07** da BNCC, pois permite aos alunos conhecer o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças, como a cirurgia ótica a *laser*.
- Ao abordar a aplicação do *laser* nos leitores de códigos de barra, explique aos alunos que esses equipamentos podem utilizar luz infravermelha ou luz visível (*laser* vermelho, por exemplo).
- Para realçar a importância do trabalho realizado pela oftalmologista estadunidense Patricia Bath (1942-2019), comente com os alunos que, no método criado por ela, o *laser* é utilizado para cortar a lente do olho com catarata, deixando mais fácil a retirada e a substituição dessa lente por uma artificial. Diga-lhes também que ela foi a cofundadora do Instituto Americano para a Prevenção da Cegueira ou AIPB (sigla em inglês para *American Institute for the Prevention of Blindness*).
- Se julgar interessante, leia mais informações sobre Patricia Bath no link a seguir. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/06/04/morre-patricia-bath-medica-pioneira-e-criadora-do-tratamento-mais-preciso-para- Catarata.ghtml>. Acesso em: 18 jun. 2022.

### Algo a mais

- Para obter mais informações sobre o *laser*, acesse o artigo *Um presente de Apolo: lasers, história e aplicações*. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/bXZ3scjTLbDmBW MWxYJB7YB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2022.

## Metodologias ativas

Ao trabalhar o conteúdo sobre *lasers*, avalie a possibilidade de utilizar a metodologia ativa **seminário**. Para isso, obtenha mais informações sobre essa estratégia no tópico **Metodologias e estratégias ativas**, nas orientações gerais deste manual. Peça aos alunos que pesquisem a respeito do funcionamento e aplicação dos *lasers* em diversas áreas, como tecnologia ou saúde. Oriente-os a buscar

diferentes fontes de informação, coletando e analisando dados cientificamente já conhecidos. Eles podem compartilhar os resultados obtidos mediante uma troca de ideias e, em seguida, elaborar uma conclusão. Reserve um momento da aula para que os alunos façam a apresentação.



• A atividade experimental proposta nestas páginas permite desenvolver a habilidade **EF09CI04** da BNCC, que propõe o planejamento e a execução de experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

• Caso os alunos tenham dificuldade para responder à questão **a**, induza-os a lembrar do experimento realizado por Newton com o prisma.

• Para esta atividade, reúna-os em grupos de quatro alunos e divida as tarefas de maneira equilibrada. Incentive-os a discutir os resultados obtidos e a formular uma conclusão. Esta estratégia pode ajudar a desenvolver as competências socioemocionais **empatia** e o **respeito** às opiniões dos colegas de turma, além do diálogo, aptidões citadas na **Competência geral 9** da BNCC.

• Em casos de insucesso durante alguma etapa, solicite aos alunos que proponham outras estratégias para desenvolvê-la. Esta proposta estimula a resiliência e a autonomia dos alunos na tomada de decisões, além da criação de soluções para a resolução de problemas, aptidões contempladas na **Competência geral 2** da BNCC.

• Comente com os alunos que as cores envolvidas nesta atividade experimental compõem o sistema RGB, que é constituído pelas cores primárias de luz vermelha (*red*), verde (*green*) e azul (*blue*). Esse sistema apresenta as cores aditivas, pois a mistura das três cores primárias resulta na cor branca. Essa paleta de cores é muito utilizada na reprodução das imagens em equipamentos eletrônicos, como televisores.

## Hora de investigar

a) É possível obter a luz branca ao misturar luz de diferentes cores? Justifique sua resposta no caderno. **Questão a. Resposta nas orientações ao professor.**

### Materiais

- 3 lanternas pequenas
- 3 elásticos de borracha
- papel-celofane nas cores verde, azul e vermelho
- cartolina branca
- tesoura com pontas arredondadas
- fita adesiva
- régua

### Como proceder

- A.** Recorte o papel-celofane verde, de forma a obter um quadrado de 40 cm de lado.
- B.** Dobre o papel-celofane ao meio três vezes.

#### Cuidado!

Fique atento ao manusear a tesoura para recortar o papel-celofane.

- C.** Cubra totalmente a lente de uma das lanternas com o papel-celofane verde. Utilize o elástico de borracha para prendê-lo à lanterna.

#### Dica!

O papel-celofane deve cobrir completamente a lente da lanterna.

- D.** Repita as etapas A, B e C para os papéis-celofane azul e vermelho.

Imagem referente à etapa D.

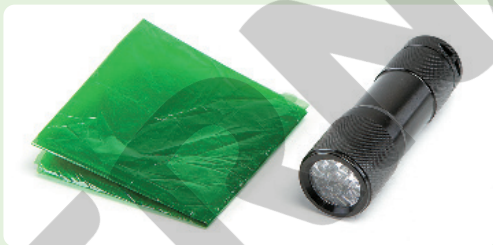


Imagem referente à etapa B.



Imagem referente à etapa C.



• Diga aos alunos que outro sistema de cores muito utilizado é o CMYK, que é composto pelas cores primárias de pigmento ciano (*cyan*), magenta (*magenta*), amarelo (*yellow*) e a cor chave (*key*), o preto. Esse sistema apresenta as cores subtrativas, pois a mistura dessas cores resulta na cor preta, essa paleta de cores é muito utilizada na indústria gráfica.

### Resposta

**Questão a.** Espera-se que os alunos respondam que sim, pois o espectro das sete cores visíveis sobrepostas origina a luz branca.

**E.** Com a fita adesiva, fixe a cartolina branca em uma das paredes da sala de aula.

**F.** Desligue as luzes da sala de aula e feche as cortinas.

**Dica!**

Para um melhor resultado, faça essa atividade em um local com pouca luminosidade.

**G.** Ligue as três lanternas e projete a luz sobre a cartolina branca.

**H.** Aproxime o feixe de luz das três lanternas em um mesmo ponto da cartolina e analise a cor da luz formada. Anote em seu caderno sua observação.

**I.** Repita a etapa H utilizando apenas duas lanternas. Teste todas as combinações possíveis, azul e verde, azul e vermelho, verde e vermelho, e anote em seu caderno a cor visualizada em cada uma.

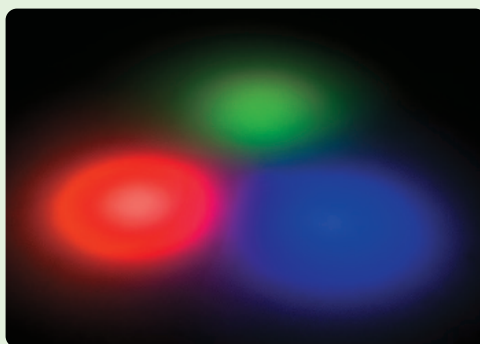


Imagem referente à etapa G.

JOSE VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

**Minhas observações** Minhas observações. Questões 1 e 2. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

1. Qual foi a cor visualizada ao misturar as luzes azul, verde e vermelha?
2. Quais foram as cores visualizadas na etapa I?

**Elaborando nossas conclusões** Elaborando nossas conclusões. Questão 1. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

**1.** Junte-se a três colegas e discutam os resultados obtidos nessa investigação, relacionando-os à resposta dada à questão inicial. Em seguida, elaborem esquemas para explicar o resultado das observações, de modo a evidenciar as cores das luzes que foram misturadas e o resultado dessa mistura. Por fim, apresentem os esquemas aos demais colegas, explicando as conclusões a que chegaram.

**Vamos ampliar a investigação!** Vamos ampliar a investigação! Questão 1. Resposta e instruções nas orientações ao professor.

**1.** Como vocês fariam para investigar a formação de outras cores usando as luzes vermelha, verde e azul? Junte-se a três colegas e desenvolvam uma atividade prática para responder a essa pergunta. Detalhem os procedimentos de como montar e realizar a atividade, destacando os materiais necessários. Depois de realizarem a atividade, registrem os resultados no caderno ou por meio de fotos. Por fim, apresentem à turma a atividade que o grupo de vocês desenvolveu, comparando os resultados obtidos.

• Para auxiliar os alunos a responder às questões 1 e 2 do tópico **Minhas observações**, oriente-os a registrar fotos dos resultados observados nas etapas H e I.

• O objetivo da questão do tópico **Elaborando nossas conclusões** é incentivar os alunos a refletir sobre os resultados do experimento aliando-os aos conhecimentos prévios e a compartilhar suas experiências com os colegas de turma. Caso eles apresentem dificuldade para explicar os resultados observados, lembre com eles o experimento em que Newton utilizou uma lente convergente para combinar luzes de cores diferentes.

• O objetivo da questão do tópico **Vamos ampliar a investigação!** é incentivar a autonomia dos alunos na elaboração e na realização de atividades de investigação científica. Esta atividade pode ser realizada para exemplificar a produção de cores em telas de TV, celulares e computadores que utilizam o sistema RGB (*red, green, blue*), pois as diferentes cores são obtidas partindo da mistura das cores vermelha, azul e verde, emitidas com diferentes intensidades. Caso julgue necessário, lembre-os da simulação sugerida na página 262 do **Livro do Aluno**. Aproveite para propor aos alunos que empreguem o **pensamento computacional** nessa investigação, de forma que eles possam, por exemplo, fazer a decomposição da atividade prática em partes menores, e o reconhecimento de padrões ao perceber que será abordada novamente a mistura de cores e o algoritmo na execução do experimento.

**Respostas**

**Minhas observações**

1. Espera-se que os alunos respondam que a cor da luz projetada é branca.
2. Espera-se que os alunos respondam que a mistura de azul e verde gerou a luz de cor ciano, de azul e vermelho resultou em luz de cor magenta; de verde e vermelho formou a luz de cor amarela.

**Elaborando nossas conclusões**

1. Espera-se que os alunos produzam esquemas mostrando as regiões iluminadas pelas lanternas e as cores formadas na região de interseção das luzes emitidas pelas lanternas. Eles devem mostrar que a mistura das luzes azul, verde e vermelha forma a luz branca.

**Vamos ampliar a investigação!**

1. Resposta pessoal. Os alunos podem propor uma atividade na qual outras cores de luz são formadas, variando a intensidade da luz de cada uma das três cores (vermelha, verde e azul) na mistura.

• As atividades 1 e 2 contribuem para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**, pois permite que os alunos compreendam que todas as cores de luz podem ser formadas pela mistura das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto depende também da cor da luz que o ilumina.

### Sugestão de avaliação

Após os alunos realizarem as atividades 1 e 2, faça um esquema na lousa mostrando um feixe de luz branca atingindo uma superfície azul e uma superfície amarela, perguntando qual é a cor da luz que será refletida em cada superfície. Eles devem citar que a superfície azul irá refletir a componente azul da luz branca; a superfície amarela, a componente amarela. Caso eles tenham dificuldade, retome o assunto sobre a composição da luz branca.

### Respostas

1. a) Espera-se que os alunos respondam que, na situação da foto A, enxergamos a mesa na cor branca e o objeto vermelho com sua cor característica (vermelha). Na situação da foto B, tanto a mesa quanto o objeto são vistos na cor vermelha. Isso ocorre porque a mesa branca reflete todas as componentes da luz visível, e o objeto vermelho reflete a componente vermelha da luz.

b) Espera-se que os alunos respondam que o objeto azul é visto com cor preta, na foto B, porque ele absorve a luz vermelha. Na foto A, quando o objeto azul é iluminado com luz branca, ele reflete a componente azul da luz branca e absorve as outras cores. Como na situação da foto B não há uma componente azul na luz que ilumina o objeto, ele não reflete nenhuma cor de luz e aparenta ter cor preta.

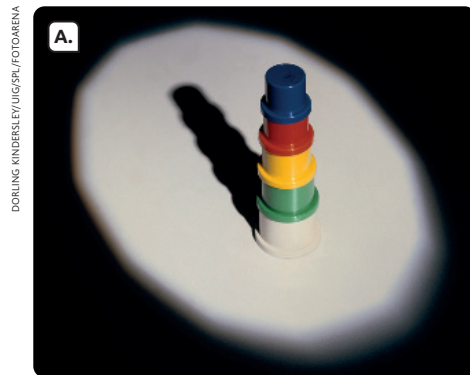
c) Espera-se que eles reconheçam que a cor que enxergamos determinado objeto não depende unicamente de sua cor, mas também da cor da luz que incide sobre ele.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

2. a) Resposta: Ao substituir as lâmpadas de luz branca por lâmpadas de luz vermelha, as carnes parecem ser mais vermelhas do que realmente são. Nesse caso, elas ganharam aspecto de carne fresca, mesmo que não sejam.

1. As fotos a seguir mostram objetos coloridos sendo iluminados com luz branca (foto A) e com luz vermelha (foto B). Analise-as.



Objetos coloridos iluminados com luz branca.



Mesmos objetos coloridos da imagem A, agora sendo iluminados com luz vermelha.

- a) De que cor você enxerga a mesa e o objeto vermelho em cada situação? Em sua opinião, por que isso acontece? 1. a) Resposta nas orientações ao professor.
- b) Por que o objeto que aparece azul na foto A é visto com cor preta na foto B? Como você explica essa diferença? 1. b) Resposta nas orientações ao professor.
- c) O que você pode concluir a respeito da cor da luz que incide em objetos e as cores com que os enxergamos? 1. c) Resposta nas orientações ao professor.

2. De acordo com a *Cartilha do Consumidor*, elaborada pelo Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (DPDC), é proibido o uso de lâmpadas vermelhas e verdes nas vitrines de exposição de carnes em supermercados e açougues.

- a) O que acontece com o aspecto da carne se, nas vitrines de exposição, as lâmpadas de luz branca forem substituídas por lâmpadas de luz vermelha?
- b) De acordo com o que você estudou sobre a luz, explique por que essa prática é proibida. 2. b) Resposta pessoal. Essa prática é proibida porque o consumidor não estaria vendo o aspecto real da carne.
- c) Que aspecto você imagina que teria a carne bovina se as lâmpadas de luz branca fossem substituídas por lâmpadas de luz verde?

2. c) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos respondam que, ao substituir as lâmpadas de luz branca por lâmpadas de luz verde, as carnes ficariam mais escuras do que seu aspecto real. Nesse caso, elas teriam aspecto característico de carnes impróprias para o consumo.

266



Vitrine de um açougue.

### Um texto a mais

• Sobre a conservação e a iluminação de carnes em açougues, leia o texto a seguir.

[...]

1. Procure açougues que tenham boas condições de higiene. Verifique as paredes, os balcões e principalmente a luz. Se a luz que ilumi-

na a carne for vermelha, cuidado! Colocar esta luz vermelha é ilegal, pois muda a cor da carne fazendo-a parecer que é mais nova.

[...]

BRASIL. Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor. *Cartilha do Consumidor*. Brasília, 1999. Disponível em: <https://procon.rs.gov.br/upload/arquivos/201712/20172559-cartilha-do-consumidor-mj.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.



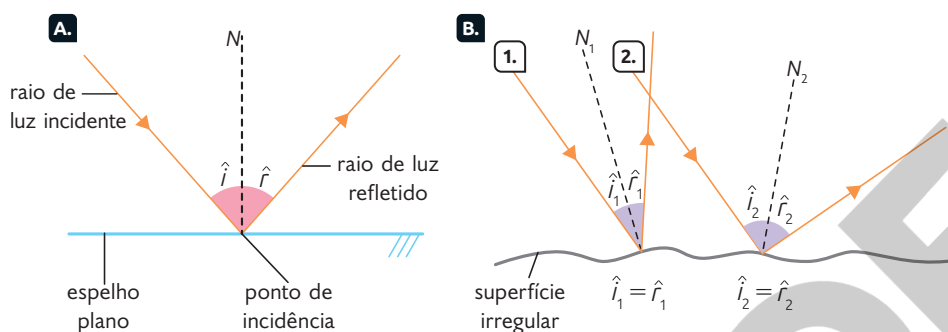
## Instrumentos ópticos

O funcionamento de alguns instrumentos ópticos está relacionado com a reflexão e a refração da luz. Vamos conhecer alguns desses instrumentos a seguir.

### Espelhos

O espelho é um dos instrumentos ópticos mais utilizados em nosso cotidiano, e seu funcionamento se baseia na reflexão dos raios de luz.

No fenômeno da reflexão, a luz que incide sobre uma superfície retorna para o meio de onde foi emitida, obedecendo à **lei da reflexão**, que vale para qualquer tipo de reflexão. De acordo com essa lei, os raios incidente e refletido estão no mesmo plano, e o ângulo de reflexão ( $\hat{r}$ ) é igual ao ângulo de incidência ( $\hat{i}$ ). Esses ângulos são medidos em relação à reta normal, a qual deve ser traçada perpendicularmente ao plano que contém o ponto de incidência. Analise as imagens a seguir.



Representações dos ângulos de incidência e de reflexão da luz que incide em superfície plana (imagem A) e em superfície irregular (imagem B).

Quando um raio de luz incide sobre uma superfície (imagens A e B) com determinado ângulo de incidência em relação a uma reta normal à superfície ( $N$ ), esse raio será refletido com um ângulo de reflexão, em relação à reta normal igual ao ângulo de incidência.

Mesmo a superfície sendo irregular (imagem B), podemos perceber que a lei da reflexão se aplica a cada um dos raios incidentes (1 e 2).

Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 134.

Podemos classificar a reflexão da luz de duas maneiras. Quando um feixe luminoso com raios paralelos incide sobre uma superfície irregular opaca ou translúcida, os raios luminosos são refletidos de maneira desordenada. Esse fenômeno é conhecido como **reflexão difusa** e nos permite observar os objetos iluminados em nosso cotidiano.

267

#### Atividade a mais

• Peça a um aluno que se coloque em frente a um espelho. Em seguida, com o dedo indicador da mão direita, ou com uma seta feita de papel, aponte para cima, para a direita, para a esquerda e para baixo. A imagem do dedo indicador do aluno, ou da seta, vai apontar respectivamente para cima, direita, esquerda e para baixo, seguindo a mesma

direção que o aluno apontou. Em seguida, peça ao aluno que aponte o dedo indicador para a direção do espelho; note como a imagem do indicador aponta na direção do aluno. Comente que isso acontece porque a inversão ocorre na profundidade da imagem, mantendo a simetria em relação ao plano do espelho.

• Diga aos alunos que os instrumentos ópticos desempenham muitas aplicações em nosso cotidiano. Peça-lhes que citem algumas dessas aplicações e acompanhe se eles mencionam, por exemplo, as diversas utilizações dos espelhos em nosso cotidiano, como retrovisores de automóveis, espelhos residenciais e a presença de lentes em câmaras fotográficas, celulares, óculos, binóculos, entre outras.

• Ao abordar as reflexões regular e difusa, deixe claro que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência, ou seja, as leis da reflexão valem para qualquer tipo de reflexão.

• A leitura dos esquemas desta página possibilita uma relação com o componente curricular de **Matemática**, pois aborda o conceito de ângulos. Se julgar conveniente, com o auxílio do professor desse componente curricular, relembre esse conteúdo com os alunos. Construa na lousa, utilizando régua e transferidor, um ângulo de  $35^\circ$ . Em seguida, comente com eles que o ângulo corresponde à região determinada pelo encontro de duas semirretas e que o ponto de encontro é chamado vértice. Pinte a região do plano que corresponde ao ângulo de  $35^\circ$ . Ressalte que a reta normal é uma reta perpendicular à superfície na qual o raio de luz é refletido. Ela deve ser traçada passando pelo ponto de incidência da luz.

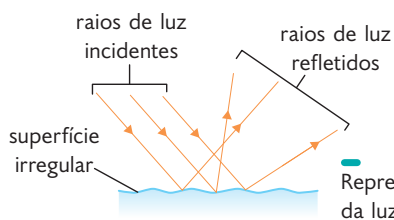
- Comente com os alunos que, quando a superfície lisa e polida não é plana, ocorre uma deformação da imagem refletida. Um tipo especial de espelho não plano é o espelho esférico. Esses espelhos são obtidos das calotas esféricas que têm a parte interna ou externa polidas, como colheres de aço inoxidável usadas como talheres.

- Uma calota esférica pode dar origem a dois tipos de espelho: o côncavo, que possui a parte interna polida; e o convexo, que possui a parte externa polida.

- É importante comentar com os alunos que as distorções causadas pelos espelhos esféricos podem ser utilizadas em diversas situações do nosso cotidiano. Os espelhos convexos, por exemplo, ampliam o campo de visão do observador em relação a um espelho plano, pois, independentemente da posição do objeto, sempre produzem imagens direitas e menores que o objeto. Eles geralmente são instalados no fundo de lojas e em transportes coletivos, pois possibilitam a visão de uma parte maior do ambiente.

- Quanto aos espelhos côncavos, eles reduzem o campo de visão do observador e, dependendo da posição do objeto, produzem diferentes tipos de imagens, as quais podem ser invertidas e maiores, invertidas e menores, invertidas e iguais, direitas e maiores que o objeto. Espelhos côncavos são utilizados por profissionais odontológicos, por exemplo, pois, quando o objeto está bem próximo ao espelho, a imagem formada é direita e maior.

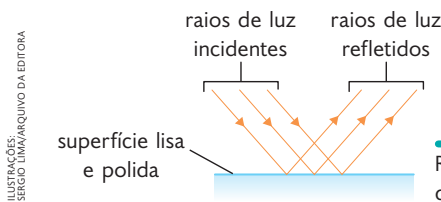
Analise a imagem a seguir.



Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 134.

Representação da reflexão difusa da luz em superfície irregular.

Quando um feixe luminoso com raios paralelos incide sobre uma superfície plana, lisa e polida, eles serão refletidos paralelamente, isto é, mantendo a organização inicial. Esse fenômeno é conhecido como **reflexão regular**. Analise a imagem a seguir.



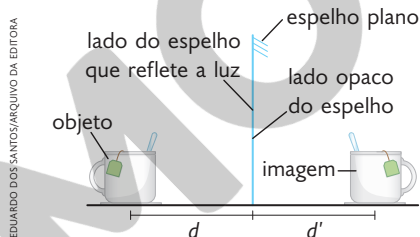
Fonte de pesquisa: TREFIL, James; HAZEN, Robert M. *Física viva: uma introdução à física conceitual*. Tradução: Ronaldo S. de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. p. 134.

Representação da reflexão regular da luz em superfície lisa e polida.

A reflexão regular nos permite enxergar os detalhes dos objetos refletidos. É esse tipo de reflexão que ocorre nos **espelhos planos**, por exemplo.

### Formação de imagem em espelho plano

Quando observamos uma imagem em um espelho plano, temos a impressão de que ela está “dentro” dele. Isso ocorre porque a imagem é formada simetricamente em relação ao plano do espelho e atrás dele, ou seja, a distância da imagem até o espelho é igual à distância do objeto até o espelho. Outra característica da imagem formada pelo espelho plano é que ela tem o mesmo tamanho que o objeto e a mesma orientação, por isso, dizemos que a imagem é **direita**. Analise a seguir.



Fonte de pesquisa: HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 522.

Representações com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Representação da formação de imagem em um espelho plano.

As distâncias do objeto até o espelho ( $d$ ) e da imagem até o espelho ( $d'$ ) são iguais ( $d = d'$ ), ou seja, a imagem é **simétrica** ao objeto em relação ao espelho.

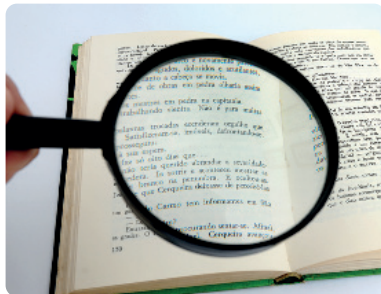
- Pergunte aos alunos se eles conhecem os espelhos esféricos e se já os observaram em algum local que frequentam. Se possível, leve espelhos esféricos para a sala de aula e mostre os tipos de imagens que eles formam, comparando com as imagens dos espelhos planos.

## Lentes

As lentes são instrumentos ópticos construídos com materiais transparentes e estão presentes em diversas situações do nosso dia a dia. Óculos, máquinas fotográficas, microscópios ópticos, lupas e lunetas são alguns dos equipamentos em que as lentes são utilizadas.

O princípio do funcionamento das lentes se baseia no fenômeno da **refração da luz**, de modo que, quando a luz atravessa as lentes, ela sofre um desvio em sua trajetória. As lentes são classificadas como convergentes e divergentes, com base em como elas desviam a trajetória da luz.

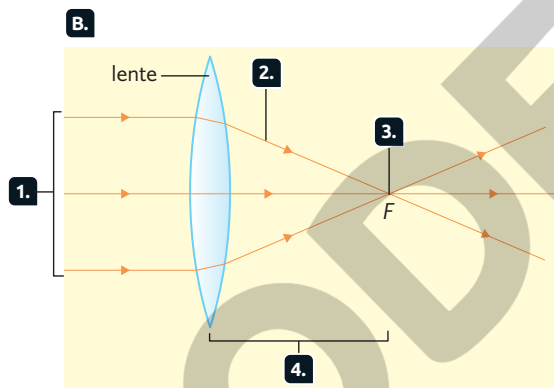
Pessoa usando lupa para ampliar o texto de um livro.



FERNANDO FAVORETTO/CIAR IMAGEM

### Lente convergente

Analise as imagens a seguir, que mostram como os raios de luz são refratados por uma lente convergente.



SERGIO LIMA/ARQUIVO DA EDITORA

Representação de raios de luz sofrendo desvios ao atravessarem uma lente convergente (imagem A) e representação da refração da luz em uma lente convergente (imagem B).

Fonte de pesquisa: TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, óptica*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2. p. 410-411.

Na imagem B, a luz que chega à lente com **raios incidentes paralelos (1)** atravessa a **lente convergente** e sofre desvios. Os **raios refratados (2)** convergem, aproximando-se uns dos outros até se interceptarem em um ponto, que é chamado **ponto focal (F) (3)**. A distância entre a lente e o ponto focal é denominada **distância focal (4)**. O raio de luz que passa pelo centro da lente não sofre desvio na direção de propagação.

• Após abordar o conteúdo sobre lentes nesta página e na próxima, destaque o aspecto das bordas de cada tipo de lente, para que os alunos percebam que a lente convergente tem as bordas finas e a divergente, bordas largas.

### Atividade a mais

• Sugira aos alunos que, em grupos, pesquisem sobre as anomalias de visão chamadas hipermetropia e miopia, de modo que entendam como as lentes auxiliam na correção delas.

Verifique se os alunos constatarem que a hipermetropia é a dificuldade em enxergar objetos próximos e que isso ocorre por conta da imagem ser formada depois da retina. Para corrigir esse problema, utiliza-se uma lente convergente, provocando a convergência dos raios luminosos antes de entrarem nos olhos, o que possibilita que a formação da imagem ocorra na retina.

No caso da miopia, distúrbio que causa a dificuldade em enxergar objetos distantes, os raios luminosos que atravessam a córnea refratam de modo que a imagem se forme antes da retina. A consequência é uma imagem indefinida e borrada de objetos distantes. Para corrigir esse problema, são utilizadas lentes divergentes, em que os raios luminosos diverjam antes de entrar nos olhos, possibilitando a formação da imagem na retina.

Se possível, ilustre as situações para os alunos.



• Leia para os alunos o texto a seguir, que apresenta informações sobre a associação de lentes.

As lentes simples já eram utilizadas em lupas e óculos desde o século XIV. No entanto, a ampliação de imagens obtidas com a utilização desses equipamentos era insuficiente para realizar determinadas observações científicas.

Por volta de 1600, o holandês Zacharias Janssen (1580-1638), com a ajuda de seu pai, Hans, desenvolveu um equipamento formado pela combinação de duas lentes convexas, dispostas nas extremidades de um tubo. Com esse equipamento, era possível obter ampliações de imagens bem maiores do que com uma lupa simples. No entanto, ele apresentava diversos problemas em relação à qualidade da imagem ampliada. Esse equipamento ficou conhecido posteriormente como microscópio composto.

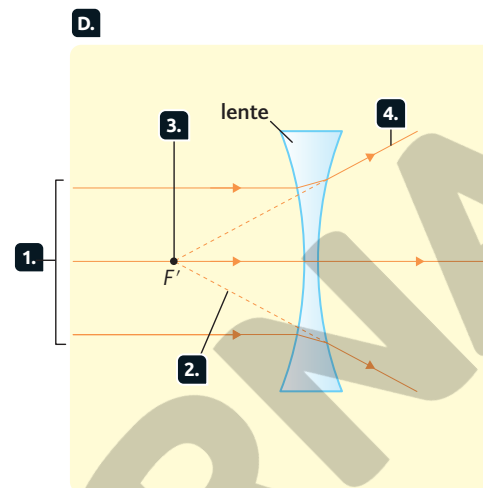
Em 1609, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) aperfeiçoou o equipamento criado por Zacharias e Hans Janssen, desenvolvendo um instrumento de observação que ficou conhecido como luneta de Galileu.

Essa luneta era composta de duas lentes, uma convergente e outra divergente, e rendeu a Galileu o grande mérito de ser o primeiro a utilizar esse tipo de equipamento na observação de corpos celestes.

Atualmente, vários equipamentos presentes em nosso dia a dia possuem um conjunto de lentes associadas. Alguns exemplos são as máquinas fotográficas, os binóculos, as lunetas e os microscópios.

## Lente divergente

Agora analise as imagens a seguir, que representam como os raios de luz são refratados por uma lente divergente.

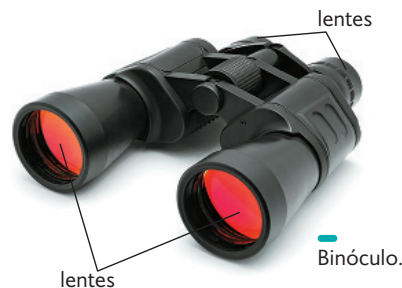


Representação de raios de luz sofrendo desvios ao atravessarem uma lente divergente (imagem C) e representação da refração da luz em uma lente divergente (imagem D).

Fonte de pesquisa: TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, óptica*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2. p. 410-411.

Na imagem D, os raios incidentes paralelos (1) que chegam à lente divergente sofrem desvios, afastando-se uns dos outros. Nesse tipo de lente, o ponto focal ( $F'$ ) (3) é chamado virtual e é indicado antes da lente. Quando os raios incidentes são paralelos, a direção dos raios refratados (2) é obtida por meio do prolongamento dos raios refratados (4) até o ponto focal (3). Dessa maneira, após atravessarem a lente, os raios de luz formam um feixe que diverge, a partir do ponto focal. O raio de luz que passa pelo centro da lente não sofre desvio na direção de propagação.

Atualmente, a maioria dos equipamentos ópticos que usamos no cotidiano para a ampliação ou registro de imagens tem uma combinação de lentes, como é o caso do binóculo. Essa combinação de lentes torna o equipamento óptico mais eficaz e possibilita a obtenção de imagens mais nítidas.



270

• Comente com os alunos também que pessoas com determinados defeitos de visão podem ter seu problema corrigido por meio do uso de óculos com lentes apropriadas. Ao utilizarem lentes de contato ou óculos, elas estão utilizando um conjunto de lentes que, nesse caso, é formado pela lente do olho e pela lente dos óculos ou das lentes de contato. Explique aos alunos que os óculos e as lentes de contato são utilizados para corrigir determinados defeitos de visão relacionados à focalização das imagens na retina.

## Atividades

Faça as atividades no caderno.

### 2. a) Resposta nas orientações ao professor.

- Um piso de madeira, normalmente fosco, pode refletir regularmente a luz e se aproximar de uma superfície espelhada se for devidamente lustrado com cera. Em seu caderno, explique o papel da cera nessa situação e por que o piso de madeira fica mais ou menos espelhado dependendo da técnica utilizada para lustrá-lo. **1. Resposta nas orientações ao professor.**
- Alguns veículos oficiais, como ambulâncias e caminhões de bombeiros, costumam trazer suas inscrições como mostrado na foto a seguir.



PHOTO CARMOCA/SHUTTERSTOCK

- Em seu caderno, explique por que as inscrições nos veículos oficiais são feitas como mostrado na imagem.
- Elabore uma atividade prática com dois colegas para demonstrar como enxergamos, por meio de um espelho, uma palavra escrita corretamente e ao contrário, posicionada atrás da nossa cabeça. Compartilhe a atividade com seus colegas, explicando por que isso ocorre.

### 2. b) Resposta nas orientações ao professor.

Ambulância em frente a um hospital na cidade de Duque de Caxias, RJ, em 2020.

- Em parques de diversões ou em algumas mostras de Ciências, diversos tipos de espelho são apresentados. Neles, a imagem da pessoa se apresenta de maneira deformada, com formatos engraçados. Analise a foto a seguir, que mostra um exemplo desse fenômeno. **3. a) Resposta: A reflexão ocorre de maneira difusa. Esse fenômeno é conhecido como espalhamento difuso.**



ASHLEY WILEY/ISTOCK/GETTY IMAGES

- Qual é o tipo de reflexão que ocorre no espelho retratado na foto?
- As leis da reflexão se aplicam ao tipo de espelho apresentado na foto?
- Cite as diferenças entre os espelhos planos e o espelho apresentado na foto. **3. c) Resposta nas orientações ao professor. Imagens não proporcionais entre si.**

Criança em frente a um espelho em um parque de diversões.

**3. b) Resposta:** Espera-se que os alunos respondam que sim. As leis da reflexão se aplicam tanto à reflexão regular quanto à reflexão difusa.

271

- Caso os alunos tenham dificuldade para responder à atividade 1, oriente-os a refletir sobre essa situação considerando as superfícies plana e irregular.
- Na atividade 2, solicite aos alunos que pensem no roteiro do experimento, realizem os registros das etapas e façam um relatório do experimento, apresentando os resultados e discutindo as conclusões que eles tiveram.
- O objetivo da atividade 3 é avaliar o conhecimento dos alunos sobre a reflexão difusa e regular. Se julgar necessário, retome esse conteúdo.

## Respostas

1. A cera é utilizada para dar brilho à superfície, pois forma uma camada de material translúcido sobre ela. A consequência disso é a superfície ficar mais lisa e espelhada à medida que é lustrada.

2. a) As palavras são escritas de forma invertida para que os motoristas as leiam corretamente pelo espelho retrovisor de seu carro, quando os veículos oficiais estiverem atrás deles.

b) Resposta pessoal. O objetivo desta questão é incentivar os alunos a propor uma atividade que demonstre que vemos no espelho a palavra escrita corretamente se ela estiver escrita ao contrário e ao contrário se ela estiver escrita corretamente. Eles devem explicar que a mudança na orientação da palavra se dá por causa da rotação que fazemos para observá-la pelo espelho. Por exemplo, quando observamos a palavra escrita corretamente pelo espelho, giramos o papel para que o texto fique apontado para o espelho, invertendo a palavra. Se ela estiver ao contrário, quando giramos o papel para o texto ficar apontado para o espelho, ela fica na orientação correta. No caso das ambulâncias ou dos carros de bombeiros, não é o

papel que está girando, mas sim o ponto de vista do observador, que está de costas para as viaturas.

3. c) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos mencionem que ocorre a reflexão regular nos espelhos planos, e as imagens formadas por eles têm o mesmo tamanho do objeto, a mesma orientação

e são simétricas ao objeto em relação ao espelho. No espelho retratado na foto, ocorre a reflexão difusa, ou seja, os raios de luz são refletidos de forma irregular. Dessa maneira, as imagens formadas por eles são distorcidas em relação ao objeto.

• Se na atividade 4 os alunos apresentarem dificuldade para identificar o tipo de lente empregada nas lupas, peça a eles que representem a refração da luz em duas situações genéricas, para uma lente divergente e outra convergente, e que comparem com a situação da foto.

• Ao abordar a atividade 5, se preciso, oriente os alunos a analisar novamente as ilustrações deste capítulo que apresentam a refração da luz nas lentes convergente e divergente, comparando com a situação apresentada nesta atividade. Com relação à correção dos problemas de visão, retome as orientações do boxe **Atividade a mais** da página 269 deste manual.

## Respostas

4. a) Como o feixe de luz está convergindo para um ponto no qual é formada a imagem do Sol, o feixe de luz é convergente após atravessar a lente da lupa.

b) Resposta pessoal. É possível que os alunos respondam que todos os feixes luminosos que incidem sobre a superfície da lente serão convergidos para um ponto específico, aumentando muito a intensidade luminosa nesse ponto. Se alguém observar o Sol ou outra fonte luminosa muito intensa com esses dispositivos, esses feixes luminosos podem danificar a retina.

5. a) Espera-se que os alunos respondam que a lente do olho pode ser classificada como convergente, pois os raios refratados convergem para um ponto.

b) Espera-se que os alunos respondam que os problemas de visão como miopia e hipermetropia podem ser corrigidos por meio do uso de lentes, como óculos ou lentes de contato. Alguns alunos podem citar que esses problemas podem ser corrigidos com cirurgias a *laser*.

4. A lupa é um instrumento óptico que apresenta uma lente de faces convexas. Ela é usada para ampliar as imagens de objetos pequenos, motivo pelo qual também recebe o nome de “lente de aumento”. Contudo, essa mesma lente, se for utilizada mudando sua distância em relação ao objeto, pode produzir uma imagem menor que o objeto e que pode ser projetada em uma superfície, como mostrado na imagem.



Pessoa utilizando uma lupa para projetar a imagem do Sol sobre um tronco de madeira.

Com base nessa informação, responda às questões a seguir.

a) Sabendo que o feixe de luz do Sol que incide na lente da lupa é paralelo, como podemos classificar o feixe de luz após atravessar a lupa?

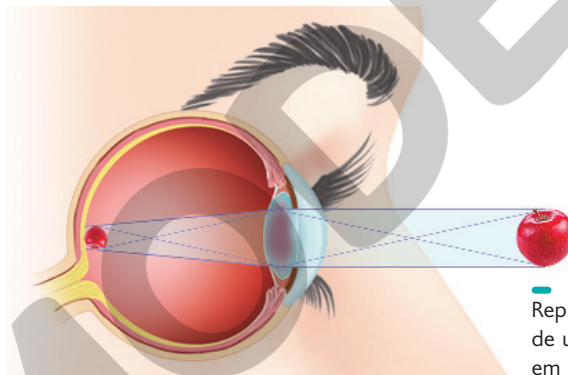
4. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Elabore uma hipótese que explique por que não se deve olhar para uma fonte luminosa de grande intensidade com lupas, binóculos, telescópios ou qualquer outro instrumento óptico.

4. b) Resposta nas orientações ao professor.

5. A imagem a seguir mostra como os feixes luminosos são desviados em um olho humano sem defeitos na visão. Note que a imagem do objeto é formada na retina após a luz proveniente do objeto passar pela lente e pelas outras estruturas do olho.

ILUSTRAÇÃO: HELOISA PINTARELLI/ARQUIVO DA EDITORA; FOTO: TIM URS/SHUTTERSTOCK



Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. Tradução: Alexandre Lins Verneck et al. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 308.

Representação da formação da imagem de um objeto em um olho humano, em corte, sem problemas de visão.

Após analisar a imagem, responda às questões no caderno.

a) Com base nessas informações, a lente do olho pode ser classificada como convergente ou divergente? Justifique sua resposta.

5. a) Resposta nas orientações ao professor.

b) Caso o olho humano apresentado tivesse um defeito de visão, como miopia ou hipermetropia, como esses problemas poderiam ser resolvidos?

5. b) Resposta nas orientações ao professor.



## O que eu estudei?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

Questões 1 a 10. Respostas nas orientações ao professor.

1. Represente em uma folha de papel avulsa uma onda, destacando o eixo de propagação dela, o ciclo, os vales, as cristas e os nós.
2. No capítulo 9 (Ondas), você descreveu como seria possível produzir sons com um tambor. Com base no que você estudou, retome sua explicação e verifique se você precisa complementá-la. Relacione sua resposta com a produção de ondas sonoras durante a fala do ser humano.
3. Escreva as características gerais das ondas relacionadas às propriedades do som citadas nos itens a seguir.
  - Som grave e som agudo.
  - Som intenso e som fraco.Compare suas anotações com as de um colega e verifiquem se é necessário corrigir alguma informação. Em seguida, compartilhem suas conclusões com o restante da turma.
4. Em uma folha de papel avulsa, faça um esquema que explique como as ondas sonoras e as ondas eletromagnéticas são classificadas em relação ao movimento oscilatório.
5. Em uma folha de papel avulsa, elabore um esquema que represente o espectro eletromagnético. Em seguida, explique o que diferencia uma faixa de ondas do espectro eletromagnético das demais faixas desse espectro.
6. Com base nas informações abordadas no capítulo 10 (Luz), altere ou complemente sua resposta sobre como o arco-íris é formado no céu, citando o fenômeno responsável por essa formação.
7. Explique quais são os principais fenômenos ópticos que ocorrem quando a luz incide em um vidro transparente, em um espelho e em uma porta de madeira.
8. Explique com suas palavras o que acontece com os raios de luz paralelos ao atravessarem uma lente convergente e uma lente divergente.
9. Explique como enxergamos as cores da bandeira do Brasil quando a iluminamos com luz branca. Em seguida, explique como ficariam essas cores se ela fosse iluminada com luz monocromática azul.
10. Elabore um esquema em uma folha de papel avulsa relacionando os conteúdos trabalhados nos capítulos 9 e 10 desta unidade. Depois, apresente-o aos colegas de turma.

273

Confira orientações para cada atividade dessa seção no tópico **Orientações para as seções O que eu já sei?, O que eu estudei? e O que eu aprendi?** da primeira parte deste **Manual do professor**.

## Respostas

1. Espera-se que os alunos produzam uma ilustração similar à da página 227 do **Livro do Aluno**.
2. Espera-se que os alunos respondam que o choque entre as mãos da pessoa e a pele esticada do tambor gera vibrações. Já a voz é produzida quando as pregas vocais estão fechadas e o ar tem de passar por entre elas, pressionando-as e fazendo-as vibrar.
3. Os alunos devem explicar que um som grave é um som de baixa frequência e um som agudo é um som de alta frequência. Já a intensidade do som está relacionada com a amplitude da onda. Dessa forma, um som intenso tem grande amplitude de onda, e um som fraco tem pequena amplitude de onda.
4. As ondas sonoras são classificadas como longitudinais e as ondas eletromagnéticas como transversais. Os alunos podem fazer setas que indiquem a direção e o sentido de propagação do som e da luz e setas que representem a direção do movimento oscilatório.
5. Espera-se que os alunos façam um esquema apresentando, da esquerda para direita: ondas de rádio e TV, micro-ondas, raios infravermelhos, luz visível, raios ultravioletas, raios X, raios gama. Eles devem mencionar que são a frequência e o comprimento de onda que diferenciam uma faixa do espectro da outra.
6. Espera-se que os alunos respondam que, quando a luz emitida pelo Sol incide nas gotas de água suspensas no ar, ela sofre refração, pois as gotas funcionam como pequenos prismas, o que ocasiona a decomposição da luz branca em suas cores componentes.

7. No vidro transparente, o principal fenômeno óptico que ocorre é a refração; nos espelhos, é a reflexão; na porta de madeira, é a absorção e a reflexão difusa.

8. Espera-se que os alunos respondam que os raios de luz paralelos, ao atravessar uma lente convergente, convergem para o ponto focal. Já nas lentes divergentes, os raios de luz paralelos são desviados, divergindo do ponto focal da lente, que é virtual e se localiza na frente da lente.

9. Espera-se que os alunos respondam que sob a luz branca enxergamos cada cor porque elas absorvem todas as outras cores, exceto aquela refletida. No caso da luz monocromática azul, as partes branca e azul serão vistas com cor azul, já as partes verde e amarela serão vistas com cores diferentes.

10. Os alunos podem relacionar que o som e a luz são fenômenos ondulatórios e apresentar as características e as propriedades dessas ondas.

1. a) Espera-se que os alunos identifiquem que os equívocos foram cometidos nas considerações do Experimento 1 com relação à organização das partículas nos estados físico, sólido e líquido. A frase reescrita corretamente seria: "Ao fornecer energia térmica gradualmente a um cubo de parafina, ele passa do estado sólido para o líquido. Se pudéssemos ver suas partículas a olho nu, no estado sólido, essas partículas de parafina estariam mais próximas entre si do que no estado líquido".

2. a) Ondas mecânicas; ondas sonoras.

b) Ondas eletromagnéticas; ondas de rádio.

3. Espera-se que os alunos evidenciem nos modelos as seguintes características: modelo de Dalton — esfera maciça; modelo de Thomson — esfera maciça carregada positivamente com algumas partículas com cargas negativas imersas; modelo de Rutherford — átomo formado por um pequeno núcleo com prótons, ao redor do qual há espaços vazios onde elétrons se movimentam; modelo de Rutherford-Bohr — núcleo central e, ao redor, elétrons distribuídos em níveis de energia. Ao final, espera-se que os alunos abordem em suas conclusões que os conhecimentos sobre átomos foram modificados e complementados ao longo do tempo, de modo que o modelo atômico aceito atualmente é resultado de uma construção coletiva de diversos cientistas.

## O que eu aprendi?

Faça as atividades em uma folha de papel avulsa.

Questões 1 a 13. Respostas nas orientações ao professor.

1. Pedro realizou dois experimentos na aula de Ciências. Leia a seguir algumas considerações que ele fez a respeito deles.

**Experimento 1.** Ao fornecer energia térmica gradualmente a um cubo de parafina, ele passa do estado físico sólido para o líquido. Se pudéssemos ver suas partículas a olho nu, no estado físico sólido, essas partículas de parafina estariam mais distantes entre si do que no estado físico líquido.

**Experimento 2.** Ao queimar 100 gramas de madeira, obtemos cinzas em um peso inferior ao inicial. Isso ocorre porque parte da massa é liberada na forma de vapor de água, gases e fuligem, por exemplo.

- a) Durante suas considerações, Pedro cometeu alguns equívocos e anotou algumas informações de forma incorreta. Identifique essas informações e as reescreva, corrigindo-as.
2. As frases a seguir estão relacionadas ao conceito de ondas. Reescreva-as em uma folha de papel avulsa substituindo os símbolos pelas palavras adequadas a seguir.
- ondas eletromagnéticas
  - ondas de rádio
  - ondas mecânicas
  - ondas sonoras
- a) As ■ se propagam em um meio material. As ● são exemplo desse tipo de onda.
- b) As ◀ não necessitam de meio material e podem se propagar no vácuo. As ▲ são exemplo desse tipo de onda e revolucionaram o modo de a sociedade se comunicar, pois o rádio, a televisão e a internet móvel utilizam essa faixa de onda.
3. Em uma folha de papel avulsa, represente por meio de desenhos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Rutherford-Bohr, identificando as estruturas presentes nesses modelos.
- Depois, compare-os e elabore uma conclusão a respeito do desenvolvimento dos conhecimentos sobre átomos ao longo da história da ciência.
4. De acordo com o que você estudou acerca da radiação eletromagnética, escreva um parágrafo em uma folha de papel avulsa explicando a importância dos avanços tecnológicos na aplicação das radiações na Medicina diagnóstica e no tratamento de doenças. Contextualize sua explicação citando exemplos de aparelhos e técnicas que utilizam radiação eletromagnética.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos mencionem que esses avanços trouxeram diversos benefícios para a vida das pessoas, como mais rapidez e assertividade em diagnósticos, além de tratamentos mais eficazes. Esses benefícios melhoram a qualidade de vida das pessoas e podem até mesmo prolongar nosso tempo de vida. Para melhor contextualizar, eles podem citar aparelhos de ultrassom, raio X e ressonância magnética, além de tratamentos que utilizam tecnologias como radioterapia, laser e infravermelho.

5. As informações a seguir se referem à transmissão de características aos descendentes. Relacione os termos da coluna da esquerda aos seus respectivos conceitos, apresentados na coluna da direita. Para isso, forme pares de letras e números romanos.

A. Hereditariedade.

B. Gameta.

C. DNA.

D. Fecundação.

E. Zigoto.

I. Molécula que armazena informações genéticas de um indivíduo.

II. União do gameta masculino com o feminino, formando o zigoto.

III. Transmissão de características determinadas geneticamente de uma geração à outra.

IV. Célula reprodutora que carrega informações genéticas do progenitor para a prole.

V. Célula resultante da fecundação, que contém as informações genéticas dos progenitores e que dá origem ao novo indivíduo.

6. Em seres humanos, a capacidade de enrolar ou não a língua é condicionada por um gene. O alelo **D** está relacionado à capacidade do indivíduo de enrolar a língua. Já o alelo **d**, à incapacidade de enrolá-la. A respeito disso, responda às questões a seguir.

a) Qual é o fenótipo dominante e qual é o fenótipo recessivo?

b) Identifique os gametas produzidos por indivíduos portadores dos genótipos apresentados a seguir.

• **DD**

• **Dd**

• **dd**

c) Considere o cruzamento entre um homem e uma mulher, ambos heterozigotos para a capacidade de enrolar a língua. Qual é a proporção genotípica e fenotípica esperada para a prole, desconsiderando o sexo dos descendentes?

7. Identifique a categoria de unidade de conservação – Uso Sustentável ou de Proteção Integral – a que se refere a descrição a seguir.

a) Visa à preservação dos ambientes naturais, sendo proibida a ocupação humana e permitido apenas o uso indireto de seus recursos, como para pesquisas científicas. Exemplo: Estação ecológica e Reserva biológica.

## Respostas

5. A–III; B–IV; C–I; D–II; E–V.

6. a) Espera-se que os alunos respondam que o fenótipo dominante é a capacidade de enrolar a língua. Já o fenótipo recessivo é a incapacidade de enrolá-la.

b) O indivíduo portador do genótipo **DD** produz apenas gametas com alelos **D**.

O indivíduo portador do genótipo **Dd** produz tanto gametas com alelos **D** quanto gametas com alelos **d**, na mesma proporção.

O indivíduo portador do genótipo **dd** produz apenas gametas com alelos **d**.

c) Proporção genotípica:  $\frac{1}{4}$  ou 25% de chance de ser **DD**,  $\frac{1}{2}$  ou 50% de chance de ser **Dd** e  $\frac{1}{4}$  ou 25% de chance de ser **dd**. Proporção fenotípica esperada:  $\frac{3}{4}$  ou 75% de chance de enrolar a língua e  $\frac{1}{4}$  ou 25% de chance de não enrolar a língua.

7. a) Unidades de conservação de proteção integral.



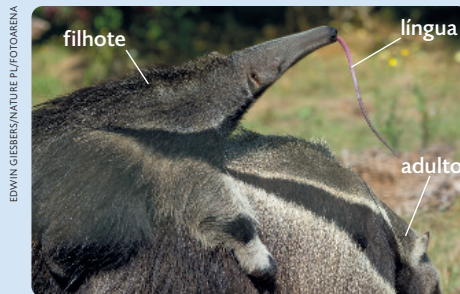
## Respostas

8. a ) Os alunos podem explicar que, inicialmente, havia apenas tamanduás-bandeira com língua curta. Com o passar do tempo, de tanto esticar a língua para alcançar os cupins ou as formigas no interior de cupinzeiros e formigueiros, ela se desenvolveu, tornando-se mais comprida. Essa característica adquirida foi passada para as próximas gerações, prevalecendo na espécie.

b ) Os alunos podem explicar que, no passado, provavelmente havia populações de tamanduás-bandeira com diferentes comprimentos de línguas. Os que tinham língua comprida conseguiam capturar alimento mais facilmente no interior de formigueiros e cupinzeiros, favorecendo sua sobrevivência no ambiente. Ao sobreviverem, esses tamanduás tiveram mais chances de se reproduzirem e passarem tal característica a seus descendentes. Com o passar do tempo, tornaram-se predominantes no ambiente.

9. Espera-se que os alunos incluam, em seus esquemas, informações de que, nos ambientes, os gafanhotos verdes chamam menos atenção de seus predadores do que os gafanhotos cor-de-rosa. Dessa forma, os verdes seriam menos predados e teriam mais chances de sobreviver e se reproduzir, passando essa característica para um número maior de descendentes. Os alunos podem representar essa explicação por meio de desenhos coloridos, em que fique clara a questão da melhor camuflagem dos gafanhotos verdes no ambiente.

8. O tamanduá-bandeira é um mamífero que se alimenta de cupins e formigas. Ele tem algumas características que favorecem esse tipo de alimentação, como a língua comprida, que o ajuda a capturar suas presas dentro de formigueiros ou cupinzeiros.



Tamanduá-bandeira: pode atingir aproximadamente 2,2 m de comprimento.

Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) adulto carregando um filhote.

- a) Elabore uma possível explicação para a língua comprida do tamanduá-bandeira com base na teoria de Lamarck.
- b) Elabore uma possível explicação para a língua comprida do tamanduá-bandeira com base na teoria de Darwin e Wallace.
9. A maioria dos gafanhotos que encontramos na natureza tem coloração verde. Porém, existem alguns com outras colorações, como cor-de-rosa, resultado de uma alteração em um gene relacionado a essa característica. O primeiro gafanhoto cor-de-rosa foi encontrado em 1887, e, desde então, alguns indivíduos com essa coloração têm sido vistos nos ambientes, mas sempre em número muito inferior em relação aos verdes.

Gafanhoto: pode atingir aproximadamente 5,2 cm de comprimento.



Gafanhoto (*Amblycorypha oblongifolia*) com coloração cor-de-rosa.

Em uma folha de papel avulsa, elabore um esquema com textos e imagens com uma possível explicação para a predominância de gafanhotos verdes no ambiente em relação aos cor-de-rosa. Essa explicação deve ser baseada na teoria da seleção natural.

10. Pense no bairro onde você mora. Elabore uma lista propondo iniciativas individuais e coletivas que auxiliem você e os demais moradores dele a ter um consumo consciente e a atuar na conservação do bairro onde vivem.

10. Resposta pessoal. Com relação ao consumo consciente, os alunos podem citar, como iniciativa individual, reduzir o consumo de produtos industrializados, reaproveitar materiais, preferir produtos com poucas embalagens e economizar energia elétrica. A respeito das iniciativas coletivas, podem indicar a conscientização da comunidade em usar sacolas reutilizáveis em vez das descartáveis em mercados, feiras e farmácias, por exemplo, e incentivar atitudes de economia de energia elétrica.

Acerca da conservação do bairro, fatores como atitude individual, conservação dos ambientes que frequentam e não jogar lixo no chão podem ser mencionados. Já como atitudes coletivas, espera-se que os alunos citem a realização de mutirões de limpeza no bairro, separando os resíduos descartados inadequadamente dos que poderiam ser reciclados, assim como o plantio de árvores e a revitalização de canteiros.

**11.** Copie as frases a seguir em uma folha de papel avulsa e identifique a qual componente do Universo elas se referem.

- a) É formado pela estrela Sol e mais oito planetas, além de planetas-anões, satélites naturais, asteroides, meteoroides e cometas.
- b) São caracterizados por ter grande quantidade de rochas em sua superfície, ser de tamanhos menores e apresentar menor densidade em relação a outros planetas. Exemplos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.
- c) São constituídos principalmente de gases, são maiores que os demais planetas e têm muitos satélites naturais e anéis. Exemplos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- d) São corpos luminosos, com temperaturas muito elevadas. Em seu interior, ocorrem reações que liberam grande quantidade de energia.

**12.** Existem diversos fatores que devem ser levados em consideração quando se avalia a possibilidade de existência de vida além da Terra. Em uma folha de papel avulsa, escreva um parágrafo acerca desse assunto utilizando todas as palavras apresentadas a seguir.

- temperatura
- atmosfera
- água no estado líquido
- estrela
- zona habitável

**13.** Para comemorar a formatura do 9º ano, foi organizada uma festa com o tema luzes e cores. Nela, a pista de dança foi equipada com canhões de luzes nas cores vermelha, verde e azul. Os alunos combinaram de usar roupas brancas no evento.

Sabendo disso, copie as afirmativas a seguir em uma folha de papel avulsa, substituindo os símbolos pelas palavras adequadas entre parênteses.

- a) Ana estava no centro da pista de dança e foi iluminada com uma sobreposição das três cores de luz. Por isso, sua roupa foi vista na cor ◆ (branca/preta).
- b) Rafael e Lia rodopiaram pela pista, e a luz vermelha iluminou suas roupas. Nesse momento, as roupas de ambos foram vistas na cor ● (branca/vermelha).
- c) Um funcionário do *buffet* com terno preto passou por um local iluminado com as luzes verde e azul. Nesse momento, o terno dele foi avistado na coloração ◐ (preta/verde).

## Respostas

11. a ) Sistema Solar.
- b ) Planetas rochosos.
- c ) Planetas gasosos.
- d ) Estrelas.

**12.** Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os alunos a reconhecer que, para haver a possibilidade de existência de seres vivos semelhantes aos da Terra em outros locais do Universo, é preciso que esses lugares (astros) tenham características semelhantes às terrestres. Por isso, é preciso que o astro orbite uma estrela, a qual deve fornecer a ele luz e calor suficientes para manter uma temperatura média adequada. Essa temperatura também depende da distância que o astro está da estrela, a chamada zona habitável, que possibilita a existência de água no estado líquido. Além dessas características, é essencial ter uma atmosfera com constituição específica, como conter gás oxigênio e gás carbônico.

13. a ) Branca.
- b ) Vermelha.
- c ) Preta.

## Objetivos

- Compreender a importância da conservação dos ambientes para a vida e sua diversidade.
- Identificar hábitos individuais e coletivos que tenham impacto no ambiente, bem como atitudes e decisões que os modifiquem.
- Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais.

- **Tempo estimado:** 6 semanas.
- **Momentos para iniciar o trabalho:** página 47 – tópico sobre **Condições necessárias à vida na Terra**; página 128 – tópico que aborda a **Diversidade biológica**; página 130 – tópico sobre **Unidades de conservação**; página 141 – tópico **Conservação do ambiente**.

• Os conteúdos desta seção possibilitam integrar os componentes curriculares de **Arte**, **Geografia**, **Língua Portuguesa** e **Matemática**. O professor de **Arte** pode ajudar na identificação dos processos relacionados à produção do livro, à parte visual, aos estilos e às linguagens. Já o de **Língua Portuguesa** vai ajudar na parte de produção dos textos, revisão e edição do livro. O professor de **Matemática**, por sua vez, pode contribuir para o planejamento e a execução de uma pesquisa amostral, bem como para a posterior apresentação de relatório. Por fim, o de **Geografia** pode auxiliar na leitura e elaboração de mapas temáticos, croquis e outras formas de representação para analisar informações pertinentes a essa área do saber.

• Explique aos alunos que eles farão uma atividade em grupo, na qual a **cooperação** de todos é fundamental.

• As questões iniciais promovem o levantamento de hipóteses, a exploração do conhecimento prévio e a verificação da opinião dos alunos a respeito do tema abordado.

## Projeto em ação

### Cuidando do ambiente do bairro

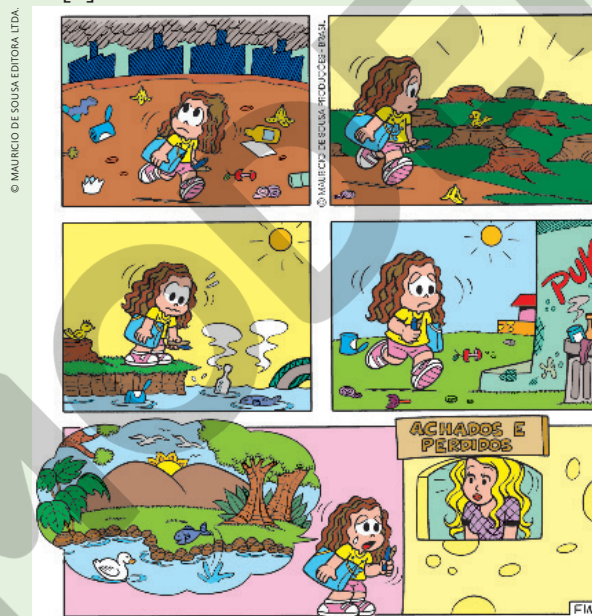
Professor, professora: Este projeto será desenvolvido integrando saberes de outros componentes curriculares. Sugestões de como realizá-lo nas orientações ao professor.

#### Bate-papo inicial

- a) No bairro de sua escola, você já percebeu problemas ambientais, como resíduos sólidos acumulados em terrenos, poluição sonora e áreas extensas sem árvores plantadas? Quais seriam as causas desses problemas?
- b) O que você gostaria que melhorasse no bairro onde mora? Justifique sua resposta. **Questões a e b. Respostas nas orientações ao professor.**

Diversas ações antrópicas podem prejudicar o ambiente e os seres vivos que vivem nele, incluindo o próprio ser humano. Por isso, é importante termos consciência das consequências de cada ação que realizamos em nosso dia a dia, bem como incentivar as pessoas do nosso convívio a refletir sobre suas atitudes com relação à conservação dos ambientes que frequentam. Acerca desse assunto, confira a história em quadrinhos a seguir.

[...]



SOUSA,  
Maurício de.  
Mônica, São  
Paulo, Globo,  
n. 232, out.  
2005. p. 49.

278

## Respostas

### Bate-papo inicial

**Questão a.** Resposta pessoal. Possivelmente os alunos responderão que as causas estão relacionadas à falta de conhecimento ou sensibilidade da população sobre a questão ambiental; à falta de serviço de coleta de resíduos ou ao descarte inadequado de resíduos sólidos no ambiente; ao excesso de ruídos; ao excesso de gases poluentes

liberados na atmosfera por automóveis e fábricas; e à falta de áreas verdes em razão do excesso de pavimentação nas cidades.

**Questão b.** Resposta pessoal. O objetivo é fazer os alunos avaliarem as condições do bairro e refletirem sobre as melhorias que podem ser feitas para tornar esse local mais agradável e conservado.



Agora, responda às questões a seguir em seu caderno.

1. Cite os problemas ambientais observados pela personagem Marina na história em quadrinhos.
2. O que o autor quis mostrar no último quadrinho da história?
3. Quais ações individuais ou coletivas podem ser realizadas para reduzir os problemas ambientais observados pela personagem Marina?

3. Resposta nas orientações ao professor.

### Mão na massa

Agora é a sua vez! Você e seus colegas estão convidados a fazer um passeio pelo bairro onde a escola de vocês está localizada. Vocês vão identificar possíveis problemas ambientais presentes nesse local e propor ações para solucioná-los ou amenizá-los. Depois, vão produzir um livro com fotos, ilustrações e texto apresentando essas análises e as propostas elaboradas por vocês. Esse livro deverá ser produzido em duas versões, uma impressa e outra digital, e disponibilizado para os membros da escola e da comunidade do bairro. O objetivo desta atividade é avaliar a conservação do bairro e propor soluções para os possíveis problemas, incentivando as pessoas a refletir sobre a importância das ações individuais e coletivas para a conservação desse e de outros ambientes. Sigam o passo a passo e as orientações do professor.

2. Resposta: Os alunos podem citar que a personagem, após presenciar alguns problemas ambientais causados pelo ser humano, como a poluição do ar e da água, o desmatamento e o descarte incorreto de resíduos sólidos, foi a um local de achados e perdidos procurar por uma paisagem onde o ambiente estivesse conservado.

#### 1º passo Planejamento

##### Preparação para o trabalho de campo

Antes da visita ao bairro, é importante que esteja claro para você e seus colegas o que deve ser observado ao longo do passeio. Desse modo, definam os problemas que vão investigar e façam uma lista. Vocês podem verificar, por exemplo, se há resíduos sólidos descartados de maneira inadequada em ruas, calçadas e terrenos, se há poluição sonora, se falta arborização no bairro, se há fezes de animais nas vias, entre outros problemas.

Organizem-se em grupos de cinco alunos. Como parte do projeto, elaborem, com o professor do componente curricular de **Geografia**, um mapa do bairro e dividam-no em setores ou regiões. Para isso, vocês podem acessar em *sites* da internet uma ferramenta de localização e encontrar o endereço da escola, delimitando as ruas que fazem parte do bairro. Esse mapa poderá ser impresso ou reproduzido em uma cartolina e, com o auxílio do professor de **Geografia** e o de **Matemática**, ter a escala e a orientação geográfica incluídos.

1. Resposta: Os alunos podem citar: a poluição do ar em razão da emissão de gases poluentes pelas fábricas; o descarte inadequado de resíduos sólidos no ambiente; o desmatamento; a poluição dos corpos de água e, conseqüentemente, a morte dos animais aquáticos.

279

• Ao trabalhar com esta seção, é importante propor um problema inicial para que, assim, os alunos possam pensar, levantar hipóteses e buscar a resolução do problema. Um exemplo é: “Como identificar os problemas ambientais que ocorrem no bairro da escola e buscar soluções para esses problemas?”. A turma fará uma atividade de campo pelo bairro da escola a fim de identificar problemas ambientais; ao final, os alunos produzirão um livro ilustrado, que deverá ser apresentado à comunidade escolar, para expor a importância de conservar os ambientes.

#### Resposta

**Questão 3.** Os alunos podem citar ações individuais, como descartar os resíduos sólidos nas lixeiras, se possível, separando os que podem ser destinados à reciclagem; não provocar queimadas; fazer a manutenção adequada dos veículos para reduzir a emissão de gases poluentes; não fazer ligações clandestinas de esgoto; reaproveitar os objetos; e praticar o consumo consciente para reduzir a extração de matéria-prima utilizada para a confecção de novos produtos. Com relação às ações coletivas, podem citar algumas: os serviços de saneamento básico que devem ser ofertados à população pelos governos, como coleta e destino adequado de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgoto e abastecimento de água tratada; e a fiscalização ambiental de fábricas e indústrias.

### Mão na massa

- Comente que, apesar de muitas etapas do projeto exigirem trabalho em grupo, é importante cada aluno desenvolver atividades com **autonomia**, de modo a ser protagonista na construção do conhecimento.
- Auxilie os alunos no uso da internet e ferramentas digitais, orientando-os para que desenvolvam habilidade de buscar e coleta

de informações, incluindo a avaliação dos conteúdos.

### Desenvolvimento

#### 1º passo - Planejamento

##### Preparação para o trabalho de campo

- A seção permite o trabalho com pilares do **pensamento computacional**. Incentive

os alunos a decompor o problema, procurar meios para resolvê-lo e planejar a construção do produto final do projeto – o livro.

- O mapa do bairro pode ser feito em parceria com os professores de **Geografia** e **Matemática**, auxiliando na orientação geográfica e na escala do mapa.

- Oriente os alunos a utilizar um site de pesquisa para observar imagens do bairro da escola e, assim, organizar o próprio mapa, delimitando setores a serem visitados.
- Agende com a direção e a equipe pedagógica uma aula de campo pelo bairro da escola. É importante ter um adulto acompanhando cada grupo. Instrua os alunos a levar celulares ou outros equipamentos para registrar fotos e vídeos.

## 2º passo - Execução

### Dia de observação e coleta de dados

- Incentive os alunos a registrar as situações positivas e negativas com relação à conservação do ambiente visitado. Comente sobre a importância de anotar as situações observadas envolvendo os problemas ambientais em áreas públicas e oriente-os a não fotografar residências – se isso ocorrer, peça-lhes que não utilizem a imagem ou que descaracterizem a residência.
- Comente com os alunos que é algo comum empresas ou estabelecimentos comerciais se responsabilizarem por cuidar de uma praça ou de uma área próxima ao estabelecimento. Caso uma situação como essa seja identificada no setor do bairro analisado, peça-lhes que avaliem se esses locais estão em melhores condições ou não em relação às demais áreas.
- Oriente cada grupo a conversar sobre as observações e anotações que fizeram, dando espaço para cada integrante apresentar seu ponto de vista. Depois, solicite ao grupo que exponha aos demais colegas a situação do setor que analisaram. Em seguida, os alunos deverão discutir a situação do bairro de forma geral. Depois, oriente-os a responder às questões 1 a 4.
- Incentive os alunos a escolher as imagens que farão parte do livro. Eles devem priorizar aquelas em que o problema ambiental esteja mais visível e facilmente identificável. Verifique com a direção da escola a melhor forma para imprimir as fotografias no tamanho 10 × 15 cm.

No dia da coleta de dados, cada região deverá ser visitada por um dos grupos e cada um deles deverá dispor de câmera fotográfica ou celular com esse recurso, assim como folhas de papel avulsas, prancheta e caneta ou um *tablet* para anotações. Convidem, antecipadamente, um ou dois pais ou responsáveis para acompanhar cada grupo.

1. Resposta pessoal. Se necessário, realize uma votação para elencar as situações que mais chamaram a atenção dos alunos. Permita-lhes que exponham suas opiniões justificando suas escolhas. Esta atividade favorece o desenvolvimento da competência socioemocional assertividade, do diálogo e do respeito à opinião do próximo.

### 2º passo Execução

#### Dia de observação e coleta de dados

Acompanhados pelos adultos responsáveis e utilizando o mapa do bairro, cada grupo deverá seguir para a região determinada, analisando o ambiente das áreas públicas e verificando pontos positivos e negativos com relação à conservação do ambiente. É importante fotografar cada situação e, em seguida, anotar as observações na folha de papel avulsa ou no *tablet*.

#### Questionário após a coleta de dados

Depois de coletarem as informações, reúnam-se e conversem sobre os questionamentos a seguir.

2. Resposta pessoal. Para cada situação, convide os alunos a expor suas opiniões e, ao final, a elaborar conclusões coletivas.

1. Com relação à análise feita no bairro, quais situações mais chamaram a atenção do grupo? Destaquem as ocorrências positivas e as negativas.
2. A respeito das situações negativas, pensem em ações que poderiam contribuir para solucioná-las, amenizá-las ou mudá-las.
3. Vocês identificaram se há ações de conservação sendo desenvolvidas no bairro? Se sim, quais? Quem as desenvolve? 3. Resposta pessoal. Esta resposta depende da realidade do bairro observado.
4. Quais consequências os problemas identificados acarretam ao ambiente e à comunidade local? Exemplifique a resposta.

4. Resposta pessoal. A resposta dependerá dos problemas do bairro identificados pelos alunos.

Após responderem aos questionamentos, separem as imagens referentes às situações que mais chamaram a atenção do grupo. Escolham imagens de situações positivas e negativas.

Um integrante do grupo deverá ficar responsável pela impressão dessas imagens. Levem-nas no dia combinado para realizar o próximo passo.

### Produção do livro

Para essa etapa, cada grupo vai precisar das fotos impressas, das informações anotadas, de folhas de papel A4 cortadas ao meio, cola branca, lápis, lápis de cor e canetas coloridas.

Organizem-se para colar cada foto representando uma situação positiva na metade do papel A4. Depois, escrevam acima da foto uma frase que aborde a importância da situação retratada para a conservação do ambiente ou que incentive as pessoas a realizá-la. Na outra metade do papel A4, escrevam ou façam desenhos que representem os benefícios dessa situação positiva para o ambiente e para a comunidade do bairro.

Esse procedimento deve ser repetido nas situações negativas. Para isso, cole cada foto na metade de papel A4 e, em seguida, escrevam acima da foto uma frase sobre as consequências dessa situação para o ambiente e para a população. Na outra metade do papel, escrevam ou façam desenhos que representem uma ação que evita, ameniza ou soluciona o problema apresentado. Enfatizem a importância da consciência ambiental.

Ao final da atividade, toda a turma deverá se reunir para montar o livro que será organizado em duas partes: uma com imagens e frases que representam as situações positivas identificadas durante a visita ao bairro e outra com imagens e frases que representam as situações negativas, seguidas das sugestões de como amenizá-las ou solucioná-las.

Após juntarem todas as páginas do livro, pensem em um título e, depois, elaborem uma capa criativa. Para compor a contracapa, colem a assinatura dos alunos envolvidos nessa produção. Por fim, o professor deve encadernar o livro.

Digitalizem o livro impresso para ser disponibilizado de forma digital nas redes sociais da escola ou do bairro. Ou, se preferirem, elaborem o livro diretamente no formato digital, utilizando programas de computador.

Instruções sobre como desenvolver o livro diretamente no formato digital nas orientações ao professor.

### 3º passo Divulgação

#### Exposição dos resultados e ação na comunidade

Combinem com o professor um dia para a exposição do livro. Definam a data e organizem um local para expor o livro. Convidem toda a comunidade escolar e a vizinhança do bairro para conhecer os resultados desta atividade.

#### Durante a exposição

Divulguem o livro e partilhem suas experiências com a comunidade escolar. Expliquem às pessoas que o objetivo do trabalho realizado foi fazer um diagnóstico dos problemas ambientais do bairro e propor soluções e melhorias.

281

### Produção do livro

- Converse com os professores de **Arte** e de **Língua Portuguesa** para que eles participem da produção do livro. Certifique-se de que todas as equipes imprimiram as imagens necessárias e providenciaram os materiais: papel A4, cola, lápis, lápis de cor e canetas coloridas.

- Oriente os grupos a produzir um rascunho do texto – com a ajuda do professor de **Língua Portuguesa**. Solicite ao professor de **Arte** auxílio na organização dos textos e imagens do livro e também para ajudar os alunos na elaboração das ilustrações e dos desenhos em perspectiva. Após a finalização das páginas do livro, encadernem-o em espiral. Se possível, disponibilize-o em formato digital.

- Os alunos podem produzir os livros diretamente no formato digital. Para isso, verifique se a escola tem laboratório de informática e acompanhe-os para que possam produzir os livros em programas de edição de texto ou de apresentação de *slides*. Eles devem ter as fotos também em formato digital para inseri-las ao longo da produção. Verifique a possibilidade de compartilhar os livros em *sites* de armazenamento em nuvem, divulgando o *link* da pasta para a comunidade escolar. Isso contribui para o desenvolvimento do letramento digital dos alunos.

### 3º passo - Divulgação

#### Exposição dos resultados e ação na comunidade

- Organize com os alunos a divulgação do evento por toda a escola e verifique a possibilidade de também divulgá-lo nas redes sociais. Elabore com a turma cartazes convidando os moradores do bairro e familiares a participar do evento. Os cartazes poderão ser fixados em postos de saúde, estabelecimentos comerciais ou outros

locais de grande circulação de pessoas. Oriente os alunos a pedir autorização dos responsáveis pelos estabelecimentos antes de fixar os cartazes.

- Nesse momento, é importante que os alunos tenham **assertividade** para expor os dados e informações do trabalho de maneira clara e objetiva, de modo a sensibilizar as pessoas sobre o tema da conservação ambiental.

#### Durante a exposição

- Os alunos devem explicar o objetivo do trabalho e como ele foi desenvolvido, apresentar o livro e conversar com a comunidade sobre os problemas e as possíveis soluções, enfatizando a importância da participação da comunidade escolar nessa resolução.



• Ao final, é proposta a elaboração de uma carta para ser entregue aos setores responsáveis por cuidar do bairro, mostrando os problemas e as soluções sugeridas pela comunidade. Se possível, desenvolva essa etapa em parceria com o professor de **Língua Portuguesa**, redigindo uma carta em linguagem formal.

### Avaliação

• Oriente os alunos a expor suas opiniões sobre o trabalho desenvolvido, como essa atividade contribuiu para o aprendizado e se houve alguma mudança de opinião ou atitude relacionada ao assunto abordado.

• Exponha as fotografias das etapas de cada grupo e comente sobre o desenvolvimento delas, o trabalho coletivo e o envolvimento de cada aluno durante a realização da atividade.

• Solicite a eles que façam uma conclusão sobre o resultado da atividade. Os alunos podem avaliar se, após a finalização do projeto e sua apresentação à comunidade, houve sensibilização deles e dos demais membros da comunidade a respeito do tema. Incentive-os a dar continuidade às atividades desenvolvidas.

• Quando tiverem uma resposta à carta enviada aos setores governamentais, se possível, organize uma reunião com a comunidade para apresentá-la e assim discutir os diferentes pontos de vista sobre os problemas e as soluções.

• As respostas das questões 1 a 4 dependem das situações vivenciadas pelos alunos. O objetivo principal é que eles façam uma autoavaliação sobre o desenvolvimento e os resultados do projeto.

### Respostas

**Questão 1.** Resposta pessoal. Os alunos podem comentar que esperam uma melhoria na conservação do ambiente do bairro da escola após a realização do trabalho e a conscientização da comunidade escolar.

**Questão 2.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos façam uma autoavaliação, analisando as atitudes que tiveram durante a realização do projeto. Eles devem perceber

Conversem com as pessoas, incentivando-as a expor seus pontos de vista com relação aos resultados e às soluções apontados no trabalho. Aproveitem para discutir sobre outras soluções para os problemas encontrados no bairro, como mutirão de limpeza ou de plantio de mudas de árvores e separação de resíduos sólidos no bairro. Anotem as ideias diferentes das apresentadas no livro e elaborem uma lista que pode ser levada posteriormente a uma reunião com os representantes do bairro.

Verifiquem as ações que cabem à comunidade e aquelas que são de responsabilidade das esferas governamentais. Para essas ações, elaborem uma carta para ser enviada pela coordenação da escola ao setor responsável. Incluam nessa carta as imagens dos problemas encontrados e as possíveis soluções sugeridas pela comunidade.

Aproveitem o momento para valorizar as situações positivas identificadas no bairro e incentivar a consciência ambiental na comunidade escolar.

Durante a exposição, façam também o lançamento da versão digital do livro, publicando-o nas redes sociais da escola e da comunidade.

### Avaliação

Questões 1 a 4. Respostas e instruções nas orientações ao professor.

Conversem sobre as facilidades e as dificuldades vivenciadas durante todo o desenvolvimento desse projeto, desde as discussões iniciais até a divulgação do livro. Os questionamentos a seguir podem orientá-los durante essa avaliação. Respondam a eles em uma folha avulsa e entreguem-na ao professor.

1. Qual foi o cenário encontrado no ambiente ao redor da escola? Como você espera encontrá-lo tempos depois da ação realizada?
2. Como foi seu trabalho durante as atividades em grupo? Respeitou a opinião dos colegas? Foi responsável com os prazos e a organização do trabalho? Ajudou algum colega que teve dificuldades?
3. Como foi a percepção da comunidade escolar com relação ao material produzido pela turma? As pessoas se mostraram interessadas pelo assunto abordado?
4. Após esta atividade, o que mudou na sua maneira de pensar sobre a conservação do bairro? Retome suas respostas às questões do bate-papo inicial e verifique se alguma delas mudou.

que, para um resultado satisfatório, foi necessário empenho de todos, **respeito, responsabilidade e cooperação** entre os integrantes do grupo.

**Questão 3.** Resposta pessoal. Eles devem avaliar se a recepção do material foi positiva ou negativa, de modo a perceber se as pessoas repensarão suas atitudes para preservar o ambiente.

**Questão 4.** Resposta pessoal. Espera-se que os alunos confrontem os conhecimentos prévios com os construídos no desenvolvimento do projeto, concluindo que é importante a conservação do ambiente do bairro para uma melhor qualidade de vida.

## Glossário

### A.

- **Aminoácido (página 59):** unidade estrutural fundamental para formação da proteína.
- **Ancestral (página 50):** relativo aos antepassados ou antecessores.
- **Anômalo (página 193):** diferente do normal; irregular. O comportamento anômalo da água é observado entre 0 °C e 4 °C.
- **Arqueano (página 46):** é um dos quatro principais éons referente ao tempo geológico do planeta Terra. Iniciou-se há cerca de 3,85 bilhões de anos e terminou há 2,5 bilhões de anos.
- **Arqueia (página 46):** microrganismo unicelular com estrutura semelhante à das bactérias, mas evolutivamente distinta. Muitas características arqueais são mais semelhantes aos eucariotos do que às bactérias.
- **Astrobiologia (página 62):** é um campo científico interdisciplinar que estuda a origem, a distribuição, a evolução e o futuro da vida no universo em conexão com o ambiente astronômico.
- **Atração gravitacional (página 32):** força de atração que existe entre os corpos do Universo em razão de suas massas. Quanto maiores as massas dos corpos, maior a força de atração entre eles.
- **Autofecundação (página 75):** processo em que o gameta masculino fecunda o gameta feminino do mesmo indivíduo que os produz.

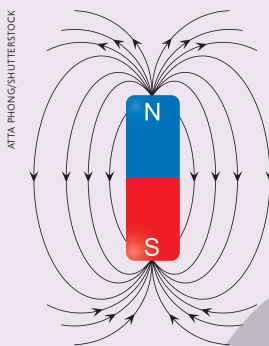
### B.

- **Buraco negro (página 39):** é uma região do espaço em que a gravidade é tão forte, em razão de a matéria estar comprimida em um espaço muito pequeno, que nada consegue escapar desse lugar, nem mesmo a luz.

### C.

- **Campo elétrico (página 242):** campo de força gerado no espaço em torno de cada carga elétrica ou de cada sistema de cargas.
- **Campo magnético (página 242):** região de influência magnética em torno de ímãs, eletroímãs e cargas elétricas em movimento. Os campos magnéticos podem afetar o movimento de partículas eletricamente carregadas.

Representação com elementos não proporcionais entre si. Cores-fantasia.



Fonte de pesquisa:  
HALLIDAY, David;  
RESNICK, Robert;  
WALKER, Jearl.  
*Fundamentos  
de física:  
eletromagnetismo.*  
Tradução: Ronaldo  
Sérgio de Biasi.  
10. ed. Rio de  
Janeiro: LTC, 2016.  
v. 3. p. 201.

Representação de campo magnético de um ímã. As linhas que unem os polos magnéticos do ímã são conhecidas como linhas de campo magnético e nos ajudam a visualizar a forma do campo magnético. Essas linhas não se cruzam e são orientadas do polo norte para o polo sul do ímã.

- **Células somáticas (página 73):** todas as células do organismo, exceto as células germinativas ou gametas.
- **Composto binário (página 215):** substância formada pela combinação de dois elementos químicos diferentes.

- **Cromossomo autossômico (página 91):** relacionado às características comuns do sexo masculino e do feminino.

#### D.

- **Dissociar (página 212):** refere-se ao processo em que ocorre a separação de íons de um composto iônico quando este é dissolvido ou quando ocorre sua fusão.
- **Divisão mitótica (página 90):** processo de divisão celular por mitose em que uma célula dá origem a duas células idênticas.
- **Dosímetro (página 247):** aparelho utilizado para medir a exposição de um indivíduo à radiação, a vibrações ou a produtos químicos específicos, por exemplo, por um determinado período de tempo.

#### E.

- **Eletrodo (página 163):** condutor, geralmente metálico, por meio do qual se fornece ou se retira corrente elétrica de um sistema.
- **Enzimas (página 59):** biomoléculas, como a proteína, que catalisam uma reação química específica. Elas aumentam a velocidade da reação química, mas não afetam o equilíbrio da reação catalisada nem sofrem alterações.
- **Espaço interestelar (página 32):** todo o material entre as estrelas. Ele contém gás, composto principalmente por hidrogênio e poeira, na forma de nuvens individuais e difusas. Essa poeira é formada sobretudo de grafite, de silicatos e de gelo, e os grãos podem ter vários tamanhos, sendo, geralmente, da ordem de um micrômetro ( $1 \mu\text{m} = 0,0001 \text{ cm}$ ).
- **Espécies endêmicas (página 129):** aquelas que ocorrem apenas em uma determinada área ou região. As espécies endêmicas são consideradas mais vulneráveis à extinção.



**Mico-leão-dourado:** pode atingir aproximadamente 76 cm de comprimento.

Mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), espécie endêmica da Mata Atlântica brasileira.

- **Esporos (página 61):** são células produzidas por algumas bactérias, fungos e plantas para reprodução e sobrevivência em condições adversas.
- **Estrela de nêutrons (página 39):** é formada após a morte de uma estrela de grande massa (maior que o Sol) em um fenômeno conhecido como explosão em Supernova.
- **Éter (página 260):** meio com propriedades mecânicas pelo qual a luz se propagava.

#### F.

- **Fermentação (página 57):** processo de fornecimento de energia que ocorre sem a presença de gás oxigênio.
- **Fuligem (página 111):** partículas provenientes da combustão incompleta de combustíveis fósseis e da biomassa, ou seja, da matéria orgânica animal e vegetal. A fuligem é considerada o segundo material mais poluente, atrás apenas do dióxido de carbono.



Queimada na floresta Amazônica no município de Porto Velho, RO, em 2021.



- **Fusão nuclear (página 38):** reação química na qual núcleos atômicos pequenos são fundidos em núcleos maiores e mais estáveis, em temperaturas extremamente altas, como as observadas no núcleo de estrelas. No Sol, esse tipo de reação envolve a união de dois núcleos de hidrogênio que resulta na formação de um núcleo de hélio, com liberação de energia.

### G.

- **Gêmeo dizigótico (página 84):** é um dos indivíduos formado pela fecundação simultânea de dois óvulos e dois espermatozoides, também chamado gêmeo fraterno.



STOCKPHOTO/SHUTTERSTOCK

Gêmeos dizigóticos.

- **Gêmeo monozigótico (página 84):** é um dos indivíduos formado pela fecundação de um único óvulo e espermatozoide, também chamado gêmeo idêntico.



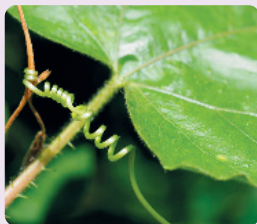
LOPOLO/SHUTTERSTOCK

Gêmeos monozigóticos.

- **Grilagem (página 148):** envolve invasão, ocupação e obtenção ilícita de propriedade de terras públicas.

### H.

- **Helicoidal (página 71):** que se assemelha a uma hélice; gira em torno de um eixo. A gavinha de maracujazeiro, por exemplo, tem uma estrutura helicoidal.



HUAYK WANG/SHUTTERSTOCK

Gavinha de maracujazeiro.

- **Hipótese (página 18):** explicação proposta para justificar dados e informações, mas que ainda não foi confirmada por investigações, como a realização de um experimento.

### I.

- **Inércia (página 21):** tendência natural do corpo permanecer no estado que se encontra, seja em repouso ou em movimento.
- **Ionizar (página 211):** processo em que o átomo ou a molécula perde ou ganha elétrons, formando íons.

### M.

- **Marcadores radioativos (página 246):** compostos químicos marcados com átomos radioativos. Têm o objetivo de marcar substâncias, permitindo detectá-las e acompanhá-las durante uma sequência de reações. Algumas substâncias que apresentam esses átomos radioativos são reconhecidas pelo organismo, sendo incorporadas e metabolizadas por ele, o que possibilita sua utilização em diagnósticos e tratamentos.

## N.

- **Nebulosa (página 27):** nuvem gigante de poeira e gás no espaço. Algumas nebulosas se formam da poeira e do gás que são liberados pela explosão (morte) de uma estrela; já outras são regiões nas quais há a formação de uma estrela.

NASA



— Porção da Nebulosa da Águia. Imagem obtida pelo telescópio Hubble.

## P.

- **Papel tornassol (página 211):** indicador de pH utilizado para determinar se uma substância é ácida ou básica. Ao entrar em contato com determinado material, o papel tornassol muda de cor, tornando-se avermelhado na presença de soluções ácidas, azulado em soluções básicas e esverdeado na presença de soluções neutras. A cor do papel tornassol é então comparada com uma escala de pH, que permite determinar a acidez ou basicidade da amostra.

MILAN B/SHUTTERSTOCK



— Reação de papel de tornassol em amostra ácida.

MILAN B/SHUTTERSTOCK



— Reação de papel de tornassol em amostra neutra.

- **Pintura rupestre (página 132):** representação artística feita em rochas durante a Pré-História.
- **Pósitrons (página 246):** partículas que apresentam características semelhantes ao elétron, porém com carga positiva. Por isso, os pósitrons também são conhecidos como antipartículas de elétron.
- **Povo tradicional (página 135):** refere-se a um grupo de pessoas que se reconhece como culturalmente diferente dos demais, com organização social própria. Esse povo ocupa o território e faz uso sustentável dos recursos naturais como forma de produção cultural, social, religiosa e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas que foram criados e transmitidos ao longo das gerações. Os povos tradicionais estão representados pelos ribeirinhos, caiçaras, seringueiros, castanheiros e quilombolas.

CESAR DINIZ/PULSAR IMAGENS



— Povo quilombola dançando durante apresentação em homenagem ao Dia Internacional da Mulher no município de Nossa Senhora do Livramento, MT, em 2020.

- **Pseudociência (página 52):** consiste em um pensamento ou uma teoria que não é fundamentada em método científico.

### Q.

- **Quimioautotrófica (página 60):** espécies que utilizam compostos inorgânicos como fonte de carbono e energia. A bactéria *Acidithiobacillus ferrooxidans*, por exemplo, utiliza ferro e enxofre para obter energia.

DENNIS KUNDEL/MICROSCOPY/SPL/FOOTARENA



— Bactéria *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Imagem obtida por microscópio e ampliada aproximadamente 2.200 vezes. Colorizada em computador.

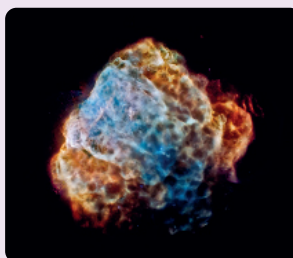
### R.

- **Radiação cósmica de fundo (página 23):** radiação eletromagnética proveniente do espaço e que é atribuída ao Big Bang, ou seja, à origem do Universo há, aproximadamente, 13,8 bilhões de anos.
- **Radioatividade (página 246):** emissão espontânea de radiação por núcleos instáveis de elementos radioativos. Esses elementos tendem a se tornar estáveis. Para isso, sofrem decaimento radioativo, ou seja, ejetam fragmentos do núcleo, muitas vezes acompanhados de grande quantidade de energia.
- **Raios catódicos (página 163):** feixes de partículas com cargas negativas provenientes dos átomos do eletrodo de carga negativa, emitido quando uma grande tensão elétrica é aplicada entre dois eletrodos em um tubo de vidro sob vácuo.

### S.

- **Supernova (página 39):** corpo celeste brilhante originado da explosão de estrelas cuja massa seja cerca de 10 vezes maior que a do Sol, que pode ocorrer nos estágios finais de sua evolução. A luz emitida pela supernova pode ser milhões de vezes mais intensa do que a luz emitida pela estrela antes de explodir. Durante a explosão, grande parte da matéria que forma a parte externa da estrela é expulsa violentamente para o espaço.

CICIA FÉLIX/DUBNER ET AL. & ESA/AMNH/STONY BROOK



— Supernova Puppis A.

- **Sítio arqueológico (página 132):** local onde são conservadas evidências de atividades do passado histórico ou recentes.

BATISTA INGBE/SHUTTERSTOCK



— Sítio arqueológico São Miguel Arcanjo no município de São Miguel das Missões, RS, em 2021.

### T.

- **Tempo geológico (página 115):** corresponde ao tempo transcorrido desde a origem da Terra até os dias atuais.



## Referências bibliográficas comentadas

- BAIRD, Colin; CANN, Michael. *Química ambiental*. Tradução: Marco Tadeu Grassi *et al.* 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.  
O livro trata de diversas questões ambientais, como a produção e o uso de energia renovável e o aquecimento global, utilizando uma linguagem acessível ao abordar as propriedades e os processos químicos envolvidos nessas questões.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 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 jun. 2022.  
Documento norteador dos currículos nacionais, que indica, por exemplo, as competências e as habilidades comuns e específicas de cada componente curricular a serem desenvolvidas pelos alunos nas respectivas etapas da Educação Básica.
- BROWN, Theodore L. *et al. Química: a ciência central*. Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.  
Utilizando uma linguagem acessível e imagens atrativas, esse livro trata de assuntos gerais da Química, desde conceitos básicos a assuntos mais complexos, de maneira didática e com exemplos próximos do cotidiano.
- FUTUYMA, Douglas; KIRKPATRICK, Mark. *Evolution*. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2017.  
Nessa obra, os autores apresentam os principais conceitos de evolução envolvendo diversas áreas, em uma linguagem clara sobre a Biologia evolutiva e a diversidade da vida no planeta Terra.
- GRIFFITHS, Anthony J. F. *et al. Introdução à genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.  
Esse livro utiliza linguagem fácil e trabalha, de modo geral, o conteúdo de Genética. Utiliza problemas e explicações de nomenclaturas específicas da área para melhor exemplificação.
- GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. *Para entender a Terra*. Tradução: Iuri Duquia Abreu. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.  
Essa obra apresenta uma visão geral da Terra e dos diferentes processos que ocorrem no planeta, responsáveis por sua constante modificação, desde sua formação até a atualidade.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: óptica e física moderna*. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 4.  
Nessa coleção de livros de Física, a teoria e os exercícios são relacionados às aplicações práticas do mundo real.
- HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.  
Esse livro utiliza analogias e imagens da vida real para estabelecer os conhecimentos dos princípios da Física, desde a Mecânica clássica até a Física moderna.
- MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N.; TORCHIA, Mark G. *Embriologia básica*. Tradução: Danuza Pinheiro Bastos e Renata Scavone de Oliveira. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.  
Esse livro discorre sobre os conceitos fundamentais da Embriologia humana em todos os estágios do desenvolvimento com conteúdo simplificado e imagens didáticas.
- SADAVA, David *et al. Vida: a ciência da biologia: Constituintes químicos da vida, células e genética*. Tradução: Ardala Katzfuss *et al.* 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. v. 1.  
Esse livro de uma clássica coleção de Biologia tem informações detalhadas com linguagem didática e com o propósito de intrigar e auxiliar os leitores a relacionar o mundo à sua volta com a teoria.
- SNUSTAD, D. Peter; SIMMONS, Michael J. *Fundamentos de genética*. Tradução: Paulo A. Motta. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.  
Esse livro mostra a importância da Genética nas questões sociais, enfatizando o processo científico com conceitos que partem de observações e da experimentação.
- TEIXEIRA, Wilson *et al. (org.) Decifrando a Terra*. Ilustrações: Thelma Samara, Mauro Gregolin, Erika Hefter. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.  
A obra apresenta uma temática introdutória sobre a dinâmica natural do planeta Terra, com escopo multidisciplinar que aborda os conceitos básicos de diversas áreas, como a Geologia, a Geofísica, a Química e a Física.



**MODERNA**



# MODERNA

ISBN 978-85-16-13592-8



9 788516 135928