

Sônia Lopes • Jorge Audino

# INOVAR

CIÊNCIAS DA NATUREZA **Manual do Professor**

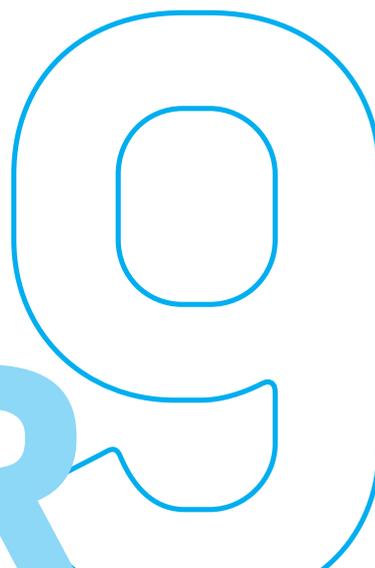
Ensino Fundamental – Anos Finais  
Componente curricular: Ciências

 **Editora  
Saraiva**



Ensino Fundamental – Anos Finais  
Componente curricular: Ciências

# INNOVAR



CIÊNCIAS DA NATUREZA

**Manual do Professor**

## **Sônia Lopes**

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP)

Doutora em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP

Professora aposentada do Instituto de Biociências da USP

Autora de livros didáticos

## **Jorge Audino**

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da USP

Mestre em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP

Autor de livros didáticos

**Direção geral:** Guilherme Luz

**Direção editorial:** Luiz Tonolli e Renata Mascarenhas

**Gestão de projeto editorial:** Mirian Senra

**Gestão de área:** Isabel Rebelo Roque

**Coordenação:** Fabíola Bovo Mendonça

**Edição:** Carolina Taquedá, Flávio Gomes-Silva, Luciana Nicoletti, Mayra Sato, Natalia Almeida Santos Mattos (editores), Eric Kataoka, Kamille Ewen de Araújo e Larissa Zattar (assist.)

**Gerência de produção editorial:** Ricardo de Gan Braga

**Planejamento e controle de produção:** Paula Godo, Roseli Said e Márcia Pessoa

**Revisão:** Hélia de Jesus Gonsaga (ger.), Kátia Scaff Marques (coord.), Rosângela Muricy (coord.), Ana Maria Herrera, Ana Paula C. Malfa, Brenda T. M. Morais, Célia Carvalho, Claudia Virgílio, Daniela Lima, Flávia S. Vênezio, Gabriela M. Andrade, Heloísa Schiavo, Luís M. Boa Nova, Patrícia Travanca, Paula T. de Jesus, Rita de Cássia C. Queiroz, Sandra Fernandez, Sueli Bossi; Amanda T. Silva e Bárbara de M. Genereze (estagiárias)

**Arte:** Daniela Amaral (ger.), André Vitale (coord.), Claudemir Camargo Barbosa (edição de arte)

**Diagramação:** WYM Design

**Licenciamento de conteúdos de terceiros:** Thiago Fontana (coord.), Flávia Zambon (licenciamento de textos), Erika Ramires, Luciana Pedrosa Bierbauer, Luciana Cardoso e Claudia Rodrigues (analistas adm.)

**Design:** Gláucia Correa Koller (ger.), Aurélio Camilo (proj. gráfico e capa), Tatiane Porusselli e Gustavo Vanini (assist. Arte)

**Foto de capa:** Ragnar Th. Sigurdsson/Arctic-Images/Getty Images

---

**Todos os direitos reservados por Saraiva Educação S.A.**

Avenida das Nações Unidas, 7221, 1ª andar, Setor A –

Espaço 2 – Pinheiros – SP – CEP 05425-902

SAC 0800 011 7875

www.editorasaraiva.com.br

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Lopes, Sônia  
Inovar ciências da natureza, 9º ano : ensino fundamental, anos finais / Sônia Lopes, Jorge Audino. -- 1. ed. -- São Paulo : Saraiva, 2018.

Suplementado pelo manual do professor.

Bibliografia.

ISBN: 978-85-472-3643-4 (aluno)

ISBN: 978-85-472-3644-1 (professor)

I. Ciências (Ensino fundamental). I. Audino, Jorge.  
II. Título.

2018-0121

CDD: 372.35

Julia do Nascimento - Bibliotecária - CRB-8/010142

---

**2018**

Código da obra CL 820643

CAE 631656 (AL) / 631748 (PR)

1ª edição

1ª impressão



---

Impressão e acabamento

---

## A você, colega educador

Esta coleção resulta de profunda e permanente pesquisa acerca não só da evolução do processo educacional brasileiro como também da evolução da educação nos diferentes países do mundo. Nessa pesquisa, foi dada ênfase aos critérios definidos pelo Ministério da Educação, como forma de assegurar total coerência entre a proposta pedagógica da coleção e a orientação da política educacional brasileira. Nesse sentido, algumas características da coleção podem ser ressaltadas:

- adequação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com abordagens diversificadas para o desenvolvimento das respectivas competências e habilidades;
- linguagem clara, respeitando o universo linguístico dos estudantes, sem deixar por isso de enriquecê-lo;
- valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, utilizando-os como ponto de partida para a construção efetiva do conhecimento;
- estímulo à observação, à pesquisa e à investigação como estratégias de estudo e desenvolvimento do pensamento lógico;
- propostas de experimentação, com eventual montagem de experimentos, como estratégia de investigação, com o objetivo de desenvolver postura compatível com a metodologia científica;
- atividades diversificadas, factíveis, com utilização de material de fácil aquisição, que não expõem os estudantes a qualquer tipo de risco e cuja utilização não oferece prejuízo ambiental;
- respeito à diversidade em todos os seus aspectos: social, econômico, religioso, étnico, cultural, etc.

Este Manual do Professor, bem como os dos outros três volumes da coleção, é dividido em duas partes: uma de orientações gerais e outra de orientações específicas para o volume.

As **orientações gerais** visam ao esclarecimento e à caracterização da proposta metodológica da obra e da estrutura dos volumes. Além disso, oferecem um panorama de recursos de ensino de Ciências que você poderá utilizar para enriquecer suas aulas.

As **orientações específicas para o volume** trazem as páginas do livro do estudante em miniatura, acompanhadas de esclarecimentos e subsídios a respeito dos conteúdos de cada capítulo, textos de apoio, comentários referentes às atividades, sugestões de respostas e propostas de atividades extras, além de sugestões de leituras, *sites* e filmes.

Temos consciência, prezado colega, de que o livro didático é uma nave que somente chegará a seu destino se conduzida pelas hábeis mãos de um verdadeiro mestre. Confiamos em que não há ninguém melhor do que você para fazê-lo.

Sucesso!

Os autores

# Sumário

<b>Orientações gerais</b> .....	V
<b>Aspectos gerais da coleção</b> .....	V
Organização dos conteúdos na coleção.....	V
Estrutura da coleção.....	VI
Material Digital do Professor.....	VII
<b>O ensino e a aprendizagem de Ciências</b> .....	VIII
Desafios no ensino de Ciências.....	VIII
A Base Nacional Comum Curricular.....	IX
Ensino pautado na concepção integrada do conhecimento.....	XX
Conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais.....	XX
Estudantes, os sujeitos da própria aprendizagem.....	XXI
Interação com o outro como fator essencial à aprendizagem.....	XXII
Os desafios da escola para todos.....	XXIII
<b>A avaliação</b> .....	XXIV
<b>Sugestões de trabalho com leituras relacionadas à ciência</b> .....	XXVI
<b>Outros recursos no ensino de Ciências</b> .....	XXVII
Mural.....	XXVII
Jogo.....	XXVIII
Projeto.....	XXVIII
Seminário.....	XXIX
Pôster.....	XXX
Debate.....	XXXI
Mostra de Ciências.....	XXXII
Vídeo.....	XXXIII
Atividade de campo.....	XXXIV
Estudo do meio.....	XXXV
Visita a museus.....	XXXVII
<b>Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino: propostas de trabalho</b> .....	XXXVIII
Blogs.....	XXXVIII
Redes sociais.....	XXXIX
Apresentação multimídia.....	XL
Fotografia, áudio e vídeo.....	XL
<b>Museus e outras instituições de interesse científico, por região</b> .....	XLI
Região Norte.....	XLI
Região Nordeste.....	XLI
Região Centro-Oeste.....	XLIII
Região Sudeste.....	XLIII
Região Sul.....	XLV
<b>Sugestões de leitura</b> .....	XLVI
<b>Sugestões de sites</b> .....	XLVI
<b>Referências bibliográficas</b> .....	XLVII
<b>Reprodução do Livro do Estudante com orientações específicas para o 9º ano</b> .....	1

### I Aspectos gerais da coleção

#### Organização dos conteúdos na coleção

Os conteúdos presentes na coleção estão organizados de acordo com as principais e mais atuais referências em ensino de Ciências, e se dividem em três eixos ou blocos temáticos: Vida e evolução, Terra e Universo, e Matéria e energia.

Os três eixos temáticos são desenvolvidos ao longo de cada volume, como se pode ver a seguir:

- **Vida e evolução:** uma das tônicas deste eixo temático é a ampliação do conhecimento a respeito da biodiversidade brasileira e de questões relacionadas à saúde e ao bem-estar humano e ambiental. Partindo inicialmente, no volume do 6º ano, do reconhecimento da célula como unidade funcional e estrutural da vida, é possível compreender os diferentes níveis de organização do corpo em tecidos, órgãos e sistemas, relacionando-os com assuntos e situações cotidianas. Em seguida, no 7º ano, abordamos o tema ecologia e a caracterização dos biomas brasileiros, fornecendo condições para explorar como diversos fatores bióticos e abióticos podem ser impactados por ações naturais e antrópicas. A temática seguinte é saúde pública, buscando ampliar o conhecimento sobre a ação das vacinas e reforçando a importância individual e coletiva da vacinação. Com base nessa compreensão, podem-se discutir diferentes indicadores de saúde e ambiente como ferramentas na avaliação das condições de saúde locais e proposição de soluções. No 8º ano, são discutidos alguns dos principais padrões e mecanismos reprodutivos em plantas e animais. Em um segundo momento, a reprodução humana é abordada, de modo a fornecer condições para compreensão e discussão das mudanças ocorridas com o corpo durante a puberdade, além de discutir os métodos contraceptivos e de prevenção de infecções sexualmente transmissíveis. A diversidade da vida segue sendo estudada no 9º ano, sob a perspectiva da evolução biológica, alicerce da Biologia atual, aliada a noções de genética. Cria-se, assim, a oportunidade para discutir estratégias de conservação da biodiversidade, tanto no contexto governamental, mais amplo, quanto no âmbito individual e coletivo. Assim, questões contemporâneas urgentes, como a utilização responsável dos recursos e a sustentabilidade, são trabalhadas com incentivo ao protagonismo dos estudantes.
- **Terra e Universo:** Ao longo deste eixo temático, conceitos das áreas de Astronomia, Geologia, Química, Física e Biologia são apresentados de modo integrado e adequado ao nível escolar. No 6º ano, parte-se da relação do ser humano com os corpos celestes para levar os estudantes à compreensão do planeta

Terra como parte de um sistema mais complexo, conhecido por meio da Astronomia. Inicia-se assim o estudo do planeta com seus movimentos, sua estrutura física, bem como os diferentes tipos de rochas. Em seguida, no 7º ano, a atmosfera é abordada em detalhes, incluindo suas características físico-químicas, também discutidas sob a perspectiva dos impactos causados por ações antrópicas. Após esse momento, diferentes fenômenos naturais são apresentados, com ênfase no modelo de placas tectônicas. No 8º ano, após compreender os movimentos do planeta Terra e as posições relativas dos astros, será possível também entender fenômenos como os eclipses, as fases da Lua e as estações do ano. Com base nessa compreensão, desenvolve-se o estudo do clima e da meteorologia, abordando-se também as alterações climáticas provocadas por intervenções humanas. Após o estudo detalhado do planeta Terra, é momento de situá-lo em um contexto cósmico mais amplo. Nesse sentido, a Via Láctea e o Sistema Solar são abordados no 9º ano com base em características de composição, estrutura e ciclo estelar. Finalmente, desenvolve-se o tema da origem da vida na Terra como forma de abordar uma das questões mais intrigantes da ciência: as condições para o surgimento e a manutenção da vida em outras regiões do Universo.

- **Matéria e energia:** a linha condutora desse eixo temático é a integração de conceitos de Química e Física, explorados de modo adequado aos níveis escolares, e sempre com o cuidado de relacionar os avanços científicos e tecnológicos à construção do conhecimento humano e seus impactos socioambientais. Abordamos inicialmente, no 6º ano, temas como a constituição e as propriedades da matéria, que servirão de base para o reconhecimento de misturas e transformações químicas. Avaliar o desenvolvimento científico e tecnológico também se torna foco para compreender a relação entre a produção de materiais sintéticos, como medicamentos, e seus impactos socioambientais. No 7º ano, ao explorar diferentes conteúdos relacionados à energia térmica, discutimos a ampla variedade de máquinas, utensílios e situações cotidianas que permitem avaliar criticamente o desenvolvimento tecnológico aplicado a diferentes dimensões da vida humana e seu efeito sobre a sociedade e o ambiente. Segue-se, então, no 8º ano, para o estudo de diferentes fontes de energia que podem ser usadas para gerar a energia elétrica que utilizamos no dia a dia. Esse estudo servirá como base para uma análise crítica do consumo de energia elétrica no cotidiano pelos estudantes, objetivando um consumo mais consciente. No 9º ano, o estudo da matéria é aprofundado com a descrição da estrutura do átomo e o estudo das moléculas e das transformações químicas. Em seguida, princípios de ondulatória, ópti-

ca e radiação eletromagnética são o alicerce para reconhecer e avaliar mecanismos tecnológicos que revolucionaram áreas da medicina e da comunicação. Ao longo dessa jornada pelo estudo da matéria e energia, espera-se que os estudantes reflitam a respeito de como a humanidade vem utilizando diferentes recursos e as consequências desse uso.

## Estrutura da coleção

A coleção é constituída por quatro volumes. Cada um está organizado em três unidades, baseadas nos eixos temáticos descritos anteriormente. Estas, por sua vez, compõem-se de capítulos.

Antes do início do trabalho com as unidades, é apresentada uma proposta de projeto, para ser realizado pelos estudantes. Abordaremos a relevância da realização de projetos mais adiante neste Manual. Ao final de cada livro, após a última unidade, apresentamos uma proposta de finalização do projeto, com um produto final.

Cada volume é finalizado por uma bibliografia com as principais referências consultadas durante a elaboração desta coleção.

## Unidades

A abertura de cada unidade apresenta uma fotografia que remete a algum aspecto do tema principal a ser abordado e um pequeno texto que busca não apenas situar os estudantes como também instigar neles o interesse pelo que será estudado. A análise desse conjunto imagem-texto possibilitará a você conversar com eles a respeito do que será discutido e contextualizar a conversa segundo a realidade de cada um. Ao final de cada unidade, encontra-se a seção chamada *Nesta unidade você estudou*, que está dividida em duas partes: *Revise e reflita*, com questões que visam levar os estudantes a uma reflexão metacognitiva, pensando se ainda têm dúvidas a serem esclarecidas e, eventualmente, retomando os conceitos que não tenham ficado bem compreendidos; e *Avalie seu aprendizado*, com o objetivo de levá-los a fazer uma revisão de tópicos e habilidades trabalhados na unidade. Consideramos esta última parte da unidade uma forma de autoavaliação, em que os estudantes são estimulados a refletir a respeito do que aprenderam e a rever dúvidas, caso existam.

Quanto à sequência das unidades, apresentamos uma proposta, exposta no sumário de cada volume, mas você não precisa se restringir a ela. A sequência de abordagem das unidades poderá ser adaptada aos seus objetivos de ensino e às características de suas turmas de estudantes.

## Organização dos capítulos

Em cada capítulo da coleção, o texto foi desenvolvido visando adequar os conceitos científicos ao nível de escolaridade a que se destina.

Os textos são complementados por imagens, como fotografias, esquemas, mapas, gráficos e tabelas, sempre acompanhadas

de legendas, referências e demais informações necessárias à sua correta exploração e interpretação. As dimensões de cada ser vivo mostrado em uma fotografia, por exemplo, são indicadas na legenda. A utilização de técnicas de microscopia e de cores artificiais também é sempre informada. Cada imagem dialoga com o texto e, ao mesmo tempo, incentiva os estudantes a refletir intensamente sobre os temas.

O texto didático é entremeado por seções variadas que favorecem a aprendizagem, destacando pontos importantes, ampliando discussões sobre os temas, promovendo a construção de relações entre blocos temáticos e trazendo exemplos muitas vezes presentes no dia a dia dos estudantes. Algumas delas apresentam atividades, cuja finalidade é estimular o protagonismo dos estudantes, visando a um aprendizado ativo e dinâmico e a colaborar para a organização das suas ideias sobre o que é discutido.

Você, educador, é a pessoa que mais conhece as necessidades dos estudantes. Explore as seções de modo a atender a essas necessidades.

## Estrutura dos capítulos

- **O que você já sabe?:** é a seção presente na abertura de todos os capítulos. Nela há perguntas que têm como objetivo educacional o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Em geral, essas perguntas exploram detalhes das fotografias ou ilustrações de abertura do capítulo, que visam despertar o interesse dos estudantes sobre o assunto. Ao responder às perguntas, eles são incentivados a mobilizar seus saberes, analisar situações, fazer comparações e participar de atividades coletivas. Nesse momento surgem, comumente, noções de senso comum nem sempre coerentes com o conhecimento científico atual. Tenha o especial cuidado para não comunicar aos estudantes a ideia de que há erros em seus conhecimentos prévios. Ao longo do estudo do capítulo e das discussões, eles terão oportunidade de questionar e reavaliar o que não está de acordo com a ciência. A diversidade de opiniões favorece as discussões, possibilitando algumas vezes a formulação de hipóteses, que poderão ser testadas no decorrer do capítulo. Você pode encaminhar a conversa com os estudantes de forma a solicitar que as questões sejam respondidas de modo individual ou em grupo, orientando o registro escrito das respostas. Em seguida, caso considere procedente, pode solicitar que as respostas sejam compartilhadas oralmente com a classe de modo que você possa anotar no quadro as ideias principais levantadas pelos estudantes, retomando-as ao longo do estudo do capítulo.
- **Aplique e registre:** ocorre ao longo do texto e apresenta questões que proporcionam a reflexão sobre o tema estudado em contextos variados, estimulando a construção do conhecimento de forma integrada e ampliada. As atividades em geral orientam os estudantes a registrarem as respostas. O ato de

registrar, por meio de texto, desenhos e esquemas, ajuda na sistematização do conhecimento recém-adquirido. Esta seção poderá ajudá-lo a verificar se os estudantes estão acompanhando o aprendizado do conteúdo.

- **Investigação:** traz propostas de observação direta, construção de modelos e maquetes, realização de atividades experimentais e demonstrações, cuja finalidade principal é promover o desenvolvimento do pensamento lógico, a organização de procedimentos e a capacidade investigativa compatível com os métodos próprios da ciência (assim como sugerido por muitas habilidades da BNCC). As questões ao final da seção buscam promover a interpretação dos resultados observados e estabelecer a relação desses resultados com os temas estudados e incentivar a troca de ideias na turma.
- **Um pouco de história:** valoriza a História da Ciência, não somente por meio de dados biográficos de renomados cientistas do passado, mas também pela apresentação de textos e trabalhos consagrados que contribuíram para o progresso do conhecimento científico, situando-os, dentro do possível, no tempo e no local onde ocorreram. Pode, também, apresentar informações de outro período histórico sobre o assunto tratado, dando aos estudantes uma visão da ciência como construção que se dá ao longo do tempo.
- **Quem já ouviu falar em...:** o objetivo é explicar cientificamente assuntos que costumam instigar a curiosidade dos estudantes. Os textos dessa seção são introduzidos sempre por um título na forma de pergunta e trazem informações paralelas e complementares ao tema tratado, enriquecendo sua compreensão e motivando seu estudo.
- **Saiu na mídia:** apresenta textos divulgados pela mídia. Esse termo, já incorporado à língua portuguesa, deriva do inglês “*mass media*” ou simplesmente “*media*” para se referir aos meios de comunicação em massa. Emprega-se atualmente a palavra “mídia” para designar qualquer meio de comunicação com a finalidade de transmitir informações, abrangendo jornais, revistas, televisão, rádio, internet e outras. No caso do presente material, estamos trabalhando com mídias que abordam conteúdos científicos, como os presentes em revistas científicas, *sites* de universidades, revistas e *sites* de divulgação científica, jornais, reportagens e outras, sempre estimulando os estudantes a buscar nesses meios mais informações a respeito de fenômenos naturais e eventos científicos. Os textos selecionados são sempre acompanhados por questões de interpretação e de aprofundamento ao final da seção, o que permite também desenvolver a leitura crítica.
- **Projeto em construção:** presente em alguns momentos ao longo dos livros, busca relacionar o tema proposto pelo *Projeto anual* ao conteúdo estudado em um capítulo ou grupo de capítulos. Esses momentos poderão ser usados para que os estudantes desenvolvam uma etapa do *Projeto anual*.

As atividades, localizadas ao final de cada capítulo, estão divididas conforme seus objetivos.

- **O que você aprendeu?:** atividade de reflexão pessoal e de autoavaliação. Ela incentiva os estudantes a retomarem as respostas iniciais da seção *O que você já sabe?* e, se necessário, reformulá-las com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo.
- **Análise e responda:** é constituída de atividades variadas que têm como objetivo retomar assuntos tratados, articulando-os juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas no capítulo. Além disso, a seção também fornece elementos complementares para a avaliação do conhecimento desenvolvido pelos estudantes.
- **Pesquisa:** propõe que os estudantes realizem, em grupos, pesquisas complementares sobre temas relacionados aos assuntos tratados no capítulo. Além de favorecer o desenvolvimento das competências e habilidades da BNCC, a exploração de temas polêmicos ou da atualidade ajuda a despertar o interesse dos estudantes por esses temas. A seção também cumpre com o importante objetivo de trabalhar com eles o rigor na busca de informações, sempre a partir de fontes seguras e confiáveis para construção de argumentos válidos e pautados em informações científicas. As propostas de pesquisa são, na maior parte das vezes, acompanhadas de sugestões diversificadas de como compartilhar na escola ou na comunidade o material produzido. Apesar das sugestões que fizemos, fica sempre ao seu critério avaliar a pertinência considerando suas concepções pedagógicas e as possibilidades da escola.
- **Integração:** busca integrar o tema tratado com outras áreas do conhecimento, tendo como objetivo valorizar a compreensão das conexões entre as diversas formas de estudo de um tema. As questões apresentadas visam aprofundar a reflexão e as conexões entre temas pelos estudantes e podem sempre ser realizadas em grupos.
- **Fórum de debates:** apresenta temas para serem pesquisados e debatidos em grupos pelos estudantes, em geral envolvendo assuntos polêmicos ou aspectos sociais e éticos. Trata-se de uma oportunidade para exercitar com os estudantes a discussão por meio de argumentos baseados em conhecimentos científicos e o respeito a opiniões divergentes. Essa seção permite também verificar que os conhecimentos científicos não estão isolados das outras esferas do saber e de temas do cotidiano.

### Material Digital do Professor

Complementa o trabalho desenvolvido no material impresso, com o objetivo de organizar e enriquecer o trabalho docente, contribuindo para sua contínua atualização e oferecendo subsídios para o planejamento e o desenvolvimento de suas aulas.

Neste material, você encontrará:

- orientações gerais para o ano letivo;
- quadros bimestrais com os objetos de conhecimento e as habilidades que devem ser trabalhadas em cada bimestre;
- sugestões de atividades que favoreçam o trabalho com as habilidades propostas para cada ano;
- orientações para a gestão da sala de aula;
- proposta de projetos integradores para o trabalho com os diferentes componentes curriculares.

No Material Digital do Professor há também um **Plano de Desenvolvimento** por bimestre, contabilizando quatro no total. Por meio deles, objetiva-se evidenciar as habilidades e os objetos de conhecimento contemplados em cada bimestre e a distribuição deles no Livro do Estudante. Também apresentam propostas de práticas de sala de aula que visam subsidiar o desenvolvimento das competências gerais da BNCC e das competências específicas de Ciências da Natureza.

Junto a cada plano de desenvolvimento há um **Projeto Integrador**, que propõe a realização de projetos interdisciplinares. Esses projetos integram objetos de conhecimento e habilidades de pelo menos dois componentes curriculares e favorecem o desenvolvimento das competências gerais da BNCC.

Para cada bimestre também é disponibilizada uma **Proposta de Acompanhamento de Aprendizagem**, que visa auxiliar o monitoramento das aprendizagens dos estudantes. Ela é composta de avaliação, gabarito e ficha de acompanhamento das aprendizagens do estudante.

O Material Digital do Professor conta ainda com as **Sequências Didáticas** e os **Materiais Digitais Audiovisuais**. Nas orientações específicas deste Manual do Professor, são informadas as sequências didáticas e os materiais digitais audiovisuais relativos aos conteúdos estudados.

## **I O ensino e a aprendizagem de Ciências**

### **Desafios no ensino de Ciências**

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm-se desenvolvido intensamente, o que significa que a quantidade de informações disponíveis é cada vez maior e produzida em intervalos de tempo cada vez menores. Criou-se a ideia de que devemos nos manter informados sobre todos os assuntos, incluindo aqueles relacionados à ciência. Mas o que fazer com tal “enxurrada” de informações?

Aprender não significa apenas ter acesso à vasta quantidade de informações. É preciso saber interpretar essas informações, reconhecendo as fontes confiáveis de consulta e sabendo pensar criticamente. Como o professor de Ciências pode auxiliar os estudantes no desenvolvimento dessas habilidades?

Sabe-se que muitas informações veiculadas pela mídia não são propriamente científicas, pois não fizeram parte de pesquisas científicas reconhecidas e/ou são interpretações de terceiros sobre ideias originais de autores de referência. Além disso, um indivíduo até pode acessar grande quantidade de informações que tenham veracidade científica comprovada, mas isso não garante que ele compreenda os conceitos relacionados a elas. A aprendizagem não se desenvolve somente por acúmulo de informações; ela exige do indivíduo uma elaboração mental mais complexa, requer um pensar analítico a respeito das informações.

Nesse sentido, o ensino de Ciências tem muito a contribuir para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Considerando o nível escolar a que esta coleção se destina, voltada para jovens entre 11 e 14 anos, aproximadamente, cuja estrutura cognitiva está em processo de amadurecimento, as discussões devem apresentar linguagem e condução apropriadas. Desse modo, informações divulgadas na mídia podem ser compreendidas e analisadas com base nos conceitos científicos que foram trabalhados em sala de aula.

Outra discussão essencial trata das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual deve ser promovida pelo ensino de Ciências. Essa discussão favorece o desenvolvimento cognitivo e, sobretudo, a análise crítica. É fundamental que os estudantes entendam que a ciência recebe influências de fatores tecnológicos, assim como não está alheia a um contexto social, o qual a influencia fortemente, e vice-versa.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica:

**As tecnologias da informação e comunicação constituem uma parte de um contínuo desenvolvimento de tecnologias, a começar pelo giz e os livros, todos podendo apoiar e enriquecer as aprendizagens. Como qualquer ferramenta, devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais e como tecnologia assistiva; desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se desenvolva de modo mais intenso, inclusive na produção de linguagens. Assim, a infraestrutura tecnológica, como apoio pedagógico às atividades escolares, deve também garantir acesso dos estudantes à biblioteca, ao rádio, à televisão, à internet aberta às possibilidades da convergência digital.**

(BRASIL, 2013, p. 25, negrito do documento original.)

E continua o mesmo documento:

[...] o conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida, em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico: uma das condições para o exercício da cidadania. O conhecimento científico e as novas tecnologias constituem-se, cada vez mais, condição para que a pessoa saiba se posicionar frente a processos e inovações que a afetam. Não se pode, pois, ignorar que se vive: o avanço do uso da energia nuclear; da nanotecnologia; a conquista da produção de

alimentos geneticamente modificados; a clonagem biológica. Nesse contexto, tanto o docente quanto o estudante e o gestor requerem uma escola em que a cultura, a arte, a ciência e a tecnologia estejam presentes no cotidiano escolar, desde o início da Educação Básica.

(BRASIL, 2013, p. 26.)

Essa abordagem do ensino de Ciências, embora não seja simples, deve ser iniciada, como explicitado acima, já no Ensino Fundamental, período que influencia fortemente o desenvolvimento de conceitos e valores dos indivíduos.

Em suma, ao longo do Ensino Fundamental, o ensino de Ciências deve possibilitar que os estudantes:

- entendam que a ciência produz conhecimento com base em métodos, princípios e fatos;
- reconheçam que os conhecimentos científicos estão constantemente sujeitos a mudanças, pois a ciência é uma elaboração humana aberta à discussão;
- compreendam que as esferas da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade (CTS) se influenciam mutuamente, fazendo com que a ciência não fique neutra a fatores econômicos, sociais, políticos, religiosos, éticos e culturais;
- compreendam a natureza como um sistema composto de diversas partes interdependentes;
- percebam que, mesmo havendo grande diversidade de seres vivos na Terra, há padrões vitais estruturais, fisiológicos e comportamentais presentes em todos eles;
- identifiquem, em diversas atividades humanas, tanto os impactos negativos quanto as ações sustentáveis que contribuem com a integridade do ambiente e dos seres vivos;
- compreendam que o desenvolvimento da ciência caminha lado a lado com o desenvolvimento tecnológico e que este também gera consequências, positivas e negativas, para a sociedade e o meio ambiente.
- entendam a saúde como bem individual e coletivo, e que sua promoção exige diversas ações nos âmbitos pessoal e social;
- proponham ideias para enfrentar problemas que afetam nossa sociedade, fundamentando-se em conceitos relacionados a matéria, energia, transformação, sistema e vida.

## A Base Nacional Comum Curricular

No mundo contemporâneo as pessoas estão profundamente ligadas à tecnologia e a diferentes aplicações do conhecimento científico por meio das mais diversas dimensões da vida humana, como saúde, lazer e trabalho. Assim, é fundamental promover a formação de jovens que consigam compreender e avaliar de forma reflexiva e crítica o mundo à sua volta, incluindo os impactos socioambientais do intenso desenvolvimento tecnológico, tanto atualmente quanto ao longo da história.

Neste sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi desenvolvida como um documento normativo para definir o

conjunto de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Esse conjunto, conforme explicitado pelo texto da BNCC, não se resume apenas a conteúdos conceituais específicos de uma determinada área do conhecimento, mas abrange diversas **competências**. Ainda segundo a BNCC, as competências correspondem à mobilização de conhecimentos conceituais e procedimentais, além de habilidades, atitudes e valores necessários para resolver demandas complexas da vida cotidiana.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

(BNCC, p. 8)

Ainda segundo o documento:

Ao adotar esse enfoque, a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC.

(BNCC, p. 13)

O desenvolvimento do letramento científico ao longo do Ensino Fundamental possui papel chave nesse contexto, vinculando as áreas de Ciências da Natureza à formação dos jovens cidadãos.

Com relação à estrutura da BNCC para o Ensino Fundamental, as Ciências da Natureza são definidas como uma das cinco áreas do conhecimento e apresentam competências específicas da área. Além disso, as três unidades temáticas – Vida e evolução, Terra e Universo, e Matéria e energia – apresentam um conjunto de objetos de conhecimento e habilidades específicas para cada ano do Ensino Fundamental.

## A BNCC nesta coleção

### Competências gerais

Nesta coleção, as dez **competências gerais** são trabalhadas ao longo dos volumes de forma progressiva e integrada. A seguir, listamos alguns dos momentos da coleção em que o trabalho com as competências se mostra mais evidentemente.

- **Competência 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.

O trabalho com esta competência pode ser visto, por exemplo, no volume do 8º ano, unidade 2, na qual os estudantes têm a oportunidade de compreender como se dá a distribuição dos padrões climáticos no mundo a partir de uma perspectiva geográfica para, então, obter base para identificar e discutir a respeito das alterações climáticas. Essas alterações representam uma questão urgente de resolução em nível internacional, presente na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

- **Competência 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.

A proposição de experimentos, situações hipotéticas e problemas do cotidiano é uma constante ao longo da coleção e favorece o desenvolvimento desta competência. Por exemplo, no capítulo 11 do volume do 6º ano são tratadas as transformações químicas e o reconhecimento das evidências de uma reação. Por meio de diversas atividades, os estudantes são orientados a mobilizar diferentes conceitos e procedimentos próprios da investigação científica para construção do conhecimento e resolução dos problemas.

- **Competência 3.** Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

Diferentes situações de aprendizagem ao longo da coleção favorecem esta competência, como no capítulo 1 do volume do 7º ano. Neste momento, o *Mangue Beat* é apresentado como um movimento artístico-cultural associado ao resgate de elementos sociais e ambientais. Neste contexto, os estudantes são incentivados a valorizar e refletir sobre a relação entre a produção cultural e a biodiversidade dos ecossistemas brasileiros, como o manguezal. No capítulo 6 do volume do 8º ano, os estudantes são convidados a analisar uma pintura da artista brasileira Anita Malfatti e a inspirar-se nela para elaborar um desenho a respeito dos ventos em suas diferentes velocidades.

- **Competência 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.

Em diversos momentos ao longo da coleção é sugerido que os estudantes expressem suas opiniões e conclusões a respeito dos temas estudados a toda a turma. Esses momentos ora sugerem a apresentação de seminários, ora o compartilhamento verbal de ideias, ora a produção de *blogs*, *sites*, folhetos e outros materiais em que há a presença explícita das diferentes linguagens e conhecimentos. Apenas como exemplo, no capítulo 3 do volume do 6º ano, os estudantes são convidados a pesquisar mais a respeito

dos riscos do ato de fumar e a elaborar uma campanha contra o tabagismo na escola como fruto de pesquisa, utilizando cartazes com figuras e textos e a criação de um *slogan* como título para a campanha deles. Já no capítulo 6 do volume do 6º ano, pede-se que os estudantes pesquisem a respeito de Ptolomeu e montem uma biografia sobre ele para ser divulgada em uma página da internet criada pelo grupo, com a coordenação do professor.

- **Competência 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.

O desenvolvimento desta competência se dá a partir de diferentes situações de aprendizagem que favorecem a mobilização de conceitos e procedimentos por meio de ferramentas digitais. Por exemplo, os estudantes são convidados a conhecer, discutir e avaliar diferentes avanços tecnológicos e digitais no capítulo 4 do volume destinado ao 7º ano. Nele os estudantes são convidados a conhecer o aplicativo *Vacinação em Dia*, disponibilizado pelo SUS. Plataformas digitais, aplicativos e outros meios de comunicação digital são elementos facilitadores utilizados no capítulo para articulação de conteúdos relacionados à saúde humana, cuidados com o corpo, estudo das condições socioambientais e disseminação do conhecimento.

- **Competência 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.

A valorização de saberes e vivências culturais está presente em diversos momentos da obra. Podemos citar como exemplo o capítulo 3 do volume do 8º ano, no qual é trabalhada a diversidade sexual, sob uma abordagem de respeito às diferenças. Além disso, pode-se citar o capítulo 5 do volume do 9º ano, no qual são trabalhados conceitos de Astronomia sob uma perspectiva de culturas indígenas, novamente buscando valorizar as diferenças entre as culturas.

- **Competência 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.

Essa competência é trabalhada ao longo da coleção em diversos momentos, principalmente no contexto de ações e posturas relacionadas à conservação do meio ambiente, defesa da saúde e bem-estar humano. Por exemplo, ao longo dos capítulos 5 e 6 do

volume do 7º ano, são trabalhadas alterações ambientais e climáticas como o aumento do efeito estufa, a redução da camada de ozônio e o aquecimento global. Com base nas informações apresentadas sob a forma de textos, gráficos, esquemas e ilustrações, os estudantes são orientados por diversas atividades a avaliar os problemas, identificar causas e consequências, e propor medidas que busquem minimizar ou solucionar tais problemas. Espera-se assim o desenvolvimento de uma consciência socioambiental aliada a uma postura reflexiva e crítica sobre ações individuais e coletivas.

- **Competência 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.

Essa competência está presente em diversos momentos da coleção. Por exemplo, quando se aborda o sistema nervoso e a saúde no capítulo 3 do volume do 6º ano, em que há a preocupação de tratar de cuidados no trânsito e as questões das drogas psicoativas. Além disso, discute-se o que é enurese noturna visando quebrar tabus diante dessa questão. Também pode-se dar como exemplo questões ligadas à sexualidade e às ISTs no capítulo 3 do volume do 8º ano, abrindo um diálogo franco e esclarecedor com os estudantes.

- **Competência 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.

As diferentes seções dentro dos capítulos e as várias propostas de atividades ao longo de toda a coleção procuraram valorizar trabalhos coletivos que visam justamente mobilizar as competências listadas aqui. Por exemplo, no capítulo 12 do volume do 6º ano, a seção *Fórum de debates* propõe a simulação de uma audiência pública para discussão sobre a utilização de medicamentos biossimilares. Essa atividade visa desenvolver a expressão de diferentes opiniões e argumentos, de forma organizada e respeitosa, considerando elementos econômicos, sociais e jurídicos. Outro exemplo está presente no capítulo 3 do volume do 9º ano, no qual os estudantes são convidados a debater a criação de unidades de conservação a partir do reconhecimento e da valorização de questões ambientais, econômicas e sociais.

- **Competência 10.** Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Os estudantes são incentivados a desenvolver essa competência ao longo da coleção por meio de diferentes atividades que valorizam conteúdos procedimentais e atitudinais. Por exemplo, no capítulo 4 do volume do 9º ano, a atividade da sessão *Integra-*

*ção* propõe aos estudantes avaliar problemas ou desafios ambientais da comunidade e da escola. Em seguida, eles são orientados a criar e implementar projetos para minimizar ou solucionar esses problemas, utilizando-se de princípios sustentáveis e solidários aplicados em ações individuais e coletivas.

### Competências específicas

As competências específicas de Ciências da Natureza visam contribuir para o letramento científico dos estudantes, articulando diferentes práticas e conhecimentos que fundamentam a investigação científica e uma postura crítica em relação ao mundo.

- **Competência 1.** Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
- **Competência 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.
- **Competência 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.
- **Competência 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.
- **Competência 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.
- **Competência 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.
- **Competência 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.
- **Competência 8.** Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciên-

cias 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.

Nesta coleção, especial atenção foi dedicada ao fornecimento de condições para que os estudantes desenvolvessem uma postura investigativa e protagonista da aprendizagem, possibilitando:

- o reconhecimento e a definição de problemas e questões científicas, bem como a proposição de hipóteses;
- o planejamento de atividades e experimentos, avaliando o uso adequado de ferramentas e métodos variados;
- a coleta de dados e análise de resultados;
- a comunicação das informações obtidas utilizando linguagens variadas, incluindo, mas não se limitando a textos, gráficos, tabelas, esquemas, cartazes, quadrinhos, jogos, *blogs* e *sites*;
- a reflexão sobre a prática científica como meio de reformulação do conhecimento, seleção de argumentos adequados e apresentação de justificativas;
- a proposição e a implementação de soluções para problemas cotidianos, visando melhorias individuais, coletivas e ambientais.

Para atender a essas situações, as competências específicas são trabalhadas continuamente ao longo da coleção com base nos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais mais favoráveis.

Neste Manual, as **orientações específicas** apresentam quais são as competências específicas trabalhadas em cada capítulo. Cumpre destacar que a abrangência e complexidade das competências justificam sua repetição ao longo dos diferentes capítulos, unidades e volumes, sendo esperado um desenvolvimento progressivo dessas competências pelos estudantes.

### **Objetos de conhecimento e habilidades**

Como forma de assegurar o desenvolvimento das competências gerais e específicas, a BNCC define um conjunto de objetos de conhecimento e habilidades que devem ser desenvolvidas em cada ano do Ensino Fundamental.

Os objetos de conhecimento definem conteúdos, conceitos ou processos vinculados a um número variável de habilidades.

Estas, por sua vez, expressam aprendizagens essenciais que relacionam condições específicas do contexto curricular às competências gerais e específicas. Além disso, a complexidade do conjunto de habilidades aumenta ao longo dos anos, mobilizando cada vez mais conteúdos e práticas inerentes à investigação científica. Nesta coleção, as habilidades são trabalhadas nos anos do Ensino Fundamental em que são recomendadas pela BNCC. Enquanto algumas habilidades são integralmente trabalhadas em apenas um capítulo, outras são exploradas de modo integrado ao longo de dois ou mais capítulos.

O trabalho com o conjunto de objetos de conhecimento e habilidades representa um estimulante compromisso com a formação dos estudantes. Ao longo da coleção você verá propostas de como desenvolvê-lo de modo integrado e diversificado. Cada capítulo conta com seções (como é o caso da *Aplique e registre*) que apresentam atividades e situações de aprendizagem que buscam assegurar plenas condições de desenvolvimento das respectivas habilidades. Sua orientação será fundamental para mediar esse processo com os estudantes, por isso atividades extras e materiais de apoio são indicados ao longo das orientações didáticas, presentes nas orientações específicas deste Manual.

O texto de cada habilidade é iniciado com um verbo que abrange diferentes processos cognitivos esperados na mobilização dos conteúdos e ações pelos estudantes. A classificação desses objetivos cognitivos, também conhecida por Taxonomia de Bloom, visa oferecer bases para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor dos estudantes, além de proporcionar condições e estratégias para que o professor os oriente ao longo desse processo (BLOOM, 1956).

Listamos a seguir alguns dos principais verbos presentes nas habilidades da BNCC, nos anos finais do Ensino Fundamental, sob a perspectiva da taxonomia revisada dos objetivos cognitivos (FERRAZ e BELHOT, 2010). Consideramos essa uma poderosa ferramenta para auxiliar você, professor, na promoção, acompanhamento e avaliação dos processos cognitivos desenvolvidos pelos estudantes. Indicamos também exemplos de como esta coleção auxilia a criar oportunidades favoráveis ao desenvolvimento das habilidades.

<b>Compreender</b>	
<b>Processos cognitivos esperados</b>	Estabelecimento de conexões entre conhecimentos prévios e adquiridos, incluindo também a organização de fatos e ideias.
<b>Verbos associados</b>	Calcular, classificar, concluir, demonstrar, descrever, caracterizar, identificar, selecionar e explicar.
<b>Exemplo</b>	(EF09CI06) 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.
<b>Abordagem na coleção</b>	Em conjunto com os conteúdos conceituais, diversas atividades são propostas com o objetivo de que os estudantes associem conhecimentos prévios às novas informações. Para isso, faz-se uso da apresentação de situações hipotéticas, atividades de experimentação e demonstração. Destaca-se também, como estratégia didática, a proposição de pesquisas, redações e outros tipos de apresentações, para facilitar etapas de caracterização e sistematização das informações. Vale lembrar que você possui papel fundamental na orientação das atividades, assegurando a compreensão dos estudantes e a correta associação dos conteúdos.

<b>Aplicar</b>	
<b>Processos cognitivos esperados</b>	Execução de procedimentos em situações específicas para solucionar um problema ou demonstrar um conceito, com base no conhecimento e técnicas estudadas. Verbos que indicam esse tipo de processo cognitivo são mais comuns nos anos iniciais do Ensino Fundamental, de modo que se apresentam restritos a poucas habilidades neste momento.
<b>Verbos associados</b>	Construir, demonstrar, identificar, planejar e utilizar.
<b>Exemplo</b>	(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
<b>Abordagem na coleção</b>	Conteúdos conceituais e procedimentais são explicitados para que os estudantes, sob orientação, tenham condições de propor e realizar experimentos que relacionem os assuntos estudados. Mais especificamente, são apresentadas orientações para a aplicação dos conteúdos em forma de atividades práticas, resgatando também informações textuais e gráficas necessárias à sua conclusão.

<b>Analisar</b>	
<b>Processos cognitivos esperados</b>	Decompor informações em diferentes partes e sob diferentes critérios, compreendendo a inter-relação existente entre elas. Também implica fazer inferências e buscar evidências para apoiar hipóteses.
<b>Verbos associados</b>	Classificar, demonstrar, inferir, descrever, explicar, identificar, concluir, associar e relacionar.
<b>Exemplo</b>	(EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.
<b>Abordagem na coleção</b>	Como forma de subsidiar esse tipo de processo cognitivo, os capítulos lançam mão de conteúdos conceituais e procedimentais relacionados ao objeto de conhecimento correspondente. Já as atividades incentivam a reflexão dos estudantes sobre o conteúdo apresentado. Além disso, orientam a sua análise sob diferentes situações ou contextos. Uma estratégia adotada é fornecer um conjunto de informações (em forma de imagens e/ou textos) e propor sua análise como forma de elucidar um problema ou conceito. Outra abordagem sugerida é trabalhar a proposição de hipóteses e análise dos resultados de experimentos como forma de desenvolver etapas que caracterizam a investigação científica e ampliam a aprendizagem.

<b>Avaliar</b>	
<b>Processos cognitivos esperados</b>	Posicionamento crítico sobre uma questão ou tema com base em critérios e padrões claros e cientificamente suportados. Também envolve apresentar e defender opiniões com base em argumentos. Vale destacar que os verbos relacionados a esses processos cognitivos estão presentes em maior quantidade, estimulando níveis mais complexos de aprendizagem.
<b>Verbos associados</b>	Comparar, diferenciar, concluir, deduzir, discutir, explicar, interpretar, justificar e selecionar.
<b>Exemplo</b>	(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.
<b>Abordagem na coleção</b>	O trabalho com habilidades que apresentam esse conjunto de verbos exige, de início, a apresentação de informações relacionadas ao tema de estudo para que, posteriormente, os estudantes possam exercitar a avaliação dessas informações. Alternativamente, são sugeridas, em atividades, a pesquisa e a busca dessas informações iniciais, sempre destacando a necessidade de usar fontes seguras e confiáveis. Tais informações são, então, contextualizadas em situações-problema, que os estudantes são incentivados a avaliar com base em argumentos sólidos. Sempre que possível, esse tipo de estratégia é desenvolvido com exemplos do cotidiano e que se aproximam da realidade dos estudantes. Questões presentes na seção <i>Saiu na mídia</i> , por exemplo, buscam esse tipo de relação, em que os estudantes devem avaliar criticamente as informações disponibilizadas nos artigos e ampliá-las para outros contextos. Debates, discussões e apresentações também são estratégias sugeridas ao longo das atividades como forma de estimular o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

<b>Criar</b>	
<b>Processos cognitivos esperados</b>	Desenvolvimento de soluções, modelos ou experiências para resolver problemas ou situações com base em conhecimentos e habilidades estudadas.
<b>Verbos associados</b>	Construir e propor.
<b>Exemplo</b>	(EF09CI13) 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.
<b>Abordagem na coleção</b>	Muitas atividades visam estimular os estudantes a identificar e avaliar situações-problema para, então, propor e, em alguns casos, implementar possíveis soluções. Essas propostas abrangem tanto situações de caráter teórico quanto prático, como a construção de modelos. Para a implementação das soluções propostas, sua orientação e suporte serão fundamentais. Ao longo da obra, há também sugestões de criação de campanhas de divulgação e conscientização na escola e na comunidade, criando um diálogo entre os conteúdos curriculares e as mais variadas formas de vivência escolar dos estudantes.

Nas páginas a seguir, apresentamos a correspondência entre os conteúdos trabalhados nesta coleção e os objetos de conhecimento e habilidades da BNCC.



## Unidade temática Vida e evolução

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
6º	<b>Célula como unidade da vida</b> <b>Interação entre os sistemas locomotor e nervoso</b> <b>Lentes corretivas</b>	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.																
		(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.																
		(EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.																
		(EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão.																
		(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.																
		(EF06CI10) Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.																
7º	<b>Diversidade de ecossistemas</b> <b>Fenômenos naturais e impactos ambientais</b> <b>Programas e indicadores de saúde pública</b>	(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.																
		(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.																
		(EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde.																
		(EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.																
		(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.																

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
8º	Mecanismos reprodutivos Sexualidade	(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.																
		(EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.																
		(EF08CI09) Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).																
		(EF08CI10) Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.																
		(EF08CI11) Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).																
9º	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.																
		(EF09CI09) 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.																
		(EF09CI10) 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.																
		(EF09CI11) 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.																
		(EF09CI12) 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.																
		(EF09CI13) 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.																



## Unidade temática Terra e Universo

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
6º	Forma, estrutura e movimentos da Terra	(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.															
		(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.															
		(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.															
		(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.															
7º	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental	(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.															
		(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.															
		(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.															
		(EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.															
		(EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.															

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
8 <sup>o</sup>	<b>Sistema Sol, Terra e Lua</b>  <b>Clima</b>	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.															
		(EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais.															
		(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.															
		(EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.															
		(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.															
9 <sup>o</sup>	<b>Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo</b>  <b>Astronomia e cultura</b>  <b>Vida humana fora da Terra</b>  <b>Ordem de grandeza astronômica</b>  <b>Evolução estelar</b>	(EF09CI14) 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).															
		(EF09CI15) 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.).															
		(EF09CI16) 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.															
		(EF09CI17) 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.															



## Unidade temática Matéria e energia

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
6º	<b>Misturas homogêneas e heterogêneas</b>  <b>Separação de materiais</b>  <b>Materiais sintéticos</b>  <b>Transformações químicas</b>	(EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).																							
		(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.)																							
		(EF06CI03) Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).																							
		(EF06CI04) Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.																							
7º	<b>Máquinas simples</b>  <b>Formas de propagação do calor</b>  <b>Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra</b>  <b>História dos combustíveis e das máquinas térmicas</b>	(EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.																							
		(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.																							
		(EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.																							
		(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.																							
		(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.																							
		(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).																							

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidade	Capítulo														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
8º	Fontes e tipos de energia Transformação de energia Cálculo de consumo de energia elétrica Circuitos elétricos Uso consciente de energia elétrica	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.															
		(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.															
		(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).															
		(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.															
		(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.															
		(EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.															
9º	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.															
		(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.															
		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.															
		(EF09CI04) 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.															
		(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.															
		(EF09CI06) 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.															
		(EF09CI07) 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 laser, infravermelho, ultravioleta etc.).															

Ao longo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, espera-se que os estudantes tenham sido apresentados a diferentes situações de aprendizagem com o objetivo de iniciar o desenvolvimento do letramento científico. No eixo **Vida e evolução**, foram trabalhadas as características do corpo humano e os cuidados com a saúde, assim como a diversidade de seres vivos e seu papel nas cadeias alimentares. Ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental, a presente coleção visa resgatar esses conteúdos, trabalhando-os sob outras perspectivas a fim de desenvolver habilidades progressivamente mais complexas. Por exemplo, a integração dos sistemas do corpo humano é aprofundada a partir do estudo dos sistemas nervoso e locomotor, além da importância dos sentidos. O estudo da saúde humana é ampliado, abordando políticas públicas de saúde e discutindo a importância de estratégias fundamentais como vacinação e saneamento ambiental. Para dar continuidade ao estudo dos seres vivos, optamos por uma abordagem holística, trabalhando biodiversidade e evolução de forma integrada e contínua, como apresentado anteriormente na descrição do eixo. Finalmente, a coleção ressalta uma abordagem investigativa e estimulante ao longo dos anos, visando ao desenvolvimento de uma postura reflexiva e crítica dos estudantes pautada em ações sustentáveis e conscientes.

No eixo **Terra e Universo**, os anos iniciais do Ensino Fundamental introduzem conteúdos conceituais e procedimentais relacionados ao reconhecimento e explicação de fenômenos astronômicos, assim como de características do planeta Terra. Ao longo desta coleção, os estudantes serão incentivados a continuar essa jornada, aprofundando seus conhecimentos por meio de estratégias variadas. Optamos por uma sequência didática em que os estudantes conhecerão mais profundamente o planeta Terra, sua estrutura e características, como atmosfera, fenômenos naturais e clima. Em seguida, eles serão conduzidos por temas mais abrangentes, ampliando o conhecimento sobre o Sistema Solar e o Universo. Para esse período escolar, a coleção também enfatiza a mobilização de conhecimentos anteriores e novos como ferramenta para a avaliação crítica da intervenção humana sobre o ambiente.

Os anos iniciais do Ensino Fundamental relacionados à **Matéria e energia** destacam as características dos materiais no contexto do cotidiano dos estudantes, favorecendo a reflexão sobre consumo, utilidade, descarte e reciclagem. Outros fenômenos físicos também são inicialmente explorados, como a produção de som e os efeitos da luz. Para os anos finais do Ensino Fundamental, a presente coleção resgata esses elementos, conduzindo um estudo aprofundado sobre a matéria, suas propriedades e transformações. Selecionamos também conteúdos da terminologia, elétrica, cinética, ondulatória e óptica que, de modo progressivo, trabalham a relação entre o

desenvolvimento tecnológico e as atividades humanas. Desse modo, acreditamos que a coleção contribui de modo integrado e atrativo para o desenvolvimento do letramento científico ao longo do Ensino Fundamental.

### Ensino pautado na concepção integrada do conhecimento

Ao longo das unidades desta coleção, a discussão dos temas busca o máximo possível de articulação entre conhecimentos físicos, químicos, biológicos, geológicos e astronômicos. Questões ambientais, como desequilíbrio e preservação de ecossistemas, estão atreladas à discussão dos temas. Em diversos momentos, outras áreas do saber são integradas a eles, pela abordagem de conhecimentos literários e artísticos, regionais, históricos, geográficos e etimológicos.

Esse exercício de integração do conhecimento busca romper com a fragmentação do conhecimento, sugerindo uma abordagem interdisciplinar de conceitos científicos.

Como exemplos para auxiliar a identificação dessa abordagem integrada do conhecimento ao longo da coleção, podemos citar o *Fórum de debates* do capítulo 3 do volume do 7º ano. A atividade apresenta uma charge e um texto sobre a Revolta da Vacina e propõe discussões a respeito de programas para divulgação e conscientização sobre a importância da vacinação, representando também uma excelente oportunidade de trabalho em conjunto com a disciplina de História. No mesmo capítulo, a utilização de um poema de Casemiro de Abreu aborda temas como a tuberculose e o Romantismo brasileiro, estimulando trabalho interdisciplinar com Literatura. No capítulo 4 do volume do 6º ano, são abordados conhecimentos físicos a respeito de lentes, refração e trajetórias da luz, no contexto da visão humana, como exemplo de integração entre conceitos físicos e biológicos.

Você encontrará sugestões para uma abordagem mais integrada do conhecimento, como as exemplificadas acima, em todos os volumes desta coleção.

### Conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais

Segundo Zabala (1998), no processo de aprendizagem podem ser desenvolvidos conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais.

Os conteúdos conceituais referem-se a conceitos propriamente ditos, fatos, dados, nomes e símbolos (ZABALA, 1998).

Os conteúdos procedimentais abrangem regras, técnicas, métodos e habilidades, ou seja, relacionam-se a ações voltadas a determinados objetivos. Como exemplos desses conteúdos estão

o registro de ideias, a coleta e organização de informações, a comparação entre dados, a argumentação e a verificação de hipóteses.

A aprendizagem dos conteúdos procedimentais relaciona-se ao saber fazer. O ensino deve possibilitar que os estudantes, ao realizarem uma tarefa, efetuem uma ação após a outra, progressivamente. Ao aprender um modo de realizar determinada tarefa, podem aplicar os procedimentos ou habilidades desenvolvidos em outras situações de aprendizagem e estudo.

O quadro a seguir contém alguns exemplos de conteúdos procedimentais que podem ser desenvolvidos com o ensino de Ciências. Esses e outros conteúdos procedimentais estão presentes ao longo dos volumes desta coleção.

### Conteúdos procedimentais relacionados a Ciências

- Manipulação de aparelhos necessários para a realização de atividades práticas e experimentos
- Atendimento ao que é solicitado em roteiros de aulas práticas
- Esquematização de estruturas e processos presentes nos seres vivos
- Observação e registro de fenômenos físicos, químicos e biológicos
- Apresentação de resultados de experimentos e pesquisas por meio de textos, tabelas, gráficos e esquemas
- Interpretação de tabelas e gráficos
- Trabalho em grupo de modo que haja produção individual e coletiva
- Realização de pesquisas
- Expressão de ideias alicerçadas em argumentos válidos, em situações coletivas, como debates ou trabalhos em grupo
- Utilização de linguagem científica ao explicar fenômenos e ao descrever estruturas

Os conteúdos atitudinais estão relacionados a valores, atitudes e normas.

Valores são princípios éticos que servem de base aos indivíduos para que possam emitir juízo sobre suas condutas.

Atitudes são manifestações do indivíduo presentes em determinadas situações. Essas atitudes podem ser reflexivas, quando envolvem consciência por parte da pessoa quanto aos valores que as regem, ou intuitivas, quando não apresentam esse nível de consciência.

Zabala (1998) acredita que uma pessoa aprende uma atitude quando pensa, sente e atua de forma mais ou menos constante frente a um objeto de conhecimento concreto.

Normas são padrões ou regras de comportamento impostas a todos os indivíduos pertencentes a um grupo social. Indicam o que é permitido fazer ou não em determinado grupo.

Como exemplos de conteúdos atitudinais estão a prioridade ao diálogo ao lidar com conflitos, o trabalho em grupo com harmonia, a autonomia para desenvolver a própria aprendizagem

e a realização de autoavaliação, todos presentes ao longo dos livros desta coleção.

### Conteúdos atitudinais relacionados a Ciências

- Respeito a diferentes pontos de vista em debates
- Defesa da saúde e do bem-estar do próprio corpo
- Valorização da solidariedade nas relações pessoais na escola
- Defesa da integridade ambiental
- Reconhecimento da importância da investigação e da análise rigorosa na ciência
- Desenvolvimento de posturas críticas, e não passivas, perante questões que afetam a integridade dos seres vivos, como as relacionadas à biotecnologia e à poluição
- Valorização da ética nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade
- Reconhecimento da importância da linguagem científica
- Desejo de aprender conceitos científicos
- Responsabilidade pela qualidade do meio em que vive
- Reconhecimento da importância da Ciência na construção do conhecimento humano

Zabala (2003) afirma que para o desenvolvimento de aprendizagem de conteúdos atitudinais não basta que os estudantes saibam o conceito de valores, normas e atitudes. É preciso que eles participem de atividades vivenciais programadas, nas quais possam estabelecer vínculos afetivos com esses conteúdos. Esses aspectos foram muito valorizados na elaboração desta coleção.

O autor chama a atenção para a complexidade dos conteúdos atitudinais, já que a aprendizagem de tais conteúdos transcende o âmbito estrito de determinadas atividades. Logo, o tempo necessário para que ocorra a aprendizagem dos conteúdos atitudinais geralmente é maior em comparação com o tempo necessário à aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais.

Por fim, é preciso salientar que, para Zabala (1998), os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais não estão compartimentalizados. A aprendizagem de um tipo de conteúdo implica a aprendizagem de outros conteúdos relacionados.

### Estudantes, os sujeitos da própria aprendizagem

Antes mesmo que se iniciem atividades de ensino, todo estudante apresenta conhecimentos relacionados aos três tipos de conteúdo de aprendizagem (ZABALA, 1998). Entendemos que esses conhecimentos devem ser identificados e valorizados pelos educadores, pois constituem poderosas ferramentas com as quais os estudantes podem superar dificuldades ao longo da aprendizagem, passando a desenvolver outros conteúdos.

Ao promover abordagens de ensino que valorizam o que os estudantes sabem, contribui-se para sua autonomia. Freire (1997)

compreende que, quando se garante autonomia aos estudantes, eles são estimulados a recorrer a seus próprios recursos, favorecendo muito sua aprendizagem. Esses aspectos foram especialmente valorizados na seção *O que você já sabe?*, mas estão presentes também nas demais seções dos capítulos em que se dá oportunidade ao protagonismo dos estudantes.

Vale reforçar que os educadores não devem deixar os estudantes sozinhos na tarefa de aprender, mas precisam motivá-los continuamente. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a motivação aumenta o esforço, a atenção e a prontidão dos estudantes para aprender.

Não se pode ignorar a afetividade nesse processo, a qual exerce muitas influências sobre a motivação e, consequentemente, em relação à aprendizagem. Para Novak (1981), a experiência emocional acompanha a aprendizagem cognitiva. Segundo essa ideia, é essencial acolher os estudantes, valorizando situações em que sua autoestima seja favorecida.

Em relação à aprendizagem, entende-se que a concepção de estudantes ativos está de acordo com o conceito de aprendizagem significativa. Esta exige dos estudantes diversas operações mentais para organizar novas ideias, o que configura uma dinâmica ativa.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), na aprendizagem significativa ocorre reorganização da estrutura cognitiva, a qual é entendida como o conteúdo total das ideias de um indivíduo e sua organização, ou o conteúdo e a organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos.

Novak (1981) entende que a estrutura cognitiva está organizada segundo uma hierarquia conceitual. No topo dessa hierarquia estariam ideias ou conceitos “mais amplos”, conhecidos como “mais gerais”. No outro extremo, na base, estariam ideias ou conceitos menos amplos, isto é, com maiores níveis de detalhamento. Os extremos não estariam isolados, mas ligados via outras ideias ou conceitos localizados em níveis intermediários.

No curso da aprendizagem significativa, as novas informações relacionam-se a uma ou a mais ideias ou conceitos específicos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados subsunçores (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). As novas informações interagem com os subsunçores de maneira extremamente organizada, jamais aleatória, e essa interação é chamada pelos autores de ancoragem.

Os subsunçores podem ser entendidos como os conhecimentos prévios dos estudantes.

Como os conhecimentos prévios representam guias para a ancoragem de novas informações, é fundamental considerá-los para programar as atividades de ensino, como sugerido nesta

coleção pelas atividades da seção *O que você já sabe?*. O ensino deve superar práticas baseadas na ideia de que os estudantes só possuem dificuldades ou que nada sabem. Os estudantes possuem necessidades educacionais e não simplesmente dificuldades na aprendizagem.

Moreira (1982) afirma que, para identificar evidências da ocorrência da aprendizagem significativa, os estudantes devem responder a questões que envolvam soluções de problemas, sendo-lhes novas no sentido de exigirem a máxima transformação do conhecimento trabalhado no processo de aprendizagem. Nesse sentido, até mesmo testes familiares aos estudantes poderiam ser apresentados com enunciado diferente dos originais ou inseridos em outro contexto. Uma das propostas da seção *Atividades* é justamente essa, em que se trabalha com questões diversificadas sobre o que foi discutido no capítulo. É também um dos objetivos da seção que finaliza as unidades, chamada *Nesta unidade você estudou*.

### **Interação com o outro como fator essencial à aprendizagem**

A escola com orientação inclusiva assume que as diferenças humanas, além de serem normais, favorecem a aprendizagem de todos.

Cada estudante possui um universo singular de características, conhecimentos e necessidades de aprendizagem. Se o ensino valorizar essa singularidade, os estudantes poderão conhecer diversas maneiras de ser, de se relacionar com as pessoas e com o mundo em geral, além de saber que alternativas seus colegas utilizam para aprender conteúdos escolares. Um dos grandes desafios dos educadores é trabalhar coletivamente, envolvendo todos os estudantes, sem perder de vista essa valorização da singularidade de cada um.

É essencial programar atividades coletivas que levem os estudantes a situações em que exercitem a escuta, a defesa de pontos de vista com base em argumentos válidos, a elaboração de crítica que não fira a dignidade humana, a cooperação e o respeito à opinião do outro.

A obra apresenta, nas seções, diferentes propostas de atividades que estimulam a troca de experiências, a tomada de decisões, a experimentação, a pesquisa e a reflexão sobre a postura pessoal em relação a diferentes assuntos.

O confronto de ideias faz com que os indivíduos reflitam e indaguem se suas opiniões têm fundamento ou não, constituindo aprendizagem de conteúdos conceituais (revisão de ideias e conceitos científicos), procedimentais (saber analisar conteúdos de falas e saber argumentar, utilizando dados e informações pertinentes à discussão) e atitudinais (reconhecer os

pontos de vista dos colegas como válidos e assumir que a discussão coletiva é essencial para elaborar ideias consistentes).

Até mesmo uma atividade individual, como a produção de um texto, pode servir para discussão coletiva em sala de aula sobre como o texto foi elaborado. Em outras palavras, trata-se de um diálogo sobre conteúdos procedimentais. É importante discutir os materiais utilizados como referência, os critérios para selecionar as ideias principais e a estrutura do texto produzido, avaliando se as ideias estão bem relacionadas. Concomitantemente, há como conversar a respeito de conteúdos conceituais apresentados pelo texto. Há necessidade de preparar a turma para essas discussões, a fim de que todos estejam esclarecidos sobre os objetivos dessa atividade, a qual não tem o intuito de constranger os estudantes.

Aprender a organizar-se coletivamente é exercício fundamental porque coloca o desafio de serem indivíduos autônomos e ativos. Planejar ações, incumbências, rever posturas e avaliar o funcionamento do grupo quanto aos procedimentos e atitudes fazem parte desse exercício. Isso é muito valorizado na presente coleção, que traz várias propostas de atividades coletivas.

Cada indivíduo tem percepção própria dos elementos da natureza. Criar um ambiente de troca, em que cada estudante conheça o que os outros percebem do mundo, também favorece a aprendizagem. Colocar-se no lugar do outro, além de ser algo importante em termos de valores, é essencial para que os estudantes passem a considerar elementos antes não percebidos por eles. Por exemplo, em relação a resultados de uma atividade prática, um indivíduo pode não perceber elementos que outro indivíduo percebe, e vice-versa.

Nesse sentido, é essencial que cada estudante tenha como mostrar o que sabe na escola. Incentive-os a compartilhar com a turma o que sabem, por exemplo, a respeito de seres vivos existentes no local onde moram ou já moraram.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) atribuem à linguagem um papel essencial no processo de aquisição de conceitos pelo ser humano. Para os autores, a linguagem torna possível o desenvolvimento de conceitos, pelo fato de que ela representa a realidade e estabelece a possibilidade de comunicação entre os indivíduos. A linguagem permite que os seres humanos compartilhem significados.

## Os desafios da escola para todos

Nas últimas décadas têm-se ampliado as discussões, em todo o mundo, a respeito de como eliminar a exclusão social, alcançando o ideal de democracia.

No contexto educacional, as escolas regulares passaram a ser entendidas como instituições inclusivas, no sentido de estarem abertas a todos os estudantes. Assim, as escolas,

ao acolherem o indivíduo e os grupos de indivíduos, devem necessariamente considerar a diversidade humana em todos os seus aspectos; é fundamental que as práticas pedagógicas valorizem a diversidade e a dignidade humanas.

Essa concepção de educação inclusiva foi influenciada por documentos como a Declaração Mundial de Educação para Todos (UNESCO, 1990), que defende ideias como o atendimento às necessidades básicas de aprendizagem de todas as pessoas, a universalização do acesso à educação e o foco na aprendizagem.

Segundo esse documento, os sistemas de ensino devem combater todos os tipos de discriminação a grupos formados notadamente por menores carentes, pelos povos indígenas e pelas minorias étnicas e raciais.

Nesta obra, esses pressupostos foram trabalhados, considerando que sempre há preocupação com atividades coletivas em que posturas de respeito ao próximo são valorizadas. Além disso, evitou-se enfaticamente o uso de imagens e exemplos em que minorias étnicas fossem colocadas em situação de desvantagem social. Procurou-se, ao contrário, destacar que tais minorias vêm conquistando seu espaço na sociedade, e, ao fazer isso, visou-se estimular que elas possam se sentir cada vez mais valorizadas e encorajadas a lutar por seus direitos. Podemos citar como exemplos dessa preocupação o trabalho realizado na seção *Um pouco de história* (A procura de minérios no Brasil), no capítulo 8 do volume do 6º ano, em que se comenta criticamente o modo como se retratavam os seres humanos escravizados, ou, no volume do 8º ano, a abordagem dada no capítulo 3 à questão da diversidade, seja ela sexual, cultural ou étnica.

A Declaração Mundial de Educação para Todos (UNESCO, 1990) dedica atenção especial também às pessoas com deficiência, ressaltando que os sistemas de ensino lhes devem garantir o acesso à educação. Citamos como exemplo o tratamento dado, no capítulo 4 do volume do 6º ano (Sentidos), à questão das pessoas com deficiência auditiva ou com deficiência visual, no contexto da educação inclusiva.

Arroyo (2013), ao analisar a dinâmica social em que vivemos, marcada por um conjunto de movimentos coletivos que lutam por seus direitos, chama a atenção para outros grupos que precisam ser acolhidos na escola para todos: os movimentos feminista e LGBT, temas especialmente trabalhados no capítulo 3 do volume do 8º ano desta coleção. Nesse momento, são abordadas as temáticas da adolescência e da sexualidade, não só por uma perspectiva de respeito à orientação sexual do outro, mas também no sentido de proporcionar ao adolescente o acolhimento à sua liberdade de descobrir a própria sexualidade. É trabalhada, também, a questão da gravidez na adolescência (realidade que afeta principalmente a vida das garotas), buscando a conscien-

tização acerca da prática do sexo com uso de preservativos e a responsabilização do pai adolescente. Por fim, o capítulo aborda a questão da transexualidade e do transgênero, buscando informar e, em consequência, promover o respeito à diversidade.

Temas como os apontados, relacionados com a escola para todos, estão presentes nesta coleção em vários momentos, mas ela não esgota, nem pretende esgotar, discussões a eles relacionadas, que são de grande complexidade. Para tanto, sua autoria como educador é fundamental, no sentido de reconhecer-se como criador de práticas pedagógicas inclusivas.

Contribuindo ainda mais para essa discussão, acreditamos que a concepção de educação em direitos humanos representa um caminho para sua ação e reflexão no cotidiano escolar.

Fester (2002) entende que a educação em direitos humanos visa a humanizar o indivíduo, contribuindo para torná-lo um sujeito histórico, ativo e agente de sua própria liberdade, estimulando a coerência entre o pensar e o agir no pleno exercício da cidadania.

Você tem muito a colaborar com a construção de uma escola para todos, alicerçada na educação em direitos humanos, valorizando a diferença entre as pessoas, assim como suas identidades, e respeitando a dignidade humana. Isso independe da disciplina em que um professor atue, pois, ainda segundo Fester (2002), os direitos humanos não constituem uma disciplina, uma vez que embasam as diversas áreas do conhecimento.

Assim como a disciplina de Ciências não deve ser a única a auxiliar os estudantes a interpretar o mundo, ela não pode ser destituída de seus conhecimentos. Em outras palavras, nesse processo de interpretação da realidade, deve-se assumir que todas as disciplinas, em conjunto, tramam uma rede de significados válidos.

## IA avaliação

Em toda avaliação, o que se avalia deve estar de acordo com o que se pretende ensinar. Além disso, se os estudantes souberem de antemão o que será avaliado e em que situações isso ocorrerá, haverá uma oportunidade para compreenderem algo maior: os objetivos de ensino colocados pelos educadores. Essa compreensão aumenta as chances de atingirem a aprendizagem de todas as dimensões dos conteúdos, sejam conceituais, atitudinais ou procedimentais. Assim, é essencial programar quais os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que serão avaliados.

A avaliação deve favorecer a aprendizagem dos estudantes ao possibilitar-lhes não somente superar suas dificuldades, como também aprimorar o que já aprenderam. Para o professor,

a avaliação tem função diagnóstica, permitindo-lhe identificar quais conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) precisam ser mais bem desenvolvidos por um estudante e com quais objetivos. A partir de tal identificação, é preciso rever e elaborar estratégias de ensino e de avaliação.

Nesse sentido, a **avaliação processual** procura identificar a qualidade da aprendizagem e não ocorre somente ao final de uma sequência didática, mas ao longo dela.

A avaliação processual permite também que os educadores reflitam a respeito de sua atuação e busquem alternativas didáticas. É preciso, nesse sentido, avaliar os recursos que foram oferecidos aos estudantes.

As seções desta coleção estão organizadas de modo a possibilitar a avaliação da aprendizagem processual dos estudantes. A seguir, indicamos como você poderá explorá-las com esse propósito.

Logo no início de uma sequência didática, a seção *O que você já sabe?* permite realizar a primeira avaliação “diagnóstica” para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes relativos aos conteúdos conceituais a serem trabalhados naquele capítulo.

As demais seções do livro propiciam avaliar as três dimensões da aprendizagem, pois em todas elas são trabalhados conceitos, procedimentos e atitudes. Em especial, podemos focar nas seções *Aplique e registre* e *Saiu na mídia*. Nelas, além do trabalho com os conteúdos conceituais, são estimuladas a expressão de ideias, a interação entre os estudantes, a pesquisa e a resolução de problemas, entre outros aspectos.

Todas as seções mencionadas acima podem ser empregadas para uma avaliação mais ampla, chamada **avaliação integradora** (ZABALA, 1998). Ela não é algo pontual como uma prova, mas uma síntese sobre o que cada estudante aprendeu ao longo do processo educacional, englobando os três tipos de conteúdos de aprendizagem.

Além das seções mencionadas, a seção *Atividades*, especialmente nas subseções *Pesquisa*, *Integração* e *Fórum de debates*, pode auxiliar ainda mais a realizar essa proposta de avaliação, por apresentar questões abrangentes nas quais os estudantes aplicam conceitos desenvolvidos ao longo do capítulo.

O fechamento de cada unidade, marcado pela seção *Nesta unidade você estudou*, também pode ser usado como instrumento de avaliação, por possibilitar aos estudantes perceber o que sabem a respeito dos conteúdos conceituais até aquele momento. Transcorridas as discussões suscitadas pelos capítulos, também podem ser lançadas questões ou desafios que levem os estudantes a refletir sobre a aprendizagem de conteúdos procedimentais e atitudinais ao longo da unidade.

Essa proposta de trabalho com as seções da coleção constitui parte da avaliação. Para avaliar os diferentes conteúdos de aprendizagem, utilize outros instrumentos e situações, lembrando que, segundo o texto das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica:

A avaliação dos alunos, a ser realizada pelos professores e pela escola como parte integrante da proposta curricular e da implementação do currículo, é redimensionadora da ação pedagógica e deve:

[...]

II – utilizar vários instrumentos e procedimentos, tais como a observação, o registro descritivo e reflexivo, os trabalhos individuais e coletivos, os portfólios, exercícios, provas, questionários, dentre outros, tendo em conta a sua adequação à faixa etária e às características de desenvolvimento do educando.

(BRASIL, 2013, p. 137-138.)

Com base nessas diretrizes, efetue observações sistemáticas sobre falas e atuações dos estudantes ao longo das aulas. Esses dados o ajudarão a compor a avaliação da aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Observar requer cuidado. O que se observa pode ser apenas uma faceta de um estudante, que se mostra de um modo em determinadas situações e pode ser bem diferente em outras. Um estudante pode ter atuações distintas em Ciências e em Língua Portuguesa, por exemplo, devido a fatores como interesse ou identificação com os professores que lecionam essas disciplinas.

Para facilitar o registro dessas observações, utilize tabelas para anotar a qualidade das tarefas realizadas, assim como a participação de cada estudante nas aulas. Além das tabelas, é importante registrar em um diário suas impressões sobre as aulas desenvolvidas, relatando a dinâmica geral e o máximo possível de participações pontuais dos estudantes. Esses dados o ajudarão a compor a avaliação integradora, englobando a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

A troca de ideias e impressões com outros membros da equipe pedagógica também pode auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para tal registro, assim como o planejamento de atividades interdisciplinares que permitam uma visão integrada do conhecimento pelos estudantes e forneçam rica situação de avaliação diagnóstica pelos educadores envolvidos.

A seguir, apresentamos algumas das propostas de atividades presentes na obra e que podem ser usadas como avaliação, sempre lembrando que você, professor, é o principal agente das ações educativas, podendo e devendo modificar ou propor outras atividades que vão ao encontro de seus objetivos pedagógicos:

- A produção de textos em que você terá como avaliar a aprendizagem de conteúdos conceituais relacionados aos temas propostos. Para avaliar a aprendizagem de conteúdos procedimentais, será preciso analisar o processo de elaboração do texto, considerando o esboço inicial e sua versão final. Procure também avaliar se, ao redigir um texto, os estudantes foram capazes de selecionar ideias essenciais e se conseguiram relacioná-las, construindo argumentações consistentes. A produção de textos é solicitada em muitas atividades do livro, nas mais variadas formas: relatórios, reportagens, entrevistas, redações, elaboração de legendas, criação de histórias em quadrinhos, preenchimento de quadros e tabelas, etc.
- Responder a questionários que permitem avaliar diversos conteúdos conceituais, pois esse tipo de atividade exige que os estudantes expliquem ideias e conceitos científicos. Além disso, os conteúdos procedimentais podem ser avaliados com base nas respostas aos questionários, pois há como analisar se os estudantes atendem às solicitações das questões, se compreendem seus enunciados e se apresentam escrita objetiva. Na seção *Atividades* há muitas questões no estilo questionário, embora nem todas tenham esse enfoque. Na seção de final de unidade (*Nesta unidade você estudou*) você encontra outras opções de questões com esse objetivo.
- Apresentações de trabalhos em grupo, em que é possível avaliar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Estimule os estudantes a se expressarem com o uso de diferentes tecnologias: é válida a produção de vídeos, por exemplo. Deverá ser feita avaliação individual da atuação de cada estudante, e a própria situação de aprendizagem permite que eles reflitam a respeito dos modos de organização em grupo e da contribuição de cada um no trabalho. Apresentar oralmente os trabalhos desenvolve a comunicação dos estudantes, e é interessante que lhes sejam permitidas outras linguagens para apresentação de suas ideias, como as dramatizações, por exemplo. Nas seções da obra há várias sugestões de apresentações de trabalhos em grupo.
- Pesquisas possibilitam avaliar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conceituais relacionam-se ao tema estudado propriamente dito. Para avaliar os conteúdos procedimentais, analise se os estudantes identificam fontes confiáveis de informações, se comparam dados obtidos, se buscam mais dados para complementar a pesquisa, se obtêm dados de textos que apresentam diferentes linguagens e, por fim, se sintetizam as informações obtidas. Quanto aos conteúdos atitudinais, é possível avaliá-los desde que se proponham pesquisas mais reflexivas aos estudantes, que os levem a se posicionar a respeito do

tema pesquisado. Várias são as propostas de pesquisa nas diferentes seções desta coleção, principalmente na parte *Pesquisa* da seção *Atividades*, embora estejam presentes também na *Integração* e no *Fórum de debates*.

Outra ferramenta de avaliação para conteúdos conceituais é a prova, que, em síntese, reúne questões a serem respondidas dentro de um tempo limite. Caso opte pelo uso de provas, é recomendável a aplicação de mais de uma. Assim, cada uma delas apresentará maior unidade, possibilitando focar a discussão em determinados conteúdos. Além disso, os estudantes terão mais de uma oportunidade para passar por essa situação tão singular: lidar com seus próprios conhecimentos para responder ao que é solicitado, respeitando o prazo. É importante frisar, no entanto, que as provas não devem constituir a única nem a principal ferramenta de avaliação.

Embora os professores sejam responsáveis pela condução da avaliação, ela precisa contar com a participação dos estudantes, ou seja, eles devem realizar a autoavaliação. Para isso, é necessário trabalhar previamente com os estudantes, esclarecendo-os a respeito de seu significado e de sua importância.

A autoavaliação é fundamental para que os estudantes reflitam sobre como vêm atuando ao longo do processo educacional, individualmente e com os colegas de classe, em relação aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Além disso, a autoavaliação é um potente recurso para sinalizar aos educadores aspectos positivos e negativos de sua própria prática, pois permite que os estudantes explicitem o que percebem sobre o ensino realizado. Promova esse momento de discussão em sala de aula.

É importante que os estudantes tenham conhecimento de seu desempenho em cada atividade que realizam. Isso possibilita que, em parceria com o professor, planejem ações para favorecer a aprendizagem na sequência didática em andamento.

Como afirma Freire [1996], o ser humano “está sendo”, pois é inconcluso, ou seja, inacabado por natureza. É, portanto, uma vocação humana aprender incessantemente. Segundo essa lógica, deve-se assumir que os estudantes são mutáveis; se, num momento, apresentam dificuldades para aprender determinado conteúdo, posteriormente, com sua orientação, podem plenamente superá-las. Se atuarmos valorizando os potenciais dos estudantes, pensando que eles apresentam necessidades educacionais, acima de tudo, e não simplesmente dificuldades, haverá mais possibilidades de desenvolverem a aprendizagem.

## Sugestões de trabalho com leituras relacionadas à ciência

É importante que os estudantes tenham contato com outras fontes de informação e outras linguagens, além dos textos didáticos da coleção. Por isso, há seções na obra com textos extraídos de diferentes mídias, mas, além desses textos, podem ser desenvolvidas pesquisas e debates acerca de temas científicos, atividades que requerem a leitura e a interpretação de:

- Notícias divulgadas em jornais e revistas: possibilitam discutir a respeito de fatos atuais e da dinâmica da produção científica. A variedade de jornais e revistas é grande, assim como a linguagem utilizada pelos autores das matérias, o que enfatiza a importância de uma leitura crítica, apontando questões que estejam em desacordo com os conhecimentos da ciência ou que não são imparciais, o que será estimulante para a realização dos debates. Oriente também os estudantes a manusear os jornais e as revistas por inteiro, e não somente textos recortados. Assim, eles terão que exercitar a seleção de páginas com conteúdo necessário para as atividades propostas.
- Notícias e informações divulgadas na internet: os sites da internet constituem fonte ainda mais variada, em termos de abordagem de conteúdos e linguagem, do que os veículos da mídia impressa (jornais e revistas). Contudo, muitos sites não citam as fontes de consulta ou autoria, ou apresentam textos originais alterados sem autorização dos autores. Por isso, é fundamental orientar os estudantes a selecionar, dentre as opções apresentadas, aquelas que são confiáveis e apresentam credibilidade. Sites mantidos por universidades, museus e instituições científicas, ministérios e secretarias de governo, organizações não governamentais, assim como as versões *on-line* de jornais e revistas geralmente constituem boas fontes de consulta. Na apresentação de relatório de pesquisas, oriente-os sempre a mencionar as fontes consultadas; nesse caso, não devem citar os sites de busca, mas os sites de onde as informações efetivamente foram retiradas.
- Revistas sobre temas científicos: há revistas que, mesmo não sendo acadêmicas, podem ser utilizadas como leitura e consulta, por terem como compromisso a divulgação científica. É importante deixar claro para os estudantes que muitas dessas revistas, assim como outros meios de comunicação, apresentam linguagem jornalística e merecem a mesma leitura crítica voltada às notícias veiculadas por jornais e pela internet.
- Livros paradidáticos: enfocam temas específicos e apresentam conhecimentos com abordagens muitas vezes di-

ferentes daquela apresentada nos livros didáticos. Assim, sua leitura enriquece os saberes dos estudantes, estimula o interesse pela leitura e pode fornecer uma concepção integrada do conhecimento. Proponha atividades com base na leitura desses livros para levar os estudantes a aprofundar a reflexão sobre temas tratados pela coleção.

- Charges e histórias em quadrinhos: essa forma de comunicação apresenta ideias de modo lúdico e/ou utilizando o humor para transmitir informação ou opinião. Sua leitura também deve ser crítica, pois trata-se de mídia que expõe as ideias do autor da ilustração e dos quadrinhos a respeito de um tema. Ao longo da coleção, charges e quadrinhos estão presentes em alguns momentos, como em questões de verificação da aprendizagem ou como motivadores na discussão de um tema. Em outros momentos, os estudantes são convidados a produzir suas próprias charges ou histórias em quadrinhos, o que permite verificar quais conceitos e informações chamaram mais a sua atenção e como conseguem aplicar tais conceitos nessa forma específica de linguagem. Sugerimos um trabalho interdisciplinar com as áreas de Língua Portuguesa e Arte para os estudantes analisarem as características de charges e quadrinhos e utilizarem com mais consciência o potencial desses recursos para transmitir uma ideia.

## I Outros recursos no ensino de Ciências

A seguir, veja algumas sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas com os estudantes. Muitas delas estão presentes nas propostas de atividades da coleção. Todas elas podem ser usadas como instrumentos de avaliação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os objetivos de tal avaliação devem ser explicitados aos estudantes antes do início da atividade, conforme discutido no item *A avaliação*, deste Manual. Para o educador, essas situações diferenciadas de ensino constituem importante momento de avaliação diagnóstica.

### Mural

Piletti (2006) define o mural como um conjunto de elementos organizados harmonicamente numa base que pode ser constituída de papel, cortiça ou outro material. O mural transmite mensagens a respeito de determinado tema, e, como deve ser afixado na parede, tem alcance coletivo.

O mural pode ser utilizado com diferentes objetivos, como ampliar a discussão de um tema, informar fatos ou acontecimentos, e/ou convidar pessoas para eventos, como campanhas. Esse recurso possibilita também a discussão e a comunicação entre turmas de diferentes anos, o que potencializa a integração da comunidade escolar.

Considerando seu uso para ampliar a discussão de um tema, entendemos que, na elaboração de um mural, os estudantes precisam analisar informações, relacioná-las, sintetizá-las e apresentá-las, passando a atuar como sujeitos ativos em sua aprendizagem.

O mural valoriza o trabalho em equipe e possibilita que as autorias dos estudantes sejam apreciadas pelos colegas, pelos professores e pela comunidade escolar como um todo.

Se for possível realizar uma atividade mais ampla com os colegas de outras disciplinas, poderá ser escolhido um tema interdisciplinar para ser trabalhado em mural ao longo de um semestre ou ano, com atualizações periódicas ao longo desse período.

Segundo Zóboli (2000), a parte escrita do mural deve ser sucinta, compreensível e atraente. Além disso, o discurso precisa atender a uma coletividade, podendo-se discutir com os estudantes a importância da linguagem, da estética e das dimensões do mural. Imagens variadas (fotografias, mapas, gráficos e/ou esquemas) estimulam a apreciação das pessoas, e é importante que o visual esteja bem articulado com a parte escrita, que pode recorrer a diversas fontes e tamanhos de letra. De modo geral, é importante evitar a poluição visual.

O mural representa ótima oportunidade para os estudantes desenvolverem a criatividade, recorrendo a diferentes formas de expressão, incluindo as artísticas.

O mural pode ser montado usando diversas cartolinas, cada uma elaborada por um grupo de estudantes, ou pode ser montado com papel *kraft* como base comum para todos os grupos. Nesse último caso, o desafio é ainda maior, considerando que as ideias dos grupos se concentrarão sobre o mesmo papel e, portanto, usarão um espaço coletivo. Sensibilize os estudantes a respeito dos significados de “coletivo” e “individual”. O mural oferece essa possibilidade de discussão ética, uma vez que cada estudante e a turma como um todo precisam ser respeitados.

No planejamento dos murais, oriente os estudantes a:

- organizar-se em relação às funções de cada integrante do grupo;
- adotar uma linguagem no mural que desperte a curiosidade das pessoas. Nesse sentido, o título desempenha importante função;
- utilizar a menor quantidade possível de material, a fim de evitar o desperdício;
- utilizar materiais que não provoquem alergias ou intoxicações;

- planejar a dimensão das fontes de letras, a fim de que o mural seja visualizado por todos a uma distância confortável, especialmente para garantir a inclusão de estudantes com baixa visão;
- escolher um fundo de mural que seja adequado para a leitura de textos, visualização de imagens, buscando um contraste apropriado, no mesmo sentido do que foi colocado acima (perspectiva inclusiva).

Sempre que os murais forem elaborados e afixados, ressalte aos estudantes a importância de:

- fazer a manutenção do mural, cuidando de partes que porventura precisem de reparos;
- valorizar a cooperação no desenvolvimento da atividade, pois a competição pode desvalorizar o trabalho de um ou mais grupos. Sensibilize os estudantes para que cada grupo esteja aberto a apreciar o trabalho dos demais grupos.

## Jogo

O jogo utilizado com finalidades didáticas possibilita aos estudantes desenvolverem diversas aprendizagens numa dinâmica lúdica (CUNHA, 1988). Tais aprendizagens dizem respeito a um conjunto de questões apontadas por Miranda (2001): convívio social, afetividade, motivação, criatividade e cognição.

Todo jogo requer regras. Converse com os estudantes a respeito da importância da existência de regras não apenas para o jogo como também para o convívio em sociedade.

Embora seja ampla a bibliografia que aponta o uso do ludismo e dos jogos como metodologia que possibilita aos estudantes construir ferramentas criativas que lhes permitam pensar, testar e aprender, ainda é muito tímida a influência desses estudos na prática pedagógica (SANTOS, 1997).

A dinâmica altamente interativa dos jogos estimula as relações interpessoais, sendo uma atividade rica, capaz de gerar mobilização e motivação. Durante um jogo, os participantes precisam, entre outras atitudes, desenvolver a observação e a análise de situações específicas e gerais, tomar decisões e solucionar problemas dando respostas em tempo hábil aos desafios, ter criatividade e responsabilidade.

O jogo pode ser usado para introduzir temas, desenvolver sua discussão ou verificar a aprendizagem dos estudantes.

Existem jogos que utilizam tabuleiro e/ou cartas e os que se valem da dramatização, que exigem preparo coreográfico e cênico, desenvolvendo a fantasia e a criatividade (TALLARICO, 2011).

Programa a duração de um jogo para até 30 minutos em uma aula. Assim, você terá 5 minutos para apresentar a proposta da

atividade à turma, e poderá oferecer-lhes em 10 minutos uma devolutiva a respeito de como foi a vivência em termos gerais.

Reserve momentos nas próximas aulas para retomar questões vivenciadas durante a atividade, discutindo-as com os estudantes. Tem-se, assim, a conclusão da atividade de maneira processual e reflexiva.

Como preparação para os jogos, converse com os estudantes a respeito dos significados de competição e cooperação. A concepção de competição que somente valoriza o resultado e os vencedores não estimula a participação de todos. Nesse caso, quem não vence, mas se esforçou para tal, não tem seu trabalho valorizado. Por outro lado, se a proposta pedagógica reconhecer o processo de cada jogador, considerando as aprendizagens desenvolvidas, todos se sentirão estimulados a participar e a aprender.

Se cada estudante, por exemplo, for incentivado a avaliar-se quanto aos recursos cognitivos e emocionais que detém no início, durante e ao fim do jogo, reconhecendo suas dificuldades, habilidades, metas, superações, assim como suas respostas a cada situação e a cada pessoa com quem interage, configura-se uma situação enriquecedora em termos de ensino e aprendizagem. Nessa dinâmica, mostra-se fundamental sensibilizar os estudantes a perceberem o que favoreceu e o que prejudicou a vitória. Além disso, é essencial que eles percebam como se sente quem venceu e quem não venceu, o que contribuirá para enaltecer a noção de alteridade e enfrentar sentimentos de rivalidade que desqualificam a importância do outro.

Os jogos oferecem, portanto, a vivência de valores como a ética e o respeito ao outro. Com base nas relações estabelecidas na prática, você terá elementos para discutir com os estudantes as estratégias adotadas efetivamente por eles em situações reais.

## Projeto

Krasilchik (2011) define os projetos como atividades realizadas pelos estudantes para resolver um problema, e que têm um produto concreto, seja um relatório ou um modelo. Para a autora, os projetos desenvolvem a iniciativa, a decisão e a persistência na realização de ações.

Hernández (1998) compreende o projeto como um estudo da realidade que deve ser desenvolvido a partir de um tema-problema, buscando-se estabelecer relações entre diversos conhecimentos.

O autor entende que no projeto questiona-se uma versão única da realidade, daí a importância de os estudantes buscarem diversas fontes de informações. Além disso, admite-se que no projeto os estudantes aprendam de diferentes maneiras, inclusive com atividades manuais.

O desenvolvimento de um projeto oferece aos estudantes a oportunidade de investigar um tema presente em sua realidade. Para tanto, é fundamental que eles sejam desafiados a relacionar os conteúdos curriculares com o tema escolhido, mobilizando-os em suas análises. O projeto possibilita que os estudantes atuem como sujeitos ativos em sua própria aprendizagem, interpretando dados e fatos e buscando soluções.

Outra característica marcante dos projetos é a abordagem interdisciplinar, além de incluírem saberes não disciplinares. Portanto, é interessante propor projetos com a colaboração dos professores das demais disciplinas.

Em relação à organização do trabalho dos estudantes em uma classe, você pode orientá-los a reunirem-se em grupos. Saliente que em toda atividade em grupo é necessária a colaboração individual, e que o desenvolvimento de projetos oferece oportunidades para cada pessoa expressar suas potencialidades, valorizando sua singularidade.

Discuta com os estudantes a importância de definir os objetivos do projeto.

Considere as características da turma e avalie o quanto ela necessitará de seu auxílio para reconhecer os objetivos e expressá-los por escrito, uma vez que o registro é uma atividade importante para a aprendizagem. Turmas com maiores dificuldades na compreensão dos objetivos e em sua redação precisarão de seu apoio constante.

A articulação entre a questão inicial, os objetivos e os métodos representa uma característica essencial em todo projeto.

Em relação aos métodos, avalie com os estudantes quais os requisitos necessários ao longo do projeto para atingir os objetivos definidos. Nesse momento, cabem as seguintes perguntas: Que conhecimentos teóricos são necessários para desenvolver o projeto? Que aprendizagens relacionadas a esses conhecimentos serão necessárias? Que ações, incluindo o registro de informações, precisam ser realizadas?

Nesta coleção, são sugeridos quatro projetos (um por volume) para serem desenvolvidos ao longo de um ano. Estabeleça um cronograma como referência para os estudantes. Ressalte que em todo projeto há alterações ao longo do percurso, pois há aspectos da realidade imprevisíveis, o que torna a atividade extremamente desafiadora. Logo, são válidas as mudanças de ações, de estratégias e de tempo de duração de cada etapa, o que exige flexibilidade de quem desenvolve o projeto.

Quanto às referências bibliográficas que subsidiarão a discussão das informações, indique aos estudantes um material principal e um complementar, e incentive-os a buscar mais fontes de informações.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, e de acordo com as etapas definidas pelo cronograma, convoque periodicamente os estudantes para que apresentem os resultados parciais.

Assim como se mostra importante todo o processo de desenvolvimento do projeto, a conclusão e a apresentação final também merecem atenção. Oriente os estudantes a relatarem nessa apresentação o percurso trilhado, indicando o que aprenderam em relação a conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais ao longo do processo. Programe-se para que em uma semana aconteçam as apresentações. Se a equipe pedagógica for favorável a um momento comum que envolva todas as turmas, a comunidade escolar poderá apreciar o resultado dos projetos.

## Seminário

O seminário é uma atividade em que os estudantes, em grupos, realizam uma apresentação de um tema para a turma, que posteriormente o discute (KRASILCHIK, 2011). No momento da apresentação, cada grupo é encarregado de conduzir a discussão a respeito do tema.

É importante que os estudantes encarem o seminário não somente como uma apresentação de informações, mas também como uma situação de aprendizagem em que a turma como um todo discutirá temas.

Assim, ao propor a atividade aos grupos, procure mostrar-lhes que na realização de um seminário existem momentos distintos. Logo, para cada grupo o seminário não se limita ao momento de sua apresentação. Há também um momento de discussão coletiva a respeito de cada apresentação, em que os colegas fazem questionamentos e colocações sobre o que foi apresentado. Caso haja necessidade de esclarecimentos, você e a turma podem lançar perguntas ao grupo que está realizando a apresentação.

A fim de garantir tempo suficiente para discussão, você pode programar para cada aula os seminários de dois grupos. Assim, cada grupo deverá programar uma apresentação de 15 minutos. Se você programar poucos grupos por aula, os estudantes poderão concentrar-se nas discussões, o que dificilmente aconteceria se vários grupos apresentassem seus seminários em uma única aula.

Oriente os grupos a considerar dois aspectos no planejamento do seminário: o conteúdo e a forma de apresentação.

Em relação ao conteúdo dos seminários, indique aos estudantes referências bibliográficas com antecedência, e estimule-os a buscar outras fontes de informação em livros, revistas e sites de instituições de ensino e pesquisa. Oriente os grupos a preparar questões a serem respondidas durante as discussões coletivas.

Quanto à estrutura da apresentação dos seminários, os estudantes devem organizá-la da seguinte maneira: uma breve introdução ao tema, a discussão das ideias e a conclusão do grupo.

Na introdução, a problematização e a contextualização do tema favorecem a motivação dos ouvintes. Assim, o grupo precisa propor questões instigantes à turma. Essas condutas poderão levar a turma a reconhecer a importância da discussão.

Ao longo da apresentação, oriente os estudantes a adotar falas facilmente compreensíveis. Nesse sentido, frases objetivas e bem estruturadas favorecem uma boa compreensão dos ouvintes. Quanto à utilização de termos técnicos na fala, é preciso avaliar de que maneira eles efetivamente contribuiriam para a apresentação. Tanto os estudantes que os utilizarem, quanto os que assistirem à apresentação, precisam compreender seus significados.

Nessa dinâmica, considere a importância da linguagem. Aproveite para discutir a importância da linguagem para a vida. Kulkarni (1988) compreende quatro níveis de desenvolvimento da linguagem: no mais simples, predomina a descrição e os nomes de objetos e fenômenos; à medida que aumenta a complexidade, no segundo nível estabelecem-se relações causais; no terceiro nível desenvolve-se a argumentação; no quarto, a linguagem matemática amplia as explicações e torna-as precisas.

Se os estudantes, por exemplo, prepararem uma apresentação em multimídia, é essencial que as informações escritas em cada *slide* sejam sucintas. Imagens combinadas ao conteúdo escrito valorizam a compreensão das ideias. A estética e a criatividade dos estudantes podem valorizar muito a apresentação. Enfatize a importância de citar as referências utilizadas, assim como as fontes e os autores das imagens.

É fundamental que os estudantes encarem a apresentação em multimídia como um recurso didático, evitando limitá-la à leitura exata do que está escrito em cada *slide*. Ao apresentar cada um deles, poderão utilizar outras palavras para transmitir ideias e trazer informações complementares que não estejam ali registradas, como fatos e exemplos.

Durante a apresentação, é importante que a turma acompanhe a argumentação de ideias e, por isso, a sequência lógica representa um aspecto a ser valorizado por quem faz a apresentação. O grupo que realiza o seminário precisa oferecer condições para que os ouvintes desenvolvam ideias que respondam à problemática inicial colocada. Nesse sentido, a retomada das questões iniciais é válida. Cabe aos ouvintes o registro de ideias ao longo da apresentação. Se dois ou mais integrantes do grupo participarem simultaneamente da apresentação, é preciso que haja um entrosamento entre eles.

Na conclusão da apresentação, mais uma vez é pertinente o resgate das questões iniciais problematizadoras. O grupo que apresenta o seminário deve sintetizar as ideias, propondo soluções às questões colocadas.

Abre-se então o momento de discussão com a turma. Os estudantes que assistiram à apresentação poderão contribuir com suas ideias a respeito do tema, dando exemplos e contraexemplos e argumentando. Essa discussão propicia a você avaliar as interpretações dos ouvintes, os tipos de interações entre os estudantes e o compromisso da turma com a atividade.

## Pôster

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 15437, 2006), o pôster constitui-se de um “instrumento de comunicação, exibido em diversos suportes, que sintetiza e divulga o conteúdo a ser apresentado”.

Ele possibilita a apresentação de um estudo já concluído ou em desenvolvimento, como um projeto. Congressos científicos tradicionalmente organizam sessões em que os pesquisadores concomitantemente apresentam seus pôsteres durante um período programado.

Na escola, a vivência de criação do pôster e sua apresentação são enriquecedoras para a aprendizagem dos estudantes.

Para a criação de um pôster, os estudantes devem selecionar informações, sintetizando-as por escrito e ilustrando-as com imagens. A linguagem dos pôsteres não é a mesma dos murais. Nestes, há uma abertura para a utilização de linguagens não científicas, como as artísticas. Já os pôsteres seguem um rigor científico maior, além de uma formatação exigida em relação à sua estrutura.

Além disso, os estudantes devem apresentar os pôsteres, o que não necessariamente ocorre com os murais.

Incentive-os a produzir pôsteres com criatividade, procurando valorizar a estética e o conteúdo do trabalho. O pôster precisa ser informativo, chamar a atenção das pessoas e favorecer a visualização de seu conteúdo em um tempo relativamente curto (cerca de 3 minutos), de maneira que as pessoas possam captar sua essência.

O pôster deve ter um título centralizado, com letras maiúsculas grandes (corpo, isto é, tamanho, 60, por exemplo) e em negrito. Um fundo branco de pôster favorece a visualização das informações.

Abaixo do título do trabalho, escrevem-se os nomes dos integrantes do grupo. Na sequência, devem constar as demais seções. No caso de um pôster em que os estudantes vão apresentar os dados de uma investigação científica simulando o

que é feito em congressos, deve-se ter: Introdução (com os objetivos do trabalho), Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusão e, por fim, Referências. Para essas seções, exceto as Referências, podem-se usar letras de corpo 30, por exemplo, que auxiliam a leitura de quem estiver a 1 metro do pôster, distância considerada ideal. Para as referências, as letras podem ter corpo menor.

É essencial que, em um pôster, o texto seja o mais sucinto possível. Para isso, os estudantes deverão exercitar a síntese de ideias.

Oriente os estudantes a inserir no pôster fotografias nítidas e representativas do estudo. Fotografias e cores fortes de fundo devem ser evitadas. Do mesmo modo, fotografias que não contribuam efetivamente para as ideias discutidas são desnecessárias. De acordo com o estudo que foi realizado, os estudantes podem apresentar os resultados organizados na forma de gráficos e tabelas. Em geral, esquemas são recursos que, além de substituírem textos, facilitam o entendimento das ideias pelas pessoas que visualizam o pôster.

Você pode programar uma aula para que os estudantes apresentem os pôsteres aos colegas de turma. Em um primeiro momento da aula, a metade dos grupos apresentará seus pôsteres e, em um segundo momento, apreciará a produção dos colegas.

## Debate

O debate é uma atividade de argumentação oral coletiva relacionada a um tema. Os estudantes devem discutir ideias, defendendo posições e criticando outras (KRASILCHIK, 2011).

Considerando que a argumentação é um dos objetivos do ensino de Ciências (SIMON, ERDURAN e OSBORNE, 2006), programe a realização de um debate ao menos uma vez por semestre. Ao longo desta coleção, encontram-se diversas sugestões para se organizar debates.

Na construção dos argumentos, a linguagem representa um elemento central.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) consideram que a linguagem é essencial ao desenvolvimento de conceitos, na medida em que ela representa a realidade e oferece a possibilidade de comunicação entre os indivíduos. Assim, a linguagem possibilita o compartilhamento de significados entre as pessoas.

É essencial que os estudantes realizem um estudo prévio a respeito do tema, a fim de que argumentem com base em conceitos discutidos nas aulas e em informações obtidas em pesquisas. Logo, debater não se limita a emitir opiniões pessoais.

No debate, os estudantes podem perceber simplificações e/ou incongruências de ideias, as quais não se sustentam em fatos e em conceitos científicos.

Durante as discussões, os estudantes precisam referir-se às ideias dos colegas. É essencial considerar o que é dito, solicitando a palavra, e legitimando o direito de cada pessoa de expressar-se. Saber ouvir é pensar a respeito do que o outro diz. Para tanto, não cabe interromper a fala dos colegas, muito menos tratá-los com ironias e desqualificações. No debate deve haver troca de ideias e a gestão da palavra. Ressalte que o foco dessa atividade está nas ideias, e não nas pessoas que debatem. É comum conceber o debate como uma discussão ofensiva entre os participantes, e essa concepção inaceitável precisa ser modificada em nossa sociedade.

Como faz parte do debate o confronto de pontos de vista e de crenças, há uma expressiva carga emocional envolvida na atividade.

Ressalte aos estudantes que o convencimento do outro deve ser encarado como uma consequência de uma argumentação consistente, não se resumindo a um mero exercício de poder. Estimule-os a valorizar também as mudanças de opinião ao longo do debate, uma vez que se reconheça que determinados argumentos não se sustentam.

Dada a riqueza de possibilidades de aprendizagem com o debate, será necessário planejá-lo desde a escolha do tema. Temas que tenham relação mais direta com a realidade da vida dos estudantes podem motivá-los bastante. Por outro lado, é preciso tomar cuidado para que o debate não exponha os estudantes a situações constrangedoras, que possam invadir suas intimidades.

Como tema do debate, você pode escolher uma questão relevante para a qualidade de vida humana, e que seja aberta e influenciada por fatores biológicos, sociais, tecnológicos, políticos, econômicos e/ou culturais, não admitindo somente um ponto de vista, tampouco uma interpretação simplificadora da realidade. Apresente essa questão aos estudantes a fim de que eles percebam essa complexidade.

A coleção apresenta, em vários momentos, propostas de debate de ideias, além de uma seção específica para o uso desse recurso: a seção *Fórum de debates*.

Programe no mínimo duas semanas para os estudantes obterem informações a respeito do tema escolhido em revistas, livros, jornais e em *sites* de instituições de ensino, pesquisa e divulgação científica. Recomendamos que você realize as discussões do debate numa única aula.

Quanto à definição das regras para a participação no debate, combine-as previamente com os estudantes. Nesse processo, é preciso estabelecer a dinâmica do debate. Você pode optar por uma dinâmica que simule um tribunal. Nesse caso, o tema refere-se a uma decisão a ser tomada, por exemplo, a utilização de tecnologias em benefício dos ecossistemas ou da sociedade humana.

Na turma, há funções específicas a serem desempenhadas por cada grupo de estudantes. Um grupo defenderá uma posição, outro grupo será contrário a ela, e um grupo que representa o júri popular apresentará o veredito após a discussão. Se os estudantes escolherem o grupo debatedor ao qual devem pertencer, será estimulada a participação de acordo com o que eles realmente pensam. A proximidade espacial dos estudantes na sala de acordo com seus grupos é um elemento que favorece a realização da atividade.

É importante que você ressalte a problemática relacionada ao tema e coordene a discussão, controlando o tempo para cada fala.

Cada grupo (o defensor da ideia e o contrário a ela) terá no máximo 3 minutos para fazer um discurso introdutório. Após esse momento, a discussão com réplicas e tréplicas não pode ultrapassar 20 minutos. Oriente os estudantes a anotar ideias para estruturar suas falas. Você pode colocar questões ao longo da atividade, tomando o cuidado de não favorecer um dos grupos.

O júri popular deve acompanhar atentamente a discussão, fazendo também registros para compor a decisão final.

Por fim, cada grupo terá 3 minutos para concluir suas ideias. O júri apresentará o veredito, embasando-os em elementos apresentados na discussão.

Você pode optar por uma dinâmica de debate em que não há grupos na turma. Nesse caso, a organização da turma em círculo pode estimular cada estudante a apresentar suas ideias. Cada um deve inscrever-se para falar, e sua fala não pode ultrapassar 1 minuto. Como essa dinâmica requer muitas falas, é importante que cada estudante registre o que irá argumentar, enquanto aguarda sua vez. Essa organização favorece a participação de todos, a fim de que não haja omissões.

Incentive-os também a coordenar juntamente com você a atividade, mediando possíveis conflitos, apresentando esclarecimentos, e orientando a participação dos colegas ao longo do debate.

A turma como um todo participará da conclusão, e pode ser eleita a ideia mais consistente relacionada ao tema.

Seja qual for a dinâmica do debate, é essencial que os estudantes se avaliem, refletindo a respeito do tema debatido, de suas dificuldades e habilidades nessa atividade, de suas

superações, e, sobretudo, de seus sentimentos. Se essa avaliação individual dos estudantes for elaborada por escrito após a realização do debate, como atividade extraclasse, você e cada um dos estudantes poderão retomar questões ao longo do processo educacional.

## Mostra de Ciências

A mostra representa uma atividade em que os grupos de estudantes apresentam seus trabalhos para colegas, professores, familiares, funcionários e, em alguns casos, para pessoas que visitam a escola.

Para Santos (2012), a mostra favorece a cultura científica na medida em que promove o desenvolvimento da capacidade criativa e de invenção, ao lado dos trabalhos de investigação que possibilitam aos estudantes a produção de conhecimento novo, promovendo um efetivo exercício de iniciação científica e tecnológica.

Portanto, a mostra vai além de uma apresentação dos estudantes a respeito de um tema estudado, realizada com auxílio de montagens como recursos didáticos.

Mais que evidenciar o que os estudantes aprenderam, a mostra é um evento de natureza social, científica e cultural que tem como objetivo abrir espaço para dialogar com os visitantes, constituindo-se na oportunidade de discussão sobre os conhecimentos, metodologias de pesquisa e criatividade dos estudantes (MANCUSO, 2000).

Além da transmissão ou exposição de informações, a interação com o público possibilita a discussão de ideias relacionadas aos conceitos científicos (LIMA, 2008). Portanto, a mostra favorece o desenvolvimento da comunicação e dos conhecimentos discutidos em Ciências.

A mostra permite que os estudantes percebam que, além da exposição de informações, na ciência é essencial uma dinâmica dialógica, sujeitando as conclusões de estudos a diferentes pontos de vista. Ressalte aos estudantes a importância de interagirem com os visitantes, valorizando as trocas de ideias, pois essa interação propicia o surgimento de novas ideias e novas questões merecedoras de reflexão e investigação.

Para organizar uma mostra, são necessários ao menos quatro meses. A realização da mostra propriamente dita pode acontecer em um ou dois dias.

Para montar os estandes, estimule os estudantes a utilizar a criatividade. Caso um grupo tenha desenvolvido um experimento como parte de seu trabalho, é interessante reproduzir no estande sua montagem no todo ou em parte, no que for possível. Outra possibilidade é criar cartazes e construir maquetes. Assim, o público poderá visualizar o que foi realizado concretamente pelo grupo.

Oriente os estudantes na escolha do tema do trabalho a ser desenvolvido. É essencial que eles participem ativamente da elaboração das perguntas que desencadearão o estudo. As perguntas precisam ter sentido para os estudantes, na medida em que dizem respeito às suas vidas. Essa contextualização os motivará a realizar o trabalho. Converse com os grupos a respeito de um aspecto a ser considerado na escolha dos temas: sua importância social. É importante que eles reconheçam um tema que os leve a buscar soluções para alguma problemática enfrentada pela sociedade. Nesse sentido, eles poderão investigar temas como as biotecnologias e suas contribuições para a qualidade de vida humana, por exemplo.

Nas semanas que antecedem a mostra, você pode programar visitas com os estudantes a laboratórios de pesquisa ou a museus. Outra possibilidade é convidar pesquisadores para que relatem na escola seus estudos.

Estimule-os a refletirem a respeito dos métodos adotados para responder às perguntas colocadas. Reconhecer hipóteses e testá-las são passos essenciais no desenvolvimento de um tema.

O projeto Febrace (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia) é uma interessante referência para mostras e feiras de Ciências. Consulte-o, e, se possível, participe da iniciativa da Febrace: <<http://febrace.org.br/>>. Acesso em: set. 2018.

## Vídeo

Vídeos relacionados a Ciências podem ser utilizados com diversos propósitos. Você pode utilizá-los para introduzir uma discussão, desenvolvê-la e/ou concluí-la. Os vídeos representam um tipo de fonte de informação cuja linguagem difere das fontes escritas, e sua interpretação pelos estudantes possibilita um exercício que enriquece sua aprendizagem.

Krasilchik (2011) ressalta a importância dos vídeos para a aprendizagem em Ciências, reconhecendo-os como um recurso insubstituível para situações que envolvam experimentos com equipamentos sofisticados, processos muito lentos ou rápidos demais, paisagens exóticas, comportamentos dos seres vivos.

Se optar pela utilização de filmes, apenas apresente-o em sala de aula caso você possua autorização do detentor dos direitos autorais. Do contrário, assista com antecedência ao filme escolhido, identificando as cenas que se relacionam ao conteúdo a ser discutido e indique-o aos estudantes, para que assistam em casa.

Avalie se as cenas escolhidas são relevantes para o aprendizado, ou se elas representam somente um entretenimento sem relação com os conteúdos estudados.

Os filmes de ficção científica diferem dos documentários de Ciências em vários aspectos, como os termos adotados e a narração das cenas. Os filmes de ficção lançam mão de efeitos especiais e os conceitos de Ciências estão entrelaçados com histórias de personagens. Nas discussões com os estudantes, chame a atenção deles para tais especificidades de cada tipo de filme.

Os filmes são ricos recursos audiovisuais, uma vez que o enredo e os personagens favorecem a contextualização dos conceitos de Ciências. Os filmes muitas vezes abordam emoções, um aspecto que merece espaço no ensino.

Procure apresentar vídeos cujos conteúdos possam mobilizar as discussões. Para cada um, conduza as discussões, fazendo comentários, indagando os estudantes a respeito do que é mostrado, e solicitando a eles que relacionem as informações presentes na cena com os conteúdos de Ciências que estão sendo estudados.

Chame a atenção dos estudantes para os possíveis conteúdos de Ciências relacionados aos vídeos, o momento histórico, os fatores culturais e as concepções veiculadas. Como a abordagem de conceitos científicos de maneira não condizente com a Ciência é comum em muitos vídeos, cabe discutir essa questão com os estudantes. Você pode até mesmo solicitar a eles que proponham alterações na cena, de modo que estejam de acordo com os conceitos científicos.

No caso de documentários, os estudantes podem perceber os fenômenos científicos via experiência sensorial visual e auditiva. Uma descrição verbal ou escrita não substitui a experiência de perceber um fenômeno pelos próprios sentidos. E muitas vezes essa experiência pode ser ampliada por recursos tecnológicos, como o uso de macros, que permitem a observação detalhada e ampliada, e do *super slow motion*, que permite a visualização em velocidade reduzida.

Como avaliação da aprendizagem, você pode solicitar aos estudantes que produzam reflexões por escrito a respeito do que foi discutido, com base nos vídeos. Você pode entregar a eles no início da aula questões a respeito do que será discutido.

Outra possibilidade rica em termos de aprendizagem é solicitar aos estudantes que, em grupos, criem seus próprios vídeos curta-metragem, ou, à falta de recursos para tal, ao menos os roteirizem do modo mais detalhado possível. Essa proposta favorece a expressão dos estudantes e sua participação ativa no processo de aprendizagem. Para valorizar ainda mais a produção dos estudantes, dedique uma aula para que todos os grupos apreciem e avaliem as criações.

Selecionamos algumas referências que oferecem ferramentas e dicas práticas para a criação de vídeos curtos voltados para educação (todas com acesso em set. 2018):

- <<http://fga.unb.br/sergio.freitas/dicas-de-como-criar-videos-educacionais>>
- <<http://canaldoensino.com.br/blog/5-sites-para-criar-videos-educativos>>
- <<https://www.wevideo.com/education>>

### Atividade de campo

As atividades de campo são aquelas realizadas fora do ambiente escolar. O termo “campo”, de acordo com Marandino, Selles e Ferreira (2009), engloba uma variedade de propostas, desde as conhecidas excursões até as saídas, aulas-passeio ou trabalhos de campo, viagens de estudo e estudos do meio, entre outras atividades.

Adotaremos como concepção de campo qualquer atividade em que os estudantes realizem a observação e a análise do ambiente e/ou dos seres vivos em seu contexto. Portanto, nessa lógica, a atividade de campo não representa uma simples excursão, muito menos um passeio, pois o foco da atividade está na aprendizagem de conceitos científicos. Na próxima seção abordaremos o estudo do meio, atividade que se diferencia do campo, entre outros fatores, por ter necessariamente natureza interdisciplinar.

O campo representa uma atividade essencial para o desenvolvimento de conceitos científicos, uma vez que os estudantes entram em contato direto com ambientes e seres vivos, (re)conhecendo suas características. Além disso, o campo pode contribuir com a aprendizagem a respeito das interações entre os fatores bióticos e abióticos, assim como as interações entre os ambientes, relacionando-os em escalas local e regional. Essa concepção sistêmica, rica em fatores e em dinamismo de processos, é fundamental para os estudantes.

O campo pode acontecer no meio urbano, a fim de estudar os seres vivos presentes numa praça, por exemplo. Porém, com base em Seniciato e Cavassan (2004), é preciso reconhecer que, se a atividade de campo acontecer em ambientes naturais, os estudantes poderão estabelecer novas relações com a natureza ao vivenciarem um local em que o equilíbrio ambiental se mostra maior, e com atividades humanas que zelam por esse estado.

Krasilchik (2011) lista as seguintes dificuldades para a realização de excursões e que consideramos serem as mesmas para qualquer atividade que envolva a saída com estudantes em atividades escolares: problemas em obter transporte e autorização dos pais, restrições por parte da direção da escola e dos colegas que não querem ceder seu tempo de aula, medo de possíveis acidentes, insegurança, receio de professores de não reconhecerem os animais e as plantas que forem encontrados. A autora sugere que, para superar essas dificuldades, o ideal é realizar a atividade em regiões próximas à escola.

Em relação à insegurança em identificar e classificar os seres vivos encontrados, se você adotar posturas investigativas junto aos estudantes, como orientador dos estudos, e não como especialista que detém todo o saber, essas situações podem ser superadas com uma pesquisa posterior a respeito da identidade de tais seres vivos, contando com a colaboração dos próprios estudantes.

Além disso, solicite a autorização dos responsáveis pelos estudantes. Solicite aos estudantes que forneçam a você dados referentes a telefones de familiares, número do documento de identificação, endereço e informações específicas de saúde das quais tenham conhecimento – como predisposição a alergias e contraindicação a medicamentos.

Você pode propor a atividade de campo como introdução de um tema, para o desenvolvimento dele, ou como conclusão de discussões. A atividade de campo também pode ser utilizada como uma situação de avaliação final, em que os estudantes aplicarão os conhecimentos desenvolvidos ao longo das aulas. Seja qual for a utilização da atividade de campo como modalidade didática, você precisa estabelecer os objetivos da atividade e compartilhá-los com os estudantes. Assim, a atividade será essencialmente investigativa.

Para a realização das atividades de campo, uma vez definidos os objetivos, é preciso programar suas etapas. Considere o local onde você pretende realizar o trabalho. A escolha do local deve estar totalmente de acordo com os objetivos que você eleger, uma vez que cada lugar se mostra peculiar e possibilita determinadas discussões.

Oriente-se com as seguintes perguntas: Que fenômenos, estruturas ou temas podem ser observados e discutidos no local escolhido? Essas informações estão de acordo com os objetivos das atividades de campo que foram elaboradas? Por exemplo, se o objetivo da atividade de campo é conhecer as relações ecológicas entre seres vivos, é preciso que o local ofereça diversidade de seres, e que as interações entre eles, ou ao menos seus vestígios, possam ser observadas.

Outras questões merecem sua atenção: O local escolhido para a atividade de campo permite fácil acesso? Trata-se de um local seguro? O local comporta toda a turma? Há pontos estratégicos onde os estudantes possam descansar no intervalo do trabalho e alimentar-se? Para responder a essas questões, visite o local previamente.

Procure saber o que cada turma conhece a respeito do local, o que aumentaria a curiosidade dos estudantes. Considere as características de cada turma para planejar as ênfases em suas abordagens. Por exemplo, se a cooperação for uma meta de aprendizagem para uma turma, propicie situações em que os estudantes possam exercer a cola-

boração. Se em uma turma os estudantes não apresentam prontidão para o trabalho, evidencie essa questão como uma meta a ser alcançada.

Caso você realize uma atividade de campo em ecossistemas costeiros, considere os melhores horários para a atividade, consultando a tábua de marés.

Liste com antecedência todos os materiais que você utilizará na atividade de campo, como barbante, lupas, fita métrica e repelentes de insetos.

Dependendo da proposta e das condições do local, você pode realizar no campo algumas atividades simples, como a observação de seres vivos em amostras de água e/ou solo.

Uma vez definida a proposta, compartilhe-a com os estudantes, a fim de que eles saibam o que será realizado.

Entregue aos estudantes um roteiro das atividades de campo com informações a respeito do que será realizado e o tempo de duração previsto para cada uma. Discuta cada parte do roteiro e sensibilize os estudantes para possíveis alterações na proposta original, dado que em uma atividade desse tipo é muito comum haver mudanças. Por exemplo, um tempo chuvoso pode alterar o trajeto e o desenvolvimento de determinadas atividades. Essa discussão possibilita que os estudantes reconheçam a natureza do trabalho, que é influenciado por eventos imprevisíveis e incontroláveis. Todas as informações sobre a atividade devem ser apresentadas aos pais ou responsáveis e aprovadas por eles, por escrito.

Esteja aberto para que os estudantes possam também propor ideias que complementem as atividades a serem realizadas.

Solicite aos estudantes uma pesquisa a respeito das características das regiões que serão visitadas, incluindo mapas.

No dia da atividade de campo, em posse de uma lista dos estudantes, verifique as presenças e as ausências. Para cada cinco estudantes, é ideal que um adulto os acompanhe. Programe a saída de maneira que haja tempo para chegar ao local do campo em condições adequadas ao trabalho.

Durante o trabalho, acompanhe os grupos, orientando-os e discutindo encaminhamentos. Ressalte a importância da diversidade de registros: por escrito, gravação de sons e imagens, e esquemas.

Ao final, relate aos estudantes de maneira sucinta suas impressões a respeito de como foi a atividade de campo, valorizando aspectos que favoreceram o trabalho e levantando junto com eles soluções para eventuais dificuldades.

Já na escola, ao longo das aulas, retome a vivência em relação aos conhecimentos desenvolvidos. Nesse processo, é preciso sistematizar os dados. Como atividade final, você

pode solicitar aos estudantes que elaborem um relatório, preparem um seminário, um debate, um painel, um mural e/ou desenvolvam um projeto com base no que foi vivenciado. Para tanto, os estudantes deverão buscar fontes bibliográficas adicionais.

## Estudo do meio

No estudo do meio, os estudantes devem analisar uma ou mais questões relacionadas a uma determinada realidade. Duas características marcantes do estudo são: (1) a vivência da realidade pelos estudantes, que no trabalho de campo entram em contato com o ambiente e com as pessoas que nele vivem, e (2) a interdisciplinaridade (PONTUSCHKA, 2004).

O estudo do meio proporciona aos estudantes o desenvolvimento de posturas críticas e investigativas a respeito da realidade. Em relação a uma atividade de campo, ele geralmente demanda uma mobilização maior da equipe pedagógica como um todo. Por isso, o estudo do meio estende-se no mínimo por dois ou três meses para que seja iniciado, considerando a preparação junto aos estudantes, desenvolvido em campo, e concluído na escola.

A proposta de estudo do meio está fortemente relacionada à concepção de temas geradores apresentada por Freire (1987). Para o autor, o tema gerador está compreendido na relação ser humano-mundo, e o que se pretende investigar são os seres humanos e sua visão de mundo.

O tema gerador representa um eixo em que todas as disciplinas se relacionam para realizar a leitura da realidade. Logo, o estudo do meio deve ser desenvolvido por todas as disciplinas.

Tomemos como exemplo um estudo que se proponha a discutir as seguintes questões: A ocupação humana em manguezais provocaria desequilíbrios ambientais? Quais seriam os desequilíbrios? Como os moradores da região percebem o ambiente, com e sem a presença humana?

A disciplina de Ciências, sozinha, não dá conta de responder a esse conjunto de questões. A articulação entre as disciplinas é essencial no planejamento, na execução e na conclusão do estudo.

As disciplinas articuladas precisam levar os estudantes a identificar e a discutir fatores científicos, sociais, culturais, econômicos e históricos relacionados à realidade a ser analisada.

Além disso, sentimentos e emoções dos estudantes e dos moradores da região são aspectos que também precisam ser valorizados no estudo. Mostra-se essencial que os estudantes percebam os possíveis significados que as pessoas atribuem à realidade, e reflitam a respeito de suas ideias e seus sentimentos nas relações com o mundo.

Assim, o estudo não se encerra com a coleta de dados nem com a constatação de fatos.

O estudo exige que os estudantes posicionem-se, ou seja, elaborem propostas de intervenção na realidade. No caso do exemplo do estudo do meio a respeito da ocupação humana no manguezal, tais propostas devem indicar possíveis ações que conciliem o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida humana.

Ao planejar um estudo do meio, estabeleça as etapas que serão desenvolvidas. Sugerimos a seguir uma sequência de etapas que você pode adotar.

A primeira etapa refere-se ao planejamento do estudo, que inclui a formulação do tema gerador e das questões a serem investigadas, assim como a proposição de atividades a serem realizadas.

Tal como Freire (1987) propôs em relação ao tema gerador, sugerimos que a equipe pedagógica faça um levantamento preliminar da realidade dos estudantes, identificando fenômenos ou situações que tenham relação direta com suas vidas. Dessa maneira, pode-se chegar à formulação do tema e das questões do estudo.

Há fatores que merecem a atenção da equipe pedagógica no planejamento do estudo, a fim de que sejam solucionados: a escolha de um tema que não possibilite integração entre as disciplinas, as dificuldades em relação ao transporte e a falta de tempo para o desenvolvimento das atividades.

Além desses fatores, Chapani e Cavassan (1997) ressaltam que os objetivos do estudo devem estar claros e coerentes com uma prática docente voltada à formação de indivíduos capazes de compreender o meio em que vivem, estabelecer vínculos afetivos com a natureza e forjar um mundo melhor.

Uma vez definido o tema, é preciso passar para a segunda etapa: a escolha do local do estudo.

As perguntas a seguir poderiam orientá-lo nessa decisão: A região onde se planeja realizar o estudo apresenta os elementos do ecossistema em questão? A região apresenta condições de acesso a todos os estudantes em termos físicos, incluindo aqueles com deficiência ou dificuldade de locomoção? A região favorece a comunicação entre estudantes e moradores, permitindo que os diálogos aconteçam de maneira segura?

Um estudo do meio pode ser desenvolvido no entorno da escola, em outro lugar do bairro ou até mesmo em outras áreas do município.

Na terceira etapa, que pode durar um mês, apresente aos estudantes a proposta do estudo, esclarecendo a importância da interdisciplinaridade. Trata-se, portanto, de uma atividade valiosa para que experimentem e consolidem uma série de procedimentos e atitudes.

A organização dos grupos de trabalho representa um processo essencial no estudo. Converse com os estudantes a respeito da importância de organizarem-se em grupos de trabalho. Dependendo da turma, pode haver grupos de cinco ou até dez estudantes. Estabeleça como critério de organização a valorização da diversidade de pessoas em cada grupo, a fim de que haja responsabilidade com a aprendizagem, e a abertura a novas associações entre colegas. O estudo proporciona também uma vivência de socialização e a oportunidade de desenvolver o trabalho em equipe.

Um recurso que auxilia os estudantes nesse momento é um roteiro do estudo do meio. Nele, devem constar a proposta do estudo e as atividades a serem realizadas, incluindo o campo. Ressalte aos estudantes que o roteiro é seu guia ao longo do estudo. O roteiro será utilizado do início ao fim do estudo do meio.

No roteiro, informe aos estudantes o que será realizado. Apresente um itinerário, considerando os tempos de caminhada e parada. Discuta com os estudantes o que deve ser observado, assim como o que deve ser pesquisado e o que precisa ser discutido em grupo. Reserve momentos no roteiro para que os estudantes façam anotações sobre o estudo, desenhos e esquemas.

Oriente os estudantes a valorizarem o registro no(s) dia(s) do trabalho de campo. Fotografias e vídeos podem enriquecer o trabalho. Nesses casos, reforce a importância de que sempre solicitem a permissão das pessoas para que sejam fotografadas e/ou filmadas.

Na preparação dos estudantes, saliente que o trabalho de campo possibilita o contato com realidades diferentes das deles e que essa é uma oportunidade para a transformação de julgamentos prévios ou preconceitos. Caberá aos estudantes desprender-se de ideias prévias, deixando livres seus sentidos e sua sensibilidade para o contato com a realidade.

Uma atividade que permite o exercício dessa postura no trabalho de campo é a entrevista. Ela permite que os estudantes entrem em contato com o universo de diversas pessoas. Oriente-os a formularem previamente as perguntas da entrevista. Para conduzir a entrevista, é essencial que a pessoa concorde em ser entrevistada e permita que suas respostas sejam usadas e reproduzidas na escola. É essencial também que os estudantes atuem acompanhados por ao menos um colega. Se no mínimo dois estudantes entrevistarem uma pessoa, poderá haver diferentes percepções a respeito dos relatos, o que enriquecerá as discussões na volta à escola.

Os estudantes devem utilizar palavras que sejam compreensíveis para as pessoas entrevistadas, a fim de que elas tenham condições de exprimir suas ideias sem dúvidas. É fundamental que os estudantes conheçam aspectos do universo dos entrevistados e busquem compreender o que eles expressam,

sem induzir as respostas. Oriente-os a planejar a entrevista de maneira que não seja cansativa aos entrevistados.

A realização do estudo do meio exige atenção especial à segurança dos estudantes. Portanto, prepare-os quanto à postura necessária ao trabalho de campo. Ressalte nessa preparação a importância de aproveitarem ao máximo as atividades, cumprindo-as no tempo previsto e com segurança.

A quarta etapa consiste no trabalho de campo propriamente dito, em que há contato direto dos estudantes com a realidade a ser estudada.

O grande desafio que se coloca nesse momento, ao entrarem em contato com a realidade-alvo do estudo, é, na visão de Pontuschka (2004), saber “ver”, saber “dialogar” com a paisagem, detectar os problemas existentes na vida de seus moradores, estabelecer relações entre os fatos verificados e o cotidiano dos estudantes.

Oriente os estudantes a não coletarem materiais biológicos.

No(s) dia(s) da vivência em campo, pode haver momentos mais descontraídos e lúdicos, no início ou no fim dos trabalhos propriamente ditos, o que poderá motivar ainda mais os estudantes e favorecer a harmonia nas relações interpessoais.

Se houver museus e bibliotecas na região, os estudantes poderão buscar informações em materiais impressos, como jornais e revistas.

Na quinta etapa, já na escola, a análise das informações que foram obtidas em campo necessita de um processo de retomada e sistematização do conjunto de dados. Esse processo pode estender-se por um mês. Ao longo desse tempo, indique aos estudantes referências que complementem as informações obtidas.

Valorize a dimensão emocional. Para tal, proponha conversas ou dinâmicas na escola que abordem os sentimentos e as emoções dos estudantes em relação ao que foi vivenciado.

Como avaliação, solicite aos estudantes que reflitam e registrem por escrito a respeito do que foi marcante no estudo do meio.

Retome as ideias registradas, confrontando-as com as ideias que apresentavam no início do estudo. Questione a turma se surgiram novos significados para o tema do estudo. É essencial que nesse momento os estudantes compartilhem ideias e valorizem a singularidade.

Na análise das informações, conduza a discussão de maneira que os estudantes estabeleçam relações entre ideias, percebam contradições e identifiquem propostas relevantes, reconhecendo exceções e generalizações.

A fim de enaltecer a atividade e valorizar o trabalho dos estudantes, solicite a eles que apresentem suas conclusões na forma de mural, seminário, pôster, vídeo produzido por eles, texto ou *blog*.

## Visita a museus

Muitas orientações a respeito das atividades de campo e estudo do meio são válidas também para as visitas a museus.

Segundo o International Council of Museums [<http://icom.museum/>]; acesso em: set. 2018], os museus são instituições a serviço da sociedade, desempenhando as funções de pesquisa, educação, cultura e lazer, e não visam ao lucro. Como exemplos de museus, podem-se citar: centro de ciências, zoológico, jardim botânico, planetário, aquário e sítio arqueológico.

Marandino, Selles e Ferreira (2009) destacam a importância dos museus como centros de divulgação científica que propiciam o desenvolvimento do conhecimento de conteúdos biológicos e da comunicação entre as pessoas.

A visita a um museu não pretende somente ilustrar discussões realizadas nas aulas. Ela apresenta uma riqueza em termos de aprendizagem que precisa ser valorizada. Em uma visita, os estudantes podem conhecer o significado de patrimônio histórico e cultural.

Os museus de ciência apresentam acervos cujo valor é inestimável, uma vez que são constituídos por seres vivos raros e/ou aos quais o acesso é difícil. Além disso, em geral os acervos são resultado de décadas de coletas e pesquisas, tendo, por isso, altíssimo valor histórico como patrimônio natural, genético e cultural do país.

Muitos museus programam visitas especiais em que os estudantes podem presenciar fenômenos com os quais dificilmente poderiam entrar em contato no cotidiano. Recomendamos que você procure o setor educacional do museu para saber se essa vivência é oferecida. Caso contrário, você e seus colegas educadores da escola podem acompanhar os estudantes.

Procure conhecer o museu antes da realização da visita com os estudantes. Defina o roteiro da visita, avaliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. Compartilhe com os estudantes a riqueza de conhecimentos presente no museu que será visitado, a fim de trabalhar a motivação para a atividade.

Aproveite para discutir com eles a crença de muitas pessoas de que um museu é um amontoado de coisas velhas. Muitos museus de ciência são dinâmicos, pois propõem diversas situações de aprendizagem em uma mesma visita.

Na ida ao museu com os estudantes, embora a atividade não tenha a finalidade de lazer, procure valorizar o momento de estarem todos reunidos em uma situação que foge ao cotidiano escolar.

Ao chegar ao museu, dependendo da proposta educacional da visita, os estudantes poderão ser agrupados de acordo

com os monitores disponíveis. Caso contrário, os grupos de estudantes deverão ser acompanhados por você e por colegas educadores da escola.

Nas aulas após a visita, resgate com os estudantes o que foi vivenciado. Pergunte-lhes se verificaram na prática os temas que foram discutidos em sala de aula. Indague-lhes se na visita foram abordados assuntos que não foram estudados formalmente, na escola, até o momento.

Como conclusão da atividade, solicite relatórios, reportagens e/ou pesquisas complementares. Um mural também poderá ser desenvolvido.

## Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino: propostas de trabalho

### Blogs

Os *blogs* (da expressão em inglês *web log*, algo como “diário na rede”) surgiram como uma versão *on-line* dos diários pessoais, com uma diferença marcante: podem ser lidos e eventualmente comentados por qualquer pessoa. Em pouco tempo, tornaram-se uma das ferramentas de comunicação mais populares da internet, basicamente porque são simples de criar e fáceis de atualizar. Há diversos serviços gratuitos de hospedagem de *blogs* que fornecem as ferramentas necessárias para sua atualização e divulgação.

A estrutura de um *blog* é bastante simples: as publicações (também chamadas postagens ou *posts*), que misturam textos, imagens e vídeos, são dispostas em ordem cronológica inversa, isto é, as publicações mais recentes aparecem no topo da página, as mais antigas, na parte de baixo; e podem ser acessadas por data ou palavras-chave. No final de cada postagem, aparece uma caixa de comentários. Ao lado, em geral há uma lista com *links* para outros *blogs* do mesmo autor e para *blogs* que o autor acompanha, o que o integra a uma rede de publicações do mesmo gênero.

Os comentários podem ser um recurso para promover debates extraclasse. Como todos os comentários são visíveis para os visitantes, qualquer um pode entrar na discussão, responder a uma questão, contra-argumentar ou discordar de um ponto de vista exposto. Dessa forma, a caixa de comentários pode ser usada como um pequeno fórum de discussão, que possibilita aos estudantes interagir e aprofundar e expandir seu conhecimento sobre o tópico original.

Essa modalidade de debate virtual difere substancialmente do debate presencial em sala de aula; por isso, é importante definir com os estudantes algumas regras sobre como utilizar

esse recurso e estar pronto para atuar como mediador dos comentários.

- A utilização do *blog* como recurso didático pode dar-se de diversas formas: a turma pode ser dividida em grupos, cada grupo ficando responsável por seu próprio *blog* ao longo do ano, mantendo-o atualizado de acordo com a demanda da disciplina; podem ser publicados, por exemplo, relatórios de atividades, passo a passo de experimentos, etapas de estudos, dados de atividade de campo, campanhas, divulgação de mostras, entre outros. A cada nova atualização, todos os grupos devem ler e comentar as publicações dos outros; caso surjam questionamentos, o grupo autor do *post* deve responder, e você poderá complementar quando necessário. É importante cuidar para que as dúvidas não fiquem sem resposta.
- Outra possibilidade de trabalho é criar um único *blog* para a turma, em que os grupos se revezam na atualização. A cada nova postagem, os demais estudantes devem ler e comentar, lançando eventualmente críticas ou dúvidas acerca da publicação, como forma de discutir amplamente um tema além do que é feito em sala de aula. Esse é um recurso particularmente interessante, na medida em que permite àqueles estudantes que muitas vezes se sentem tímidos ou retraídos para participar ativamente de discussões em sala de aula que se manifestem, exponham suas opiniões, colaborem na construção do conhecimento de forma mais efetiva.

Ao longo desta coleção, são propostas atividades que oferecem boas oportunidades de uso dessa tecnologia, em que os estudantes devem produzir algum tipo de material de divulgação. Contudo, não é preciso ficar limitado às postagens relacionadas a atividades específicas: é possível solicitar que sejam feitas publicações independentes e esporádicas sobre temas relacionados à disciplina.

Essa atividade alinha-se ao que se espera dos anos finais do Ensino Fundamental e, na sequência, do Ensino Médio, ao colocar os estudantes no papel de produtores e divulgadores de conhecimento. Estudos recentes demonstram ainda que essa atividade melhora a produção de texto (WANG, 2008) e facilita o contato dos estudantes com pessoas interessadas em temas comuns ou relacionados a suas postagens (GAUDEUL, 2010). O *blog* é também uma oportunidade de levar o conhecimento adquirido para além dos limites da escola, o que pode estimular o engajamento dos estudantes dentro e fora do “mundo virtual”.

A experiência do uso do *blog* como ferramenta educacional pode ser enriquecida se houver o envolvimento de outras disciplinas, tornando-se um projeto multidisciplinar. Para isso, discuta essa possibilidade com seus colegas educadores responsáveis por outras disciplinas.

Vale lembrar que toda incursão no mundo virtual requer cuidados para preservar os estudantes do contato com conteúdo pornográfico, preconceituoso ou que faça apologia às drogas. A seguir, fornecemos algumas opções de serviços gratuitos e seguros, com instruções simples para a criação e manutenção de *blogs* (todos com acesso em: set. 2018):

- Wordpress – <<https://br.wordpress.com>>
- Wix – <<http://pt.wix.com/>>
- XPG – <[www.xpg.uol.com.br](http://www.xpg.uol.com.br)>
- Simple site – <[www.simplesite.com/](http://www.simplesite.com/)>
- Tumblr – <<https://www.tumblr.com/>>
- Edublogs (focado em educação; em inglês) – <<http://edublogs.org>>

## Redes sociais

As redes sociais baseadas na internet são serviços *on-line* que têm como objetivo estabelecer contato entre pessoas que compartilham interesses ou se conhecem na “vida real”. Cada usuário constrói um perfil no qual se identifica, descreve algumas de suas características e interesses e se conecta ao perfil de outras pessoas. A maioria desses serviços fornece mecanismos para facilitar a comunicação entre as pessoas, como mensagens instantâneas, bate-papos utilizando áudio e vídeo, entre outros. Por meio das redes sociais pode-se publicar conteúdo (textos, imagens, vídeos, notícias, etc.) que será visualizado e, eventualmente, compartilhado pelas pessoas com as quais se está conectado, ampliando rapidamente sua divulgação.

Há outros aspectos interessantes que podem ser explorados com a participação em redes, como ingressar em grupos temáticos, dos quais fazem parte especialistas e leigos interessados em assuntos específicos, como a agricultura orgânica, por exemplo; ou apenas seguir o perfil de profissionais ou instituições que permitem acompanhar seus trabalhos e pesquisas em tempo real, como serviços de meteorologia, observatórios astronômicos e instituições ligadas à saúde. Há ainda a possibilidade de entrar em contato direto por meio das redes sociais com instituições, profissionais e pesquisadores, propondo-lhes perguntas; por exemplo, pelo Twitter, uma das redes mais populares, é possível fazer perguntas aos astronautas que estão na Estação Espacial Internacional, ou simplesmente acompanhar pelas postagens dos astronautas o dia a dia na Estação.

Há diversas formas de utilizar as redes sociais com fins educacionais. Elas podem ser uma ferramenta importante também para o contato direto entre o professor e os estudantes, configurando uma oportunidade de atenção individualizada, o que muitas vezes é difícil no cotidiano das salas de aulas cada vez com número maior de estudantes.

Uma boa maneira de iniciar esse trabalho é informar-se sobre as redes sociais mais populares entre seus estudantes. Dentre as opções apresentadas por eles, procure identificar qual irá atender melhor suas expectativas para cada proposta de atividade. Tome cuidado ao utilizar mais de uma rede social para evitar segregar as discussões ou duplicar desnecessariamente o esforço exigido.

Da mesma forma que mencionamos para o uso dos *blogs*, é importante criar regras para a utilização da rede social nas tarefas escolares a fim de tirar o máximo proveito desse recurso interativo. O mesmo vale para os cuidados que se deve tomar a fim de que os estudantes não sejam expostos a conteúdo inadequado. Ajude-os também a diferenciar conteúdos de qualidade publicados por fontes confiáveis daqueles publicados por fontes duvidosas, que podem eventualmente conter notícias falsas.

Tenha em mente que as postagens em redes sociais devem ser sucintas, pois são uma mídia adequada para textos curtos, imagens, vídeos ou áudios. Podem ser utilizadas para a divulgação de cartazes feitos pelos estudantes, entrevistas (em vídeo ou áudio), entre outras atividades. Podem ser um recurso auxiliar, utilizado para divulgar resenhas e *links* para as publicações no *blog*.

O grande poder de divulgação das redes sociais é especialmente útil para as atividades que contam com a participação da comunidade extraescolar. Ao longo da coleção, são sugeridas diversas situações que envolvem a criação de campanhas de conscientização, nas quais os estudantes atuarão como transmissores do conhecimento, e em que o uso das redes sociais poderá potencializar o alcance dessa comunicação. Contudo, vale ressaltar que essa forma de divulgação não substitui a comunicação presencial ou física e cada uma delas requer uma linguagem própria, tanto textual quanto visual, à qual os estudantes devem se adaptar. Eis aí um ponto que pode ser avaliado: a flexibilidade e o discernimento quanto às formas de comunicar o conhecimento. Analise cada caso e decida juntamente com os estudantes em quais situações é mais adequado utilizar a divulgação virtual, presencial ou ambas.

A maioria dos serviços de rede social permite que se criem grupos; a criação de um grupo da turma, no qual os estudantes possam discutir tópicos e atividades da disciplina e se manter informados sobre novidades, pode ser uma forma prática e eficiente de interação. Você pode, por exemplo, utilizar esse espaço para compartilhar materiais complementares às aulas, como vídeos, aplicativos e *softwares*, notícias, indicação de *sites*, material de referência para *download*, etc.

As vantagens e a praticidade do uso desse recurso abrangem também a interação entre os educadores responsáveis pelas diversas disciplinas. Projetos e atividades interdisciplinares podem se tornar bastante simples de executar com o

auxílio das redes sociais em conjunto com seus colegas de outras disciplinas, a coordenação e a direção escolar, trazendo benefícios a todos.

## Apresentação multimídia

Programas de apresentação multimídia são ferramentas populares entre palestrantes e mesmo entre educadores. Esses *softwares* permitem que se criem apresentações gráficas de *slides*, similares aos diapositivos, porém com recursos complementares, como áudio, vídeo e interatividade. O domínio dessas ferramentas é duplamente oportuno, considerando que é requisitado em diversos segmentos do mercado de trabalho, algo particularmente interessante para estudantes que se aproximam do Ensino Médio.

Existem diversas opções gratuitas de programas para criação de apresentações dinâmicas e criativas (todas com acesso em: set. 2018):

- Libre Office – <<https://pt-br.libreoffice.org/>>
- Open Office – <[www.openoffice.org/pt-br/](http://www.openoffice.org/pt-br/)>
- Google Presentations – <<https://docs.google.com/presentation/>>
- Prezi (para estudantes e professores) – <<http://prezi.com>>
- PowToon – <[www.powtoon.com/](http://www.powtoon.com/)>

Você poderá utilizar apresentações multimídia em suas aulas para exemplificar determinados conceitos com imagens e vídeos, por exemplo. O Portal do Professor, do MEC (<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>>; acesso em: set. 2018) oferece grande diversidade de materiais para essa finalidade. Muitos já estão prontos para o uso, mas você pode editá-los para adequá-los a suas necessidades.

Caso a escola disponha de projetor multimídia, os estudantes poderão utilizá-lo na elaboração de apresentações para a turma, para as demais turmas ou mesmo para a comunidade extraescolar. Ao longo da coleção, apresentamos situações em que o projetor pode ser explorado. Para audiências menores, esse equipamento pode ser dispensado e a apresentação pode ser feita na tela do computador.

Esses mesmos programas podem ser usados para a criação de pôsteres, cartazes e folhetos, sejam eles destinados à impressão ou para visualização no computador, nesse caso, para publicação em *blogs* ou redes sociais.

## Fotografia, áudio e vídeo

Todos os recursos mencionados até aqui exploram a possibilidade de utilização de fotografias, áudio e vídeo, que podem tanto ser produzidos pelos estudantes quanto obtidos de outras fontes, como a internet.

A documentação de experimentos, entrevistas e atividades de campo, por exemplo, oferece boas oportunidades de produção desse tipo de material. Equipamentos como *tablets* e celulares oferecem esses recursos e é bastante provável que alguns dos estudantes os possuam e saibam como utilizá-los. Converse com a turma sobre as possibilidades de uso desses recursos, sempre tendo cuidado para não gerar constrangimento entre aqueles que não os possuam ou não saibam utilizar tais equipamentos. Essa é uma boa oportunidade para que haja interação e troca de conhecimento entre os estudantes.

Muitas vezes os materiais produzidos com esses recursos podem ser utilizados de forma direta, sem edição. A maioria dos equipamentos dispõe de ferramentas básicas para a realização de cortes de arquivos de áudio ou de vídeo, correção de cores e luminosidade, inserção de efeitos, eliminação de ruídos, etc. Em alguns casos, no entanto, pode ser necessária alguma intervenção maior; para isso existem diversos programas, aplicativos e serviços *on-line* gratuitos para edição de imagens, áudio e vídeo. Alternativamente, alguns *sítes* que hospedam vídeos fornecem ferramentas para esses ajustes. É provável que alguns estudantes conheçam soluções alternativas; converse com eles sobre isso e explore as possibilidades mais interessantes.

Assim como os textos podem ser disponibilizados na internet por meio dos *blogs*, os arquivos de áudio podem ser transmitidos na forma de *podcasts*. Os *podcasts* têm a vantagem de poderem ser ouvidos a qualquer hora, como uma rádio virtual.

Os *podcasts* podem ser criados usando ferramentas específicas, como o Podomatic, um programa que pode ser baixado no computador e que possibilita aos usuários criar e publicar seus próprios *podcasts*. Alternativamente, os estudantes podem usar gravadores de áudio dos celulares para gerar os arquivos de áudio.

A seguir, selecionamos algumas opções gratuitas de programas de edição de imagens, animações, gráficos, áudio e vídeo e de bancos de imagens (todas com acesso em: set. 2018).

### Edição de imagens

- GIMP – <[www.gimp.org](http://www.gimp.org)>
- Photoshop Express – <[www.photoshop.com/products/photoshopexpress](http://www.photoshop.com/products/photoshopexpress)>
- Paint – é um editor de imagens bastante simples, mas que atende bem à maioria das necessidades básicas. Já vem instalado em computadores com sistema operacional Windows.
- Stripgenerator – ferramenta para criação de histórias em quadrinhos – <<http://stripgenerator.com/>>
- Toondoo – ferramenta para criação de histórias em quadrinhos, com personagens, balões e cenários – <[www.toondoo.com/](http://www.toondoo.com/)>

- Easel.ly – ferramenta para criação de infográficos – <[www.easel.ly/](http://www.easel.ly/)>
- Fotor – ferramenta simples para edição de imagens – <[www.fotor.com/](http://www.fotor.com/)>

### Serviços de hospedagem de imagens

- Flickr – <[www.flickr.com.br](http://www.flickr.com.br)>
- Picasa – <[www.picasa.com](http://www.picasa.com)>

### Bancos de fotografias e trechos de vídeos grátis

- Wikimedia Commons – <<http://commons.wikimedia.org/>>
- Freeimages – <[www.freeimages.com/](http://www.freeimages.com/)>
- Archive.org – <<https://archive.org/>>
- Openclipart.org – <<https://openclipart.org/>>
- IStockPhotos – <<http://portuguesbrasileiro.istockphoto.com/>>
- Dreamstime – <[www.dreamstime.com/free-photos](http://www.dreamstime.com/free-photos)>
- Fotolia – <<https://br.fotolia.com>>
- Creative Commons do Vimeo – <<https://vimeo.com/creativecommons>>

### Edição de vídeo

- Windows Movie Maker – <<http://windows.microsoft.com/pt-BR/windows/downloads/get-movie-maker>>
- Avidemux – <<http://fixounet.free.fr/avidemux>>
- Animoto – <<https://animoto.com/>>

### Serviços de hospedagem de vídeos

- YouTube – <[www.youtube.com.br](http://www.youtube.com.br)>
- Vimeo – <[www.vimeo.com](http://www.vimeo.com)>

### Edição de áudio

- Audacity – <<http://audacity.sourceforge.net>>
- Free Audio Editor – <[www.free-audio-editor.com/](http://www.free-audio-editor.com/)>
- Slice Audio file Splitter – <<http://slice-audio-file-splitter.soft32.com/>>
- ExpStudio – <[www.expstudio.com](http://www.expstudio.com)>

## Museus e outras instituições de interesse científico, por região

### Região Norte

#### Amapá

##### Centro de Pesquisas Museológicas/Museu Sacaca

Av. Feliciano Coelho, 1 509, Trem Macapá – CEP 68900-260  
<[www.iepa.ap.gov.br](http://www.iepa.ap.gov.br)>

É possível vivenciar as diferentes realidades das comunidades tradicionais da Amazônia.

### Amazonas

#### Bosque da Ciência

Av. André Araújo, 2936, Petrópolis – Manaus – CEP 69083-000  
Tel.: (92) 3643-3192 Fax: (92) 3643-3192

<<http://bosque.inpa.gov.br/>>

[bosque@inpa.gov.br](mailto:bosque@inpa.gov.br)

Apresenta uma área de bosque com trilhas educativas que oferecem informações sobre fauna, flora e ecossistemas amazônicos.

#### Zootropical Manaus

Av. Coronel Teixeira, 1320, Ponta Negra – Manaus – CEP 69037-000

Tel.: (92) 2123-5246 Fax: (92) 3658-3034

<[www.tropicalhotel.com.br](http://www.tropicalhotel.com.br)>

[dcampista@osite.com.br](mailto:dcampista@osite.com.br)

Apresenta um programa de educação ambiental que estimula a conscientização dos visitantes em relação à conservação da fauna local.

### Pará

#### Museu Paraense Emílio Goeldi

Av. Magalhães Barata, 376, Nazaré – Belém – CEP 66040-170  
<[www.museu-goeldi.br](http://www.museu-goeldi.br)>

Desenvolve pesquisas nas áreas de educação e museologia. Oferece serviços educativos sobre Ciência e cultura ao público.

#### Parque de Ciências

Av. Dom Romualdo Coelho, q. 372, Vila dos Cabanos – Barcarena – CEP 66447-000

Museu interativo de Ciência que procura estimular a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

### Região Nordeste

#### Alagoas

##### Museu de História Natural

Rua Aristeu de Andrade, 452, Farol – Maceió – CEP 57021-090

Apresenta exposições sobre recursos naturais de Alagoas. Possui mostras de fósseis e de fotografias da Caatinga.

##### Usina Ciência

Rua Aristeu de Andrade, 452, Farol – Maceió – CEP 57021-090  
<[www.usinaciencia.ufal.br](http://www.usinaciencia.ufal.br)>

Desenvolve programas que visam à melhoria do ensino de Ciências em Alagoas. Realiza empréstimo de materiais didáticos, cursos a educadores e palestras.

## **Bahia**

### **Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade do Estado da Bahia**

Av. Jorge Amado, s/nº, Imbuí – Salvador – CEP 41710-050

Difunde conhecimento sobre Ciência e tecnologia por meio de atividades lúdicas e interativas, como visitas monitoradas, sessões de filmes, oficinas, palestras e assessoria a feiras de Ciências em escolas.

### **Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal da Bahia**

Terreiro de Jesus, s/nº, prédio da Faculdade de Medicina, Pelourinho – Salvador – CEP 40025-010

<<https://cartadeservicos.ufba.br/mae-museu-de-arqueologia-e-etnologia-0>>

Apresenta exposições temporárias, ações educativas e cursos, e realiza pesquisas sobre arqueologia e etnologia.

### **Universidade da Criança e do Adolescente**

Rua do Queimado, 17, Liberdade – Salvador – CEP 40325-260

<[www.oaf.org.br](http://www.oaf.org.br)>

Utiliza a arte como forma de estabelecer uma aproximação do visitante com o conhecimento científico.

## **Ceará**

### **Seara da Ciência**

Rua Paulino Nogueira, 315, bloco 1, Benfica – Fortaleza – CEP 60020-270

<[www.seara.ufc.br](http://www.seara.ufc.br)>

Procura estimular a curiosidade pela Ciência, cultura e tecnologia, mostrando suas relações com o cotidiano e promovendo uma abordagem interdisciplinar do conhecimento.

### **Museu do Eclipse**

Praça Oswaldo Rangel (Praça do Patrocínio), s/nº – Sobral – CEP 62010-030 – Tel.: (88) 3695-5205

Espaço de divulgação histórica e científica, com exposição de mapas e fotografias de Sobral na época do eclipse que foi relacionado à teoria da relatividade geral de Einstein, além de instrumentos astronômicos.

## **Maranhão**

### **Laboratório de Divulgação Científica – Ilha da Ciência**

Av. dos Portugueses, s/nº, Campus Universitário do Bacanga

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Departamento de Física, s. 101, bloco 3 – São Luís – CEP 75080-580

<<http://www.secti.ma.gov.br/laboratorio-de-divulgacao-cientifica-ilha-da-ciencia/>>

Difunde o conhecimento científico na comunidade local, procurando popularizar e desmistificar a Ciência e a tecnologia.

## **Paraíba**

### **Vale dos Dinossauros**

Alto Sertão Paraibano – Sousa, a 444 km da capital, acesso pela BR 230

Apresenta pegadas de animais pré-históricos, distribuídas por uma extensão de 700 km<sup>2</sup>.

### **Planetário da Fundação Espaço Cultural da Paraíba**

Av. Abdias Gomes de Almeida, 800, Tambauzinho – João Pessoa – CEP 58042-100

<<http://funesc.pb.gov.br/?p=130>>

Oferece projeções, exposições, palestras e cursos de astronomia ao público infantojuvenil.

## **Pernambuco**

### **Espaço Ciência – Museu Interativo de Ciência**

Complexo de Salgadinho – Olinda – CEP 53111-970

<[www.espacociencia.pe.gov.br](http://www.espacociencia.pe.gov.br)>

Apresenta duas trilhas temáticas sobre Ciência, um pavilhão de exposições e um centro educacional com laboratórios.

### **Parque Estadual Dois Irmãos**

Praça Farias Neves, s/nº, Dois Irmãos – Recife – CEP 52171-011

<<http://www.portaisgoverno.pe.gov.br/web/parque-dois-irmaos/>>

Possibilita conhecer os ecossistemas da região, com suas plantas e animais nativos.

## **Piauí**

### **Fundação Museu do Homem Americano**

Centro Cultural Sérgio Motta – São Raimundo Nonato – CEP 64770-000

<[www.fumdham.org.br/museu.asp](http://www.fumdham.org.br/museu.asp)>

Desenvolve pesquisa sobre a interação de grupos humanos e ambiente, da Pré-História à atualidade. Procura sensibilizar a população para a preservação da região.

## **Rio Grande do Norte**

### **Museu Câmara Cascudo**

Av. Hermes da Fonseca, 1398, Tirol – Natal – CEP 59015-001

<[www.mcc.ufrn.br](http://www.mcc.ufrn.br)>

Procura estimular a conservação, investigação, exposição e divulgação do patrimônio histórico, natural e cultural do Rio Grande do Norte.

### **Planetário de Parnamirim**

Av. Castor Vieira Régis, s/nº, Cohabinal – Parnamirim – CEP 59140-840

nenaparnamirim@hotmail.com

Realiza sessões e cursos de astronomia para jovens, educadores e público em geral, com o objetivo de enriquecer o conhecimento científico e cultural por meio de pesquisa, música, cinema e literatura.

### **Sergipe**

#### **Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju**

Av. Oviedo Teixeira, s/nº, Jardins – Aracaju – CEP 49026-100

ccteca.planetario@yahoo.com.br

Desenvolve atividades de educação científica ao grande público com o uso de experimentos, além de oferecer sessões diárias em seu planetário.

#### **Museu de Arqueologia de Xingó**

Rodovia Canindé, Piranhas, Trevo da UHE, Xingó Canindé do São Francisco – CEP 43200-000

<<http://max.ufs.br/pagina/20239>>

Divulga o conhecimento sobre a vida pré-histórica do ser humano no Brasil, principalmente daqueles que viveram no baixo São Francisco.

## **Região Centro-Oeste**

### **Distrito Federal**

#### **Fundação Jardim Zoológico de Brasília**

Av. das Nações, Via L-4 Sul, Asa Sul – Brasília – CEP 70610-100

<[www.zoo.df.gov.br](http://www.zoo.df.gov.br)>

Realiza visitas guiadas aos viveiros e desenvolve projetos voltados a pessoas com necessidades especiais.

#### **Jardim Botânico de Brasília**

SMDB Conjunto 12, Lago Sul – Brasília – CEP 71680-120

<[www.jardimbotanico.df.gov.br](http://www.jardimbotanico.df.gov.br)>

Desenvolve pesquisas em Botânica e Ecologia para ampliar o conhecimento e a preservação do Cerrado.

### **Goiás**

#### **Museu Antropológico**

Universidade Federal de Goiás

Av. Universitária, 1166, Setor Universitário – Goiânia – CEP 74605-010

<[www.museu.ufg.br](http://www.museu.ufg.br)>

Apresenta exposições e desenvolve pesquisas científicas em antropologia, arqueologia, etnolinguística, educação indígena e museologia. Possui, ainda, rico acervo documental.

### **Planetário da Universidade Federal de Goiás**

Av. Contorno, s/nº, Parque Mutirama, Setor Central – Goiânia – CEP 74055-140

<[www.planetario.ufg.br](http://www.planetario.ufg.br)>

Apresenta cúpula onde são realizadas as projeções, biblioteca, sala de exposição, sala de estudo e sala de aula onde são ministrados cursos e palestras.

### **Mato Grosso**

#### **Centro de Educação e Investigação em Ciências e Matemática**

Av. Santos Dumont, s/nº, Cidade Universitária/UNEMAT, Santos Dumont – Cáceres – CEP 78200-000

<[www.unemat.br/pesquisa/ceicim](http://www.unemat.br/pesquisa/ceicim)>

Realiza exposições e atividades nas áreas de Ciência e tecnologia, cursos e eventos.

### **Mato Grosso do Sul**

#### **Museu de História do Pantanal**

Rua Manoel Cavassa, 275 – Corumbá – CEP 79301-120

<<https://muhpan.wordpress.com/>>

Divulga a história do Pantanal, assim como a cultura local de pessoas que moram em regiões pantaneiras.

## **Região Sudeste**

### **Espírito Santo**

#### **Instituto Nacional da Mata Atlântica**

Av. José Ruschi, 4 – Santa Teresa – CEP 29650-000

<<http://inma.gov.br/>>

Dedica-se à pesquisa e à difusão da biodiversidade da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, além de desenvolver ações para conservação do ambiente.

#### **Escola da Ciência – Biologia e História**

Av. Dário Lourenço de Souza, 790, Sambão do Povo, Mário Cypreste – Vitória – CEP 29026-080

Tem o objetivo de permitir, de forma lúdica e interativa, o acesso da população a conhecimentos sobre os ecossistemas e o patrimônio histórico do Espírito Santo.

### **Minas Gerais**

#### **Museu de Ciências Morfológicas**

Av. Antonio Carlos, 6627, ICB – Campus da Pampulha – Belo Horizonte – CEP 31270-010

<<https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/>>

Apresenta exposição permanente de peças anatômicas humanas e modelos tridimensionais sobre anatomia e morfologia humana, os quais estão disponíveis aos visitantes deficientes visuais ao longo da visita. O Museu desenvolve também oficinas para estudantes e cursos de atualização para educadores.

#### **Parque da Ciência de Viçosa**

Av. P. H. Rolfs, s/nº, Campus UFV – Viçosa – CEP 36570-000  
<[www.parquedaciencia.com.br](http://www.parquedaciencia.com.br)>

Conta com laboratórios, um telescópio newtoniano e uma área externa com temática ambiental. O Parque também realiza cursos de atualização para educadores.

#### **Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora**

Rua Visconde de Mauá, 300, Santa Helena – Juiz de Fora – CEP 36015-260  
<[www.centrodeciencias.ufjf.br](http://www.centrodeciencias.ufjf.br)>

Busca desenvolver uma abordagem integrada das Ciências, além de estimular a difusão do conhecimento científico.

#### **Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas**

Universidade Federal de Ouro Preto  
Praça Tiradentes, 20, Centro – Ouro Preto – CEP 35400-000  
Possui salas de exposição relacionadas a diversas áreas científicas, além de um observatório astronômico e uma biblioteca. Oferece, ainda, cursos e oficinas.

#### **Parque da Ciência de Ipatinga**

Av. Roberto Burle Max, s/nº, Parque Ipanema – Ipatinga – CEP 35162-011  
<<http://www.parquedaciencia.com.br/ipatinga.htm>>

Além de exposições, realiza cursos, observações telescópicas e eventos científicos, e tem uma biblioteca voltada a educadores. Apresenta um laboratório de Ciências móvel para empréstimo a escolas.

#### **Rio de Janeiro**

##### **Casa da Ciência**

Rua Lauro Müller, 3, Botafogo – Rio de Janeiro – CEP 22290-160  
<[www.casadaciencia.ufrj.br](http://www.casadaciencia.ufrj.br)>

Promove exposições, oficinas, palestras, cursos e atividades com música e artes cênicas. Busca aproximações entre arte, Ciência e cultura.

##### **Centro Cultural da Saúde**

Praça Marechal Âncora, s/nº, Castelo – Rio de Janeiro – CEP 20021-200  
<[www.ccs.saude.gov.br](http://www.ccs.saude.gov.br)>

Promove comunicação, documentação e informação, favorecendo debate, produção e disseminação do saber da saúde pública.

#### **Espaço Ciência Interativa**

Rua Lúcio Tavares, 1045, Centro – Nilópolis – CEP 26530-060  
[espacocienciainterativa@gmail.com](mailto:espacocienciainterativa@gmail.com)

Abriga exposições interativas relacionadas a Física, Química e Biologia.

#### **Espaço Ciência Viva**

Av. Heitor Beltrão, 321, Tijuca – Rio de Janeiro – CEP 20550-000  
Oferece aos visitantes experimentos simples, interativos e lúdicos.

#### **Museu da Vida**

Av. Brasil, 4365, Mangueiras – Rio de Janeiro – CEP 21045-900  
<[www.museudavida.fiocruz.br](http://www.museudavida.fiocruz.br)>

Procura integrar Ciência, cultura e sociedade. Apresenta um centro de pesquisa e documentação destinado à memória e à história das ciências biomédicas e da saúde pública.

#### **Instituto Vital Brazil**

Rua Maestro José Botelho, 64, Vital Brazil – Niterói – CEP 24230-410  
<[www.ivb.rj.gov.br](http://www.ivb.rj.gov.br)>

Apresenta exposição de animais peçonhentos e oferece sessões de palestras, cursos, seminários e desenvolvimento de projetos.

#### **Museu Oceanográfico**

Praça Daniel Barreto, s/nº, Praia dos Anjos – Arraial do Cabo – CEP 28930-000  
<<https://www.marinha.mil.br/ieapm/museu>>

Dispõe de organismos marinhos, equipamentos oceanográficos, painéis, publicações e filmes científicos.

#### **SESCiência**

Rua Ewbanck da Câmara, 90 – Rio de Janeiro – CEP 21310-150  
<[http://www.sesc.com.br/portal/educacao/Educacao\\_Complementar/Sesciencia/Sesciencia](http://www.sesc.com.br/portal/educacao/Educacao_Complementar/Sesciencia/Sesciencia)>

Proporciona contato direto do público com fenômenos e experimentos científicos, buscando novas abordagens no ensino de Ciências.

#### **São Paulo**

##### **Bosque e Zoológico Municipal Dr. Fábio de Sá Barreto**

Rua Liberdade, s/nº, Campos Elíseos – Ribeirão Preto – CEP 14085-250  
<<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/turismo/zoologico/i71principal.php>>

Apresenta muitos animais em liberdade, como o lobo-guará e o macaco bugio.

### **Centro Integrado de Ciência e Cultura**

Av. João Batista Vetorazzo, 500, Distrito Industrial – São José do Rio Preto – CEP 15035-470

administração@centrodeciencias.org.br

Podem ser visitados dois observatórios astronômicos, um planetário e espaços interativos de Ciência.

### **Jardim Botânico Municipal de Santos “Chico Mendes”**

Rua João Fracarolli, s/nº, Bom Retiro – Santos – CEP 11089-230  
<<http://www.santos.sp.gov.br/?q=local/jardim-botanico-chico-mendes>>

jbotanico-semam@santos.sp.gov.br

Além da vegetação, há nele uma estrutura para práticas esportivas e lazer em geral. Dedicar-se à preservação de espécies nativas e desenvolve cursos e oficinas.

### **Museu de Microbiologia**

Av. Vital Brasil, 1500, Butantã – São Paulo – CEP 05503-900  
<<http://www.butantan.gov.br/cultura/museus/museumicrobiologia/Paginas/default.aspx>>

Dispõe de diversos modelos tridimensionais de microrganismos, equipamentos e painéis sobre a microbiologia.

### **Estação Ciência da Universidade de São Paulo**

Rua Guaicurus, 1394, Lapa – São Paulo – CEP 05033-002  
<[www.eciencia.usp.br](http://www.eciencia.usp.br)>

Apresenta exposições sobre diversos temas e desenvolve programas educativos, cursos e eventos científicos.

### **Catavento Cultural e Educacional**

Palácio das Indústrias – Parque Dom Pedro II – São Paulo – CEP 03003-060  
<[www.cataventocultural.org.br](http://www.cataventocultural.org.br)>

Tem como proposta expor ao público conhecimentos científicos e culturais, de modo atraente e interativo.

## **Região Sul**

### **Paraná**

#### **Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina**

Rodovia Celso Garcia Cid, 445, km 380, Campus Universitário  
Caixa Postal 6001 – Londrina – CEP 86051-990  
<[www.mctlondrina.uel.br](http://www.mctlondrina.uel.br)>

Explora as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade por meio de abordagens didáticas inovadoras em educação formal e não formal.

#### **Museu de Ciências Naturais de Guarapuava**

Parque Municipal das Araucárias  
BR 277, km 343, Primavera Guarapuava – CEP 85050-450

Possui animais taxidermizados característicos da região, assim como amostras de rochas, minerais, fósseis, conchas, animais marinhos e insetos.

### **Museu Dinâmico Interdisciplinar**

Av. Colombo, 790, bl. 101, s.1, Zona 7 – Maringá – CEP 87020-900  
<<http://www.mudi.uem.br/>>

Apresenta ambientes interativos que abordam vários temas em Ciências. Oferece também cursos de atualização para educadores.

### **Rio Grande do Sul**

#### **Núcleo Antártico**

Faixa de Camobi, km 9, Campus Universitário, prédio 19, Camobi – Santa Maria – CEP 97105-900

Incentiva a pesquisa e o conhecimento sobre a Antártida, desenvolvendo exposições, cursos e palestras.

#### **Museu Arqueológico do Rio Grande do Sul**

RS 020, km 58 – Caixa Postal 197 – Taquara – CEP 95600-000  
<<https://sedactel.rs.gov.br/marsul>>

Divulga a arqueologia e desenvolve exposições e atividades como palestras sobre a pré-história do Rio Grande do Sul. Permite a manipulação de artefatos arqueológicos e etnográficos.

#### **Museu de Ciências e Tecnologia PUC-RS**

Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, Partenon – Porto Alegre – CEP 90619-900  
<[www.pucrs.br/mct](http://www.pucrs.br/mct)>

Possui experimentos interativos sobre fenômenos naturais e sobre as relações do ser humano com o mundo. Desenvolve diversas pesquisas científicas.

### **Santa Catarina**

#### **Parque Viva a Ciência**

Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Trindade – Florianópolis – CEP 88040-900

Conta com brinquedos educativos ao ar livre, assim como observatório e planetário. Desenvolve atividades experimentais que levam os visitantes a interagir com a Ciência.

#### **Sala de Ciência**

Travessa Syriaco Atherino, 100, Centro – Florianópolis – CEP 88020-180  
<[www.sesc-sc.com.br](http://www.sesc-sc.com.br)>

Realiza oficinas temáticas, palestras, mostras, pesquisas, assessoria pedagógica. Os estudantes, com o auxílio dos monitores, podem construir um experimento.

## I Sugestões de leitura

- BONAIS, J. *O trabalho em pequenos grupos na sala de aula*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. *Breve história da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Zahar, 2004. v. 2.
- DEMO, P. *A educação do futuro e o futuro da educação*. Campinas: Autores Associados, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Aprendizagem no Brasil*. Porto Alegre: Mediação, 2004.
- DINIZ, M.; VASCONCELOS, R. N. *Pluralidade cultural e inclusão na formação de professoras e professores*. Belo Horizonte: Formato, 2000.
- GLEISER, M. *A dança do Universo*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.
- HELMAN, C. *Cultura, saúde e doença*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- NARDI, R. *Questões atuais no ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras, 2001.
- PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SULLIVAN, E. *Aprendizagem transformadora: uma visão educacional para o século XXI*. São Paulo: Cortez, 2004.
- TEDESCO, J. C. (Org.). *Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?* São Paulo: Cortez, 2004.
- VERDET, J.-P. *Uma história da astronomia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

## I Sugestões de sites

Acessos em: set. 2018.

- Astronomia on-line: <[www.cvalg.pt/astro/astronomia/actividades/planetario\\_virtual.htm](http://www.cvalg.pt/astro/astronomia/actividades/planetario_virtual.htm)>. Planetário virtual.
- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia: <[www.ibict.br/](http://www.ibict.br/)>. Possibilita acesso a informações sobre pesquisas científicas atuais.
- Instituto Ciência Hoje: <<http://cienciahoje.org.br/>>. Ligado à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), fornece notícias e textos sobre diversos temas relacionados

à Ciência e ao ensino de conceitos científicos. Há também sugestões de experimentos.

- Laboratório Virtual: <[www.ideiasnacaixa.com/laboratoriovirtual/index.htm](http://www.ideiasnacaixa.com/laboratoriovirtual/index.htm)>. Apresenta diversas animações que podem ser utilizadas com os próprios estudantes, pois são objetivas e têm linguagem relativamente simples.
- Movimento pela Base Nacional Comum: <<http://movimentopelabase.org.br>>. Grupo não governamental de profissionais da educação que atua para facilitar a construção e a implementação da BNCC.
- Museu Exploratório de Ciências: <[www.mc.unicamp.br](http://www.mc.unicamp.br)>. Encontram-se informações sobre cursos, eventos e visitas com os estudantes.
- Observatório Nacional: <[www.on.br](http://www.on.br)>. Oferece acesso a diversos livros e revistas científicos.
- Portal dos Professores: <[www.portaldosprofessores.ufscar.br/links.jsp](http://www.portaldosprofessores.ufscar.br/links.jsp)>. Além de ser possível consultar diversos textos sobre Ciências, você pode acessar museus no exterior.
- Porvir: <[www.porvir.org](http://www.porvir.org)>. Promove a produção, difusão e troca de conteúdos sobre inovações educacionais.
- Programa UCA, pela Universidade Federal de Pernambuco: <<http://ucape.wordpress.com/about/>>. O projeto “Um Computador por Aluno” (UCA) propõe a inclusão digital pedagógica nas escolas, com repercussão na família.
- Projeto Ciência à Mão: <[www.cienciahao.usp.br/](http://www.cienciahao.usp.br/)>. Oferece inúmeras propostas de aulas com experimentos e outros recursos didáticos, como tabelas periódicas e planetário virtual.
- Revista Ciência Hoje das Crianças: <<http://chc.org.br/>>. Apresenta textos publicados na revista, mais adequados aos estudantes do terceiro ciclo. Há também vídeos, quadrinhos e jogos.
- Revista Tecnologias na Educação: <<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>>. Trata-se de um periódico semestral que tem como objetivo a publicação de artigos e relatos de experiências desenvolvidos por educadores atuantes no Ensino Fundamental e Médio e por pesquisadores, com foco no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação.
- Tic Educa – Educação, Tecnologia e Mobilidade: <[www.ticeduca.com.br](http://www.ticeduca.com.br)>. Pesquisa e desenvolve soluções para aulas interativas inovadoras.

## I Referências bibliográficas

- ALMEIDA, M. E. B. Tecnologias na educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, 29 [21], 2008.
- \_\_\_\_\_. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Revista e-curriculum*, São Paulo, v. 7, n. 1, abr. 2011.
- \_\_\_\_\_. Transformações no trabalho e na formação docente na educação a distância *on-line*. *Em Aberto*, Brasília, v. 23, n. 84, nov. 2010. p. 67-77.
- ARROYO, M. G. *Currículo, território em disputa*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15437: informação e documentação: pôsteres técnicos e científicos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2006.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BLOOM, B. S. *Taxonomy of Educational Objectives*. v. 1: Cognitive domain. New York: McKay, 1956. p. 20-24.
- BRASIL. Comitê Gestor da Internet no Brasil. *TIC Educação*, 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – Ciências da Natureza*. Brasília, 2017.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB/ DICEI, 2013.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998. p. 48.
- BROWN, G. *Jogos cooperativos: teoria e prática*. 3. ed. São Leopoldo: Sinodal, 1994.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. Tradução de Sandra Valenzuela. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção Questões da Nossa Época, v. 26).
- CHAPANI, D. T.; CAVASSAN, O. O estudo do meio como estratégia para o ensino de ciências e educação ambiental. *Mimesis*, Bauru, v. 18, n. 1, 1997. p. 19-39.
- COSTA, F.; VISEU, S. Formação-Ação-Reflexão: um modelo de preparação para a integração curricular das TIC. In: *As TIC na Educação em Portugal*. Porto: Porto Editora, 2007. p. 238-259.
- CUNHA, N. *Brinquedo, desafio e descoberta*. Rio de Janeiro: FAE, 1988.
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, 2010. p. 421-431.
- FESTER, A. C. R. Para que todos tenham voz [educação pela ética e dignidade do ser humano]. In: PONTUSCHKA, N. N. (Org.). *Ousadia no diálogo*. 4. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.
- FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GAUDEUL, A.; PERONI, C. Reciprocal Attention and Norm of Reciprocity in Blogging Networks. In: *Jena Economic Research Papers 2010-020*, Friedrich-Schiller University Jena, Max Planck Institute of Economics, 2010.
- HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação – os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2011.

- KULKARNI, V. C. Role of language in science education. In: FENSHAM, P. *Development and dilemmas in science education*. London: Falmer Press, 1988.
- LIMA, M. E. C. Feiras de ciências: o prazer de produzir e comunicar. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. *Quanta ciência há no ensino de Ciências*. São Carlos: EduFSCar, 2008.
- LIMA, M. E. C.; JÚNIOR, O. G. A.; BRAGA, S. A. M. *Aprender Ciências: um mundo de materiais*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PESSOA, N. C. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MANCUSO, R. Feira de ciências: produção estudantil, avaliação, consequências. *Contexto Educativo Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*, v. 6, n. 1, 2000. p. 1-5.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009.
- MARTINS, J. S. *O trabalho com projetos de pesquisa: do Ensino Fundamental ao Ensino Médio*. Campinas, São Paulo: Papyrus, 2001.
- MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. In: *Ciência Hoje*, v. 28, 2001. p. 64-66.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- NOVAK, J. D. *Uma teoria da educação*. São Paulo: Pioneira, 1981.
- PILETTI, C. *Didática geral*. 23. ed. São Paulo: Ática, 2006. [Série Educação].
- PONTUSCHKA, N. N. O conceito de estudo do meio transforma-se... em tempos diferentes, em escolas diferentes, com professores diferentes. In: VESENTINI, J. W. (Org.). *O ensino de geografia no século XXI*. Campinas, São Paulo: Papyrus, 2004. p. 249-288.
- SANTOS, A. B. Feiras de Ciência: Um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. *Ciência em Extensão*, v. 8, n. 2, 2012. p. 155-166.
- SANTOS, S. M. P. *O lúdico na formação do educador*. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.
- SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em Ciências – um estudo com alunos do Ensino Fundamental. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, 2004. p. 133-147.
- SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, n. 28, 2006. p. 235-260.
- TALLARICO, L. *Manual de jogos, dinâmicas e atividades de grupo*. Petrópolis: Vozes, 2011.
- UNESCO. *Declaração Mundial sobre educação para todos*. Plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem. Tailândia: Jomtien, 1990.
- WANG, H. Exploring Educational Use of Blogs in U.S. Education. In: *China Education Review*, v. 5, n. 10, 2008. p. 35.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- \_\_\_\_\_. Os enfoques didáticos. In: COLL, C. et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 2003.
- ZÓBOLI, G. *Práticas de ensino: subsídios para atividades docentes*. 11. ed. São Paulo: Ática, 2000.

# INOVAR



## CIÊNCIAS DA NATUREZA

### **Sônia Lopes**

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP)

Doutora em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP

Professora aposentada do Instituto de Biociências da USP

Autora de livros didáticos

### **Jorge Audino**

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da USP

Mestre em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP

Autor de livros didáticos

1ª edição – São Paulo, 2018

 **Editora  
Saraiva**

**Direção geral:** Guilherme Luz

**Direção editorial:** Luiz Tonolli e Renata Mascarenhas

**Gestão de projeto editorial:** Mirian Senra

**Gestão de área:** Isabel Rebelo Roque

**Coordenação:** Fabíola Bovo Mendonça

**Edição:** Carolina Santos Taquedá, Mayra Sato,  
Natalia Almeida Santos Mattos (editoras),  
Kamille Ewen de Araújo e Larissa Zattar (assist.)

**Consultoria pedagógica:** Carmen Weingrill

**Gerência de produção editorial:** Ricardo de Gan Braga

**Planejamento e controle de produção:** Paula Godo,  
Roseli Said e Márcia Pessoa

**Revisão:** Hélia de Jesus Gonsaga (ger.), Kátia Scaff Marques (coord.),  
Rosângela Muricy (coord.), Ana Maria Herrera, Ana Paula C. Malfa,  
Brenda T. M. Moraes, Célia Carvalho, Claudia Virgílio, Daniela Lima,  
Flávia S. Vênezio, Gabriela M. Andrade, Heloisa Schiavo,  
Luís M. Boa Nova, Patrícia Travanca, Paula T. de Jesus,  
Rita de Cássia C. Queiroz, Sandra Fernandez, Suelli Bossi,  
Amanda T. Silva e Bárbara de M. Genereze (estagiárias)

**Arte:** Daniela Amaral (ger.), André Vitale (coord.),  
Claudemir Camargo Barbosa (edição de arte)

**Diagramação:** WYM Design

**Iconografia:** Silvio Klugin (ger.), Roberto Silva (coord.),  
Tempo Composto Ltda. (pesquisa iconográfica)

**Licenciamento de conteúdos de terceiros:** Thiago Fontana (coord.),  
Flávia Zamboni (licenciamento de textos), Erika Ramires, Luciana Pedrosa Bierbauer,  
Luciana Cardoso e Claudia Rodrigues (analistas adm.)

**Tratamento de imagem:** Cesar Wolf e Fernanda Crevin

**Ilustrações:** Alex Argozino, Cris Alencar, Dawidson França,  
Eduardo Belmiro, Julio Dian, Jurandir Ribeiro, Luis Moura,  
Osni & Cotrim, Paulo Cesar Pereira, Paulo Manzi, R2 Editorial,  
Vagner Coelho, Walter Caldeira, Yan Comunicação, Zapt Editorial

**Cartografia:** Eric Fuzii (coord.) e Robson Rosendo da Rocha (edit. arte)

**Design:** Gláucia Correa Koller (ger.), Aurélio Camilo (proj. gráfico e capa),  
Tatiane Porusselli e Gustavo Vanini (assist. Arte)

**Foto de capa:** Ragnar Th. Sigurdsson/Arctic-Images/Getty Images

**Todos os direitos reservados por Saraiva Educação S.A.**

Avenida das Nações Unidas, 7221, 1º andar, Setor A –

Espaço 2 – Pinheiros – SP – CEP 05425-902

SAC 0800 011 7875

www.editorasaraiva.com.br

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Lopes, Sônia  
Inovas ciências da natureza, 9º ano : ensino  
fundamental, anos finais / Sônia Lopes, Jorge Audino. -- 1.  
ed. -- São Paulo : Saraiva, 2018.

Suplementado pelo manual do professor.  
Bibliografia.  
ISBN: 978-85-472-3643-4 (aluno)  
ISBN: 978-85-472-3644-1 (professor)

I. Ciências (Ensino fundamental). I. Audino, Jorge.  
II. Título.

2018=0121

CDP: 372.35

Julia do Nascimento - Bibliotecária - CRB-8/010142

**2018**

Código da obra CL 820643

CAE 631656 (AL) / 631748 (PR)

1ª edição

1ª impressão



Impressão e acabamento

# Apresentação

## A você, estudante, dedicamos este livro.

Com ele, e com a indispensável ajuda de seu professor, esperamos que você seja um investigador da natureza, pesquisando, conhecendo e entendendo o complexo mundo onde vive. Que você faça de sua capacidade de observação e de sua curiosidade a grande lupa com a qual descortinará diante de seus olhos toda a beleza da natureza, da vida na Terra, do Sistema Solar e do Universo.

Nossa intenção ao lhe dedicar esta obra é que, nesse seu trabalho de investigação, você descubra e entenda a importância dos fenômenos físicos e químicos que influenciam a vida no planeta e o complexo relacionamento dos seres vivos entre si e de todos eles com o ambiente onde estão inseridos, seja ele a água, o solo ou o ar.

Esperamos também que você dedique seu olhar investigativo para a vida humana, não somente a fim de preservá-la e de entender o funcionamento do organismo, mas também de buscar permanentemente a compreensão e o respeito diante das diversidades cultural, étnica, religiosa e de gênero.

Com carinho e com votos de que você alcance voos capazes de levá-lo até a tão desejada felicidade,

### Os autores.

# Conheça seu livro



## Abertura de unidade

Todas as unidades se iniciam com uma imagem relacionada ao tema central acompanhada de um texto de contextualização, visando despertar em você o interesse para os assuntos que serão abordados ao longo da unidade.



## O que você já sabe?

Esta é a seção que inicia cada capítulo. A imagem de abertura e as questões referem-se a alguns dos temas que serão tratados no capítulo. O objetivo desta seção é motivá-lo para o estudo dos temas a serem abordados e procurar saber quais são seus conhecimentos prévios a respeito deles.



## Projeto anual

Cada volume desta coleção conta com um projeto a ser desenvolvido ao longo do ano letivo. Esta seção traz a contextualização do projeto por meio de textos de apoio, questões para reflexão e orientações gerais para que você possa compreender a ideia e os objetivos do projeto a ser desenvolvido.



## Um pouco de história

Por meio da leitura de biografias, textos e alguns trabalhos marcantes na construção do conhecimento científico, você poderá compreender que a história da Ciência faz parte do processo dinâmico de crescimento e desenvolvimento intelectual.



## Aplique e registre

Fazer registros do que está sendo estudado é fundamental para o aprimoramento constante da reflexão, da exposição de ideias e da aplicação de conceitos. Esta seção ajudará você a sistematizar dados e informações.

Como estudar de forma mais produtiva, organizar o tempo e planejar o estudo, são aspectos importantes para quem deseja ter um bom desempenho acadêmico. Neste capítulo, você encontrará dicas e estratégias para otimizar seu estudo e alcançar seus objetivos.

**Quem já ouviu falar em...**

**... arquitetura sustentável?**

Arquitetura sustentável é aquela que busca equilibrar o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Ela prioriza o uso de materiais sustentáveis, a eficiência energética e a preservação do meio ambiente.

**Atividades**

1. Pesquise sobre arquitetura sustentável e faça um relatório.

2. Desenhe um projeto de arquitetura sustentável para uma casa.

3. Pesquise sobre os benefícios da arquitetura sustentável e faça um pôster.

### Quem já ouviu falar em...

Nesta seção você terá acesso a assuntos instigantes e curiosos relacionados aos temas abordados no capítulo, além de informações que enriquecerão os temas desenvolvidos.

### Saiu na mídia

Nesta seção você lerá textos, selecionados de diversas mídias, relacionados ao assunto desenvolvido no capítulo. Cada texto vem acompanhado de questões de interpretação que buscam ampliar seu entendimento do mundo ao seu redor.

**Projeto em São Paulo (SP)**

Um projeto de arquitetura sustentável em São Paulo, que busca integrar o design e a sustentabilidade.

**Saiu na mídia**

Um artigo sobre o projeto de arquitetura sustentável em São Paulo, destacando os aspectos inovadores.

**Atividades de interpretação**

1. Leia o texto e responda às questões.

2. Pesquise sobre o projeto de arquitetura sustentável em São Paulo.

3. Faça um relatório sobre o projeto.

### Conheça também

Ao longo do volume, você encontrará sugestões de leituras e de sites interessantes que possibilitarão a você expandir ainda mais seus conhecimentos.

### Investigação

Este é o momento em que você poderá colocar a "mão na massa", ou seja, realizar atividades práticas por meio de experimentos, construção de modelos, observações e interpretação da natureza, podendo desenvolver o pensamento lógico, a organização de procedimentos, a capacidade investigativa e a análise dos resultados obtidos.

**O telefone**

Investigação sobre o funcionamento de um telefone e a transmissão de sinais elétricos.

**Atividades**

1. Construa um modelo de um telefone e teste-o.

2. Pesquise sobre a história do telefone e faça um relatório.

3. Pesquise sobre os componentes de um telefone e faça um diagrama.

**Atividades**

1. Leia o texto e responda às questões.

2. Pesquise sobre o assunto e faça um relatório.

3. Faça um modelo relacionado ao assunto.

### Atividades

Ao final de cada capítulo, atividades diversas abrangem os temas abordados. Com essas atividades, você resgatará os conhecimentos aprendidos no capítulo enquanto troca ideias com os colegas sobre temas relacionados.

### Projeto anual – Em construção

Projeto anual em construção, com etapas de desenvolvimento e avaliação.

**Conheça o projeto**

O projeto anual em construção é um projeto de longo prazo que envolve a construção de um modelo ou a realização de um experimento.

**Atividades**

1. Planeje o projeto e faça um cronograma.

2. Realize o projeto e registre os resultados.

3. Avalie o projeto e faça um relatório.

### Projeto anual – Em construção

Para dar continuidade ao projeto anual, em determinados momentos de cada unidade você encontrará uma seção com uma etapa de desenvolvimento do projeto.

**NESTA UNIDADE VOCÊ ESTUDA**

**Vida e evolução**

Resumo das atividades e objetivos desta unidade.

**Resumo e reflexão**

1. Leia o texto e responda às questões.

2. Pesquise sobre o assunto e faça um relatório.

3. Faça um modelo relacionado ao assunto.

**PROJETO FINAL**

Atividades para o projeto final, incluindo a construção de um modelo e a realização de um experimento.

**A ciência brasileira**

1. Pesquise sobre a história da ciência brasileira e faça um relatório.

2. Pesquise sobre os principais cientistas brasileiros e faça um pôster.

3. Pesquise sobre os avanços da ciência brasileira e faça um vídeo.

### Símbolos usados nesta coleção

**Vídeo** Este símbolo indica que há um vídeo para você assistir, relacionado ao assunto que está sendo trabalhado.

**Não escreva no livro** Este símbolo indica que você não deve fazer anotações neste livro, pois ele será usado por outra pessoa depois de você.

### Nesta unidade você estuda

Presente no fim de cada unidade, esta seção possibilitará que você retome os principais conceitos nela estudados e faça uma autoavaliação do que aprendeu.

### Projeto final

Como encerramento do volume, esta seção apresenta as orientações para finalizar o projeto anual e concluir o trabalho desenvolvido ao longo do ano letivo.

# Sumário

<b>PROJETO ANUAL</b> .....	10
----------------------------	----

Nicolas Andrew Suryono/Acervo do fotógrafo



## UNIDADE 1 - VIDA E EVOLUÇÃO

12

### CAPÍTULO 1 - GENÉTICA

O que você já sabe?.....	14
1. Células somáticas e reprodutoras.....	15
2. Os processos de divisão celular.....	15
Mitose.....	17
Meiose.....	18
3. Genes.....	21
4. Transmissão das características hereditárias.....	23
Alelos com ausência de dominância.....	28
5. Herança de genes localizados nos cromossomos sexuais.....	29
Atividades.....	32

### CAPÍTULO 2 - EVOLUÇÃO

O que você já sabe?.....	36
1. Adaptação dos organismos ao ambiente onde vivem.....	37
2. A teoria da seleção natural.....	42
A teoria de Lamarck.....	46
3. A moderna teoria evolutiva.....	48
4. Especiação.....	50
5. Interpretando relações evolutivas.....	51
Os níveis hierárquicos de classificação.....	51
A nomenclatura biológica.....	53
Atividades.....	54

<b>PROJETO ANUAL - EM CONSTRUÇÃO</b> .....	59
--------------------------------------------	----

### CAPÍTULO 3 - CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

O que você já sabe?.....	60
1. Desafios da conservação da biodiversidade.....	61
2. Unidades de conservação.....	62
Unidades de Proteção Integral.....	65
Unidades de Uso Sustentável.....	67

3. Outras estratégias de conservação.....	70
4. Terras Indígenas.....	71
Atividades.....	72

## CAPÍTULO 4 - INICIATIVAS E AÇÕES SUSTENTÁVEIS

O que você já sabe?.....	76
1. Enfrentando problemas ambientais.....	77
2. Desenvolvimento sustentável.....	80
3. Ações sustentáveis: da escola para a comunidade.....	82
A política dos Rs (erres).....	82
Consumo consciente.....	83
Reciclagem.....	85
Coleta seletiva de lixo.....	88
Compostagem.....	89
Atividades.....	91

## PROJETO ANUAL - EM CONSTRUÇÃO.....94

## Nesta unidade você estudou.....95

Vadim Sadovski/Shutterstock



## UNIDADE 2 - TERRA E UNIVERSO

96

### CAPÍTULO 5 - SISTEMA SOLAR, VIA LÁCTEA E UNIVERSO

O que você já sabe?.....	98
1. O Sistema Solar.....	99
O Sol.....	101
Os planetas.....	104
Os planetas-anões.....	110
Os cometas.....	110
Os asteroides e os meteoroides.....	112
2. O Sistema Solar no Universo.....	114
3. As estrelas e as constelações.....	117
Órion.....	118
Cruzeiro do Sul, Intrometida e guardas.....	119
Escorpião.....	120
4. Arqueoastronomia.....	120
Atividades.....	123

### CAPÍTULO 6 - VIDA NO UNIVERSO

O que você já sabe?.....	126
1. Origem da vida na Terra.....	127
2. Caracterizando um ser vivo.....	129

3. Possibilidade de vida fora da Terra.....	132
4. Condições necessárias para a existência de vida.....	134
5. Vida humana fora da Terra.....	138
Atividades.....	142
<b>Nesta unidade você estudou.....</b>	<b>145</b>

Jim W/Shutterstock



## UNIDADE 3 - MATÉRIA E ENERGIA

146

### CAPÍTULO 7 - MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO DA MATÉRIA

O que você já sabe?.....	148
1. Começo de conversa.....	149
2. Mudanças de estados físicos da matéria.....	150
Fusão.....	152
Vaporização.....	153
Condensação ou liquefação.....	155
Solidificação.....	156
Sublimação.....	158
3. Temperatura de ebulição e temperatura de fusão.....	159
4. O ciclo da água na natureza.....	161
5. Influência da pressão na mudança dos estados físicos.....	163
6. A influência de solutos na temperatura de fusão de soluções aquosas.....	165
7. O plasma.....	168
8. O quinto estado da matéria.....	169
Atividades.....	171

### PROJETO ANUAL - EM CONSTRUÇÃO

173

### CAPÍTULO 8 - OS ÁTOMOS E AS REAÇÕES QUÍMICAS

O que você já sabe?.....	174
1. As unidades estruturais da matéria.....	175
2. A evolução dos modelos atômicos.....	177
O princípio da incerteza de Heisenberg.....	184
3. Identificação e classificação dos átomos.....	185
Número atômico e número de massa.....	185
Massa atômica.....	187
4. Substâncias químicas.....	187
5. Reações químicas.....	190
Lei da conservação das massas ou lei de Lavoisier.....	190
Lei das proporções constantes ou lei de Proust.....	195
Lei das proporções múltiplas ou lei de Dalton.....	196
Lei de Gay-Lussac.....	198
6. Equações químicas.....	198
Atividades.....	199

## CAPÍTULO 9 - ONDAS MECÂNICAS E ELETROMAGNÉTICAS

O que você já sabe?	202
1. Ondas	203
2. Natureza das ondas	205
Ondas mecânicas	205
Ondas eletromagnéticas	205
3. Classificação de ondas quanto à direção de propagação	207
4. Ondas contínuas e periódicas	208
Elementos de uma onda periódica	209
Frequência e período de uma onda periódica	210
Velocidade de propagação de uma onda	213
5. Luz: um fenômeno eletromagnético	214
Propriedades elementares da luz	215
As cores primárias da luz	225
As cores dos objetos	225
A impressão em cores	226
6. Classificação das radiações eletromagnéticas	226
Raios X	229
Radiação infravermelha e radiação ultravioleta	230
Atividades	231

## CAPÍTULO 10 - A COMUNICAÇÃO HUMANA

O que você já sabe?	234
1. Os códigos	235
2. O telégrafo	236
3. O que é uma onda sonora?	237
Características de uma onda sonora	240
4. O que é o som?	244
Ondas infrassônicas	245
Ondas ultrassônicas	245
5. O telefone	247
6. A televisão	249
7. O rádio	249
8. Sistema analógico e sistema digital	250
Atividades	252
<b>PROJETO ANUAL - EM CONSTRUÇÃO</b>	253
<b>Nesta unidade você estudou</b>	254
<b>PROJETO FINAL</b>	255
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	256

## Orientações didáticas

Consideramos fundamental aproximar os jovens em formação da pesquisa científica e tecnológica brasileira. Além de conhecer mais sobre o tema no país e suas regiões, esse tipo de abordagem possui inúmeras vantagens, por exemplo:

- apresentar e valorizar a atuação profissional de pesquisadores nas diversas universidades e centros de pesquisa;
- ressaltar a construção do conhecimento científico brasileiro e sua importância para o desenvolvimento nacional;
- aproximar os estudantes de assuntos discutidos em aula, em materiais didáticos e em meios de divulgação, favorecendo a compreensão da ciência como um empreendimento humano.

Confira mais informações sobre a profissão de cientistas no Brasil na *Leitura complementar* abaixo. Se considerar pertinente, apresente as informações para os estudantes de forma a enriquecer a conversa.

### Leitura complementar

[...] Hoje, o conhecimento científico é fundamental para o desenvolvimento econômico e social dos países. Esse conhecimento não é produzido por gênios que já nasceram predestinados, com um dom especial – mas por pessoas que estudam, batalham, enfrentam obstáculos e realizam sonhos. Como em qualquer outra profissão, o cientista necessita de um processo de formação permanente, e o trabalho que desempenha tem suas regras, seu ambiente, seus ritos e seu *éthos* próprios.

O processo de formação do cientista, invariavelmente, se dá com o apoio dos colegas e, sobretudo, do orientador, que desempenha o papel de transmitir conhecimentos e de socializar seus orientandos no universo de pesquisa. A comunicação no campo das ciências acontece por meio da participação do pesquisador em congressos científicos e de publicação do resultado de suas pesquisas. Cada vez mais, o conhecimento interdisciplinar, formado através de uma equipe de pesquisadores de diferentes áreas, tem sido a base das pesquisas científicas.

O surgimento da profissão de cientista está estreitamente vinculado ao processo de institucionalização da ciência no Brasil. O primeiro grande marco foi a criação, em 1951, do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que possibilitou o financiamento de pesquisas. Mas foi com a reforma universitária, nos anos 60, que fomentou a criação dos cursos de pós-graduação, como mestrados e doutorados nas mais diversas áreas, que se estabeleceram as carreiras científicas.

# PROJETO ANUAL

## A construção da ciência

Durante todo o Ensino Fundamental você aprendeu os fundamentos do pensamento científico, com o objetivo de avaliar situações do cotidiano e refletir como o conhecimento científico pode contribuir para que você tome decisões conscientes.

Você também aprendeu que leis, teorias e conhecimentos científicos se modificaram ao longo dos anos. O que era considerado verdadeiro em determinada época por um número significativo de estudiosos passou a ser questionado ao longo do tempo. Muitas concepções, como a posição da Terra no Sistema Solar ou os mecanismos de reprodução dos seres vivos, por exemplo, foram se modificando conforme evidências experimentais obtidas por pesquisadores e pautadas em observações rigorosas da natureza se mostravam incompatíveis com os conceitos em vigor à época.

Mas, atualmente, quem são as pessoas que têm como profissão estudar e recolher evidências relacionadas a diferentes temas? Onde trabalham? Por que passam a vida estudando e publicando os resultados que encontram em suas pesquisas? Qual a importância dessa comunidade para o desenvolvimento de um país? Como o conhecimento se modifica? Essas perguntas poderão ser respondidas por este Projeto.

### Profissão: Cientista

**Cientistas** ou **pesquisadores** são profissionais que trabalham em universidades ou empresas na área de pesquisa e desenvolvimento, buscando compreender fenômenos de uma determinada área do conhecimento ou desenvolvendo novas tecnologias.



Muitas pesquisas realizadas por cientistas são desenvolvidas em laboratórios, onde é possível testar hipóteses por meio de experimentos controlados, visando à obtenção de dados que possam contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico.



Após obter dados experimentais, cientistas devem organizá-los em tabelas, gráficos e relatórios, de forma que seja possível analisá-los e, assim, chegar a conclusões a respeito do tema estudado. Esses procedimentos também são fundamentais para a divulgação dos dados, facilitando sua compreensão por outras pessoas.

O Brasil, hoje, conta com um consolidado sistema voltado para o desenvolvimento científico e tecnológico. Além de cursos de pós-graduação em universidades e instituições de pesquisa públicas, existem diversas instituições de fomento à pesquisa, como o CNPq, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, as Fundações de Amparo à Pesquisa estaduais (FAPs), além da iniciativa privada que, ainda timidamente, aos poucos integra esse sistema. Essa trajetória situa o Brasil numa posição diferenciada diante dos outros países. Ocupa o 9º lugar no *ranking* de publicações científicas no mundo e o 1º na América Latina.

[...] os cientistas passam por um longo processo de formação, com a graduação, o mestrado e o doutorado, chegando a cerca de 10 anos [às vezes mais]. Ainda que

A chamada **comunidade científica** é formada por pessoas de diferentes países. Por exemplo, um estudo realizado no Brasil pode ser publicado em revistas internacionais para que cientistas em todo o mundo tenham acesso aos resultados.

Reuniões científicas também são comuns e oferecem aos pesquisadores a oportunidade de debater as ideias mais recentes em suas especialidades. Além de revistas e eventos internacionais, cientistas podem publicar e apresentar suas pesquisas em revistas e eventos nacionais, estaduais e regionais.



Elizabeth Helen Blackburn, ganhadora do prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 2009, em uma conferência mundial de saúde em Berlim (Alemanha), em 2018.

A renovação das equipes de cientistas nas instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) depende da formação de novos profissionais. Os ingressantes na carreira científica devem passar pelo Ensino Superior, em cursos de graduação e de pós-graduação, que incluem especialização, mestrado, doutorado e pós-doutorado. Muitas vezes, estimula-se a carreira de cientista quando o estudante ainda está na graduação, por meio da **iniciação científica**.

Durante a graduação, o estudante de iniciação científica deve reservar um tempo para suas pesquisas, além de se dedicar ao curso que está fazendo; na pós-graduação, o estudante muitas vezes dedica todo o seu tempo a frequentar cursos e realizar pesquisas. Nos dois casos, em função de sua dedicação, pode precisar de auxílio financeiro, o qual é chamado **bolsa de estudos**. As bolsas de estudo são oferecidas por agências de incentivo à pesquisa ou pelas próprias universidades, seguindo critérios como a condição socioeconômica do estudante, seu desempenho acadêmico ou sua participação em projetos de pesquisa ou extensão.

Para conhecer a história de vida de alguns pesquisadores brasileiros, você pode acessar os **sites**: <<http://www.canalciencia.ibict.br/menu/listaNotaveis.html>> (acesso em: out. 2018) e <<http://cnpq.br/pioneiras-da-ciencia-do-brasil>> (acesso em: out. 2018).

## PROJETO ANUAL Início

O objetivo deste Projeto anual é ajudar você a conhecer mais a respeito da produção científica no Brasil e, conseqüentemente, compreender a importância dos profissionais que trabalham com a ciência.

Neste ano, você estudará diferentes temas das Ciências da Natureza. Vamos, então, ver como se chegou ao conhecimento relacionado a esses temas. Em alguns capítulos, nos boxes **Projeto em construção**, há sugestões de atividades para auxiliá-lo a estabelecer essas relações.

11

ingressarem tardiamente no mercado de trabalho formal, eles contam com um sistema de apoio, através de bolsas e financiamentos para pesquisa. Para aqueles que têm a oportunidade de participar de um programa de iniciação científica no Ensino Médio, atualmente já existem bolsas tanto do CNPq como das Fundações de Amparo à Pesquisa estaduais. Na graduação, além de diversas possibilidades de participar em pesquisas dos professores, os estudantes podem contar também com bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – Pibic. No mestrado e no doutorado, tanto o CNPq como a Capes e as FAPs oferecem bolsas, e há diversas possibilidades de apoio à pesquisa.

Mas, acima de tudo, é importante afirmar que a carreira científica está fundamentada em um processo que exige espírito crítico e vontade de conhecer. É a união desses dois fatores a tudo que já foi pesquisado sobre determinado tema investigado que produz o conhecimento científico. Aqueles que desejam trilhar esses rumos devem se imbuir de uma perspectiva crítica e colaborativa, inovadora e criativa, reconhecendo os outros caminhos já percorridos. [...]

PROFISSÃO cientista. Observatório Juventude C&T, Fiocruz.  
Disponível em: <<http://www.juventudect.fiocruz.br/carreiras-cientificas/profissao-cientista>>.  
Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Ao longo da construção do projeto anual, esperamos incentivar os estudantes no reconhecimento das etapas próprias da investigação científica, bem como das dimensões humanas, políticas e financeiras relacionadas. Espera-se, assim, que os estudantes compreendam a produção científica no país, suas características e necessidades, ampliando suas opções de formação e atuação profissional. Além disso, também são criadas oportunidades para os estudantes desenvolverem uma postura crítica e reflexiva sobre o papel da pesquisa científica no país.

## Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.



12

## Objetivos da unidade

- Conhecer os processos de divisão celular: mitose e meiose.
- Compreender as bases da hereditariedade e os princípios de genética.
- Conhecer os experimentos de Mendel.
- Compreender os conceitos de evolução, seleção natural e especiação.
- Conhecer e comparar as ideias evolucionistas de Lamarck, Darwin e Wallace.
- Avaliar a diversidade biológica e sua importância no contexto brasileiro.
- Conhecer políticas públicas para conservação da biodiversidade.
- Compreender a importância das Unidades de Conservação e dos corredores ecológicos.
- Compreender e aplicar ideias de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.
- Reconhecer e propor ações individuais e coletivas no combate a problemas ambientais.

Você já pensou em quantas formas de vida diferentes existem no mundo? Desde organismos microscópicos até os maiores mamíferos, cada ser vivo tem características próprias surgidas ao longo da evolução. Ao ver a imagem ao lado, nos perguntamos: Como esse orangotango aprendeu a usar essa folha como ferramenta para se abrigar da chuva? O que o difere de outros animais que não são capazes de usar ferramentas? Será que essa habilidade, ou característica, pode ser passada de uma geração para outra? Como as características selecionadas são transmitidas ao longo das gerações?

Nesta unidade discutiremos noções básicas a respeito da hereditariedade e da evolução dos seres vivos no planeta Terra. Aprenderemos também a importância de se conhecer e preservar a enorme diversidade de vida.

Jovem orangotango utilizando uma folha como ferramenta para se abrigar da chuva, em Bali, na Indonésia. Um orangotango mede cerca de 1,4 m de altura.

13

## Orientações didáticas

Explore a imagem de abertura com os estudantes, por exemplo, questionando o uso de ferramentas por animais e a diversidade de características que podem ser passadas por meio de gerações. Espera-se que esse exemplo inicial incentive a curiosidade dos estudantes, permitindo introduzir temas como genética e evolução. Essa abordagem, juntamente com as questões indicadas no texto do livro do estudante, deve despertar o interesse a respeito dos assuntos que serão trabalhados nos próximos capítulos.

Ao longo desta unidade, a diversidade biológica será o eixo norteador de diversos conteúdos sob uma perspectiva genética, evolutiva e conservacionista. Vamos explorar a diversidade da vida desde os mecanismos básicos da hereditariedade até os processos evolutivos e as diferentes estratégias para conservação desse patrimônio natural inestimável.

## Orientações didáticas

Nesta unidade, iniciaremos o estudo dos princípios de genética. No capítulo 1, apresentaremos as divisões celulares, destacando a importância da mitose para o crescimento e a regeneração do corpo e o papel da meiose na formação de gametas. Em seguida, vamos explorar o papel do material genético na transmissão de características hereditárias. Os experimentos de Mendel serão explorados para compreender padrões básicos da hereditariedade.

No capítulo 2, a biodiversidade será trabalhada em contexto evolutivo, destacando a seleção natural como processo relacionado às características adaptativas. Tratamos também do contexto histórico em que as ideias de Lamarck, Darwin e Wallace foram concebidas e a relevância delas para o pensamento evolutivo. Além disso, discutimos a especiação e a importância das categorias taxonômicas e da nomenclatura biológica. O uso de cladogramas simplificados deve incentivar a representação de hipóteses de relações evolutivas.

O capítulo 3 possibilita a reflexão sobre a diversidade biológica brasileira, analisando a fauna e a flora, e a importância do patrimônio genético. Serão considerados também problemas ambientais atuais e políticas públicas e internacionais para conservação da biodiversidade. Destacam-se, nesse contexto, estratégias como a criação de unidades de conservação e corredores ecológicos. Ao longo do estudo, os estudantes serão convidados a reconhecer e avaliar os tipos de medidas de conservação, fomentando o debate e o desenvolvimento de uma postura crítica frente ao cenário ambiental.

Por fim, o capítulo 4 explora as questões ambientais com base em uma perspectiva individual e coletiva. A sustentabilidade é trabalhada com o objetivo de formar jovens comprometidos com o desenvolvimento sustentável, ou seja, solidário, justo e responsável entre pessoas e meio ambiente, além de voltado para as gerações futuras. A partir de exemplos de iniciativas, os estudantes serão guiados por abordagens com o intuito de estimular o protagonismo em seu contexto socioambiental, privilegiando valores científicos e éticos.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI08)** Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

**(EF09CI09)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Células somáticas e gametas.
- Os processos de divisão celular: mitose e meiose.
- Genes e alelos.
- Genótipo e fenótipo.
- Transmissão das características hereditárias.
- Os experimentos de Mendel.
- Alelos com ausência de dominância.
- Herança ligada aos cromossomos sexuais.

### Conteúdos procedimentais

- Esquematização de divisões celulares.
- Análise de gráficos e situações-problema.
- Elaboração de quadro para determinar probabilidade e tipos de genótipos.
- Análise de heredogramas.
- Elaboração de texto.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa das tarefas no trabalho em grupo.
- Reconhecimento da importância da linguagem científica.
- Capacidade de lidar com críticas quanto a ideias, elaborando-as e recebendo-as.
- Análise crítica de situações polêmicas.

# Genética

CAPÍTULO

# 1



Fernando Favoretto/Crair Imagem

Família representada por mãe, pai, filho e filha.

A fotografia acima mostra um exemplo de composição familiar. Ao analisarmos a imagem, podemos notar semelhanças entre os pais e os filhos e entre os dois filhos. Por exemplo, o formato do rosto, bem como a cor dos olhos, da pele e dos cabelos são parecidos. Apesar das semelhanças, podemos também notar diferenças. Por que ocorrem essas semelhanças e diferenças? Como uma característica é transmitida de uma geração para outra? Vamos estudar essas e outras questões neste capítulo.

## O que você já sabe?

 Não escreva no livro

1. Os filhos e as filhas apresentam semelhanças com os pais, mas não são idênticos a eles. Por que isso acontece?
2. Você imagina qual estrutura celular armazena as informações hereditárias?
3. As células do corpo humano que não participam da reprodução são chamadas somáticas. Você sabe qual é o nome das células que participam da reprodução? Como são essas células?
4. Proponha um mecanismo para explicar como filhos e filhas herdam dos pais as características que possuem.

Veja subsídios nas **Orientações didáticas**.

14

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Espera-se que os estudantes se lembrem da diferença entre reprodução sexuada e assexuada, estudadas no volume do 8º ano, e que na reprodução sexuada há mis-

tura das características hereditárias, o que justifica as similaridades entre pais e filhos. Espera-se também que eles retomem que os cromossomos carregam as informações das características dos seres vivos e são os responsáveis pela transmissão das características hereditárias. Nas células eucarióticas eles se localizam no núcleo celular, sendo formados por moléculas de DNA. Também é interessante retomar os gametas, espermatozoides e ovócitos, e o papel que desempenham na reprodução. Explore as hipóteses levantadas pelos estudantes para explicar os mecanismos hereditários.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção **Atividades**.

## 1 Células somáticas e reprodutoras

O corpo humano é formado por um grande número de células, que, por serem constituintes do corpo, são chamadas **somáticas** (*soma* = corpo). É o caso das células da pele, dos olhos, dos rins, do estômago e dos demais órgãos.

Para a reprodução, no entanto, formam-se células especiais nas gônadas, os **gametas**: o **ovócito**, nas mulheres, e os **espermatozoides**, nos homens.

Na fecundação, um ovócito e um espermatozoide se unem e dão origem a uma célula chamada **zigoto**. Esta sofre divisões celulares, originando um indivíduo completo.

Vamos analisar, então, como se formam as células somáticas do corpo humano e como se formam os gametas.

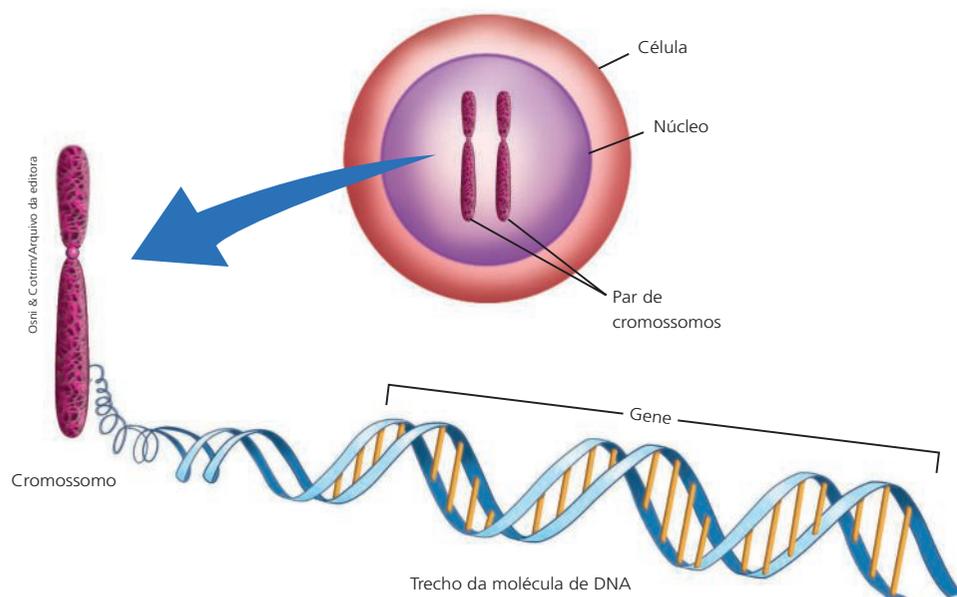
## 2 Os processos de divisão celular

Todas as células do corpo humano têm membrana plasmática, citoplasma e núcleo – com exceção das células vermelhas do sangue, que não têm núcleo.

No núcleo das células, encontram-se os **cromossomos**, estruturas filamentosas que participam dos processos de divisão celular e da transmissão das características hereditárias. Cada cromossomo é formado por uma longa molécula de DNA associada a proteínas. Nas células somáticas, os cromossomos ocorrem aos pares. Cada par é composto por cromossomos semelhantes, que apresentam genes para as mesmas características. Os cromossomos de cada par são chamados **homólogos**.

Na molécula de DNA, existem trechos que contêm as informações hereditárias, que são passadas de pais para filhos. Esses trechos são os **genes**. Em cada cromossomo existem muitos genes.

Representação esquemática de uma célula hipotética com núcleo, onde está um par de cromossomos homólogos. No detalhe, um cromossomo, parte da molécula de DNA que o forma e a indicação do local de um gene. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



### Orientações didáticas

Espera-se que os estudantes estejam mais familiarizados com o conceito de gametas e seu papel na reprodução. Se achar pertinente, relembre que os gametas foram inicialmente tratados no capítulo 1 do volume do 6º ano, como forma de explorar a variação do tamanho das células humanas. Em média, os espermatozoides medem 65  $\mu\text{m}$  de comprimento, enquanto os ovócitos podem chegar a 200  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Os gametas masculinos e femininos também foram abordados no capítulo 3 do volume do 8º ano, como parte dos conteúdos relacionados à reprodução sexuada. Se considerar pertinente, relembre os estudantes de que os óvulos são os gametas femininos, mas a célula liberada pelos ovários é o ovócito II. Recorde esses conceitos com os estudantes para a caracterização das células somáticas e gaméticas, auxiliando assim na introdução ao tema da divisão celular.

Retome com os estudantes o que são os cromossomos, sua localização na célula, importância e constituição. É fundamental ressaltar que os cromossomos participam dos processos de divisão celular e são responsáveis pela transmissão das características hereditárias, ou seja, informações genéticas contidas na molécula de DNA que forma sua estrutura. As imagens desta página podem auxiliar os estudantes na compreensão dos cromossomos homólogos e da organização da molécula de DNA. Para essa faixa etária, optamos por apresentar os genes como trechos da molécula de DNA que contêm informações hereditárias. Se possível, solicite que os estudantes observem novamente as imagens desta página para complemento do estudo da estrutura do DNA, presente na seção *Um pouco de história* da página seguinte.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

Consideramos fundamental destacar o importante papel das cientistas mulheres na construção do conhecimento científico. Por diversos motivos históricos, culturais e sociais, muitas cientistas do passado receberam pouco ou nenhum reconhecimento por suas grandes contribuições, sendo Rosalind Franklin um exemplo. Seus métodos e resultados foram fundamentais para a compreensão da estrutura da molécula de DNA. Como forma de aprofundar o assunto, assim como estimular o debate sobre as mulheres na ciência, solicite que os estudantes pesquisem mais sobre a história de Rosalind Franklin e registrem em forma de redação. As sugestões de *Leitura complementar* a seguir e *Conheça também* podem auxiliar na atividade.

#### Leitura complementar

[...] Os cadernos de laboratório de Rosalind revelam que ela inicialmente achou difícil interpretar o resultado da matemática complexa, uma vez que, como Crick, ela trabalhava com nada mais do que uma régua e um lápis. Mas, até 24 de fevereiro de 1952, ela percebeu que o DNA tinha uma estrutura de dupla hélice e que a forma como os nucleotídeos ou bases componentes em cada cadeia foram conectadas significava que as duas cadeias eram complementares, permitindo que a molécula se replicasse. [...]

Alguns historiadores da ciência defendem que ela foi cautelosa e evitou conclusões precipitadas a respeito dos seus resultados. Outros afirmam que ela não ousou o suficiente para chegar à estrutura atualmente aceita. Independentemente da opção, seu papel crucial para a descrição da estrutura do DNA, um dos mais importantes marcos científicos do século XX, nunca lhe foi devidamente creditado. [...]

Na história recente, quando dados e autores começam a ser revistos, fica clara a importância de Rosalind Franklin para a pesquisa e nada mais justo que o título, mesmo que póstumo, de “Mãe do DNA”. [...]

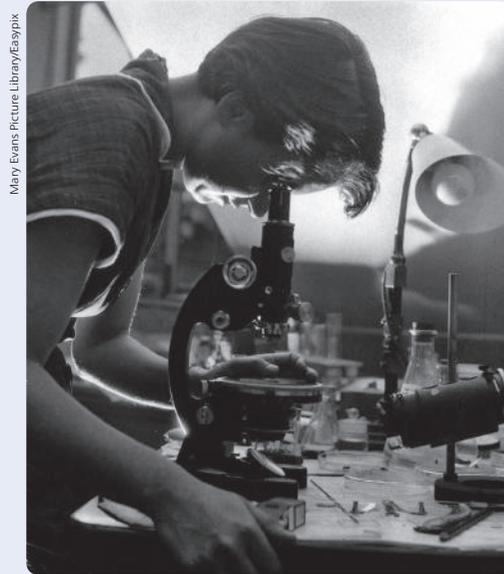
CORTES, Mariane R. A dupla hélice é dela!. *Mulheres na ciência*, 11 jul. 2018. Disponível em: <<https://mulheresnaciencia.com.br/rosalind-franklin/>>. Acesso em: out. 2018.

## Um pouco de história

### A estrutura do DNA

A estrutura da molécula de DNA (sigla que deriva do nome da molécula em inglês, *deoxyribonucleic acid*, e que significa, em português, **ácido desoxirribonucleico**) foi descrita pela primeira vez em 1953 pelo estadunidense James Watson (1928-) e pelo inglês Francis Crick (1916-2004). Esses pesquisadores, juntamente com o neozelandês Maurice Wilkins (1916-2004), que também colaborou com a descoberta, ganharam o prêmio Nobel de Química em 1962. O trabalho, no entanto, teve a participação de mais uma

pesquisadora, que não foi devidamente reconhecida na época: a inglesa Rosalind Franklin (1920-1958). Essa pesquisadora trabalhava com raios X no estudo da estrutura de moléculas e tirou uma fotografia da molécula de DNA usando essa técnica. Essa fotografia foi fundamental para que Watson e Crick chegassem à confirmação da estrutura da molécula de DNA. Rosalind morreu em 1958, aos 38 anos, vítima de um câncer decorrente, provavelmente, de sua linha de pesquisa com raios X. Na época, não se sabia dos riscos que a exposição a esses raios causava no organismo, como alterações genéticas que levam ao desenvolvimento de câncer.

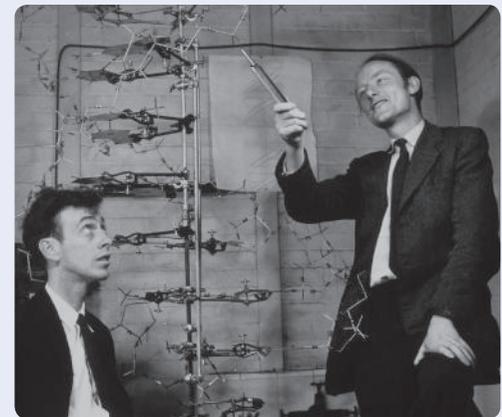


Mary Evans Picture Library/Getty

Rosalind Franklin realizando estudos de Biologia molecular, em 1955.



Anthony Camerano/AP Photo/Glow Images



SPL/Fotografia

James Watson (à esquerda) e Francis Crick (à direita) com o modelo de DNA proposto por eles, no Laboratório de Cavendish, Universidade de Cambridge, Reino Unido, em 1953.

Maurice Wilkins ao lado de um modelo de molécula de DNA, no Instituto Sloan-Kettering de Pesquisas sobre o Câncer, em Nova York, Estados Unidos, em 1962.

16

### Conheça também

#### Rosalind Franklin: a heroína injustiçada do DNA

Animação sobre a história de vida de Rosalind Franklin, suas pesquisas e contribuições científicas. Legendas em português.

Disponível em: <<https://ed.ted.com/lessons/rosalind-franklin-dna-s-ungung-hero-claudio-l-guerra>>. Acesso em: out. 2018.

Na espécie humana, cada célula somática nucleada apresenta 46 cromossomos, que formam 23 pares de cromossomos homólogos.

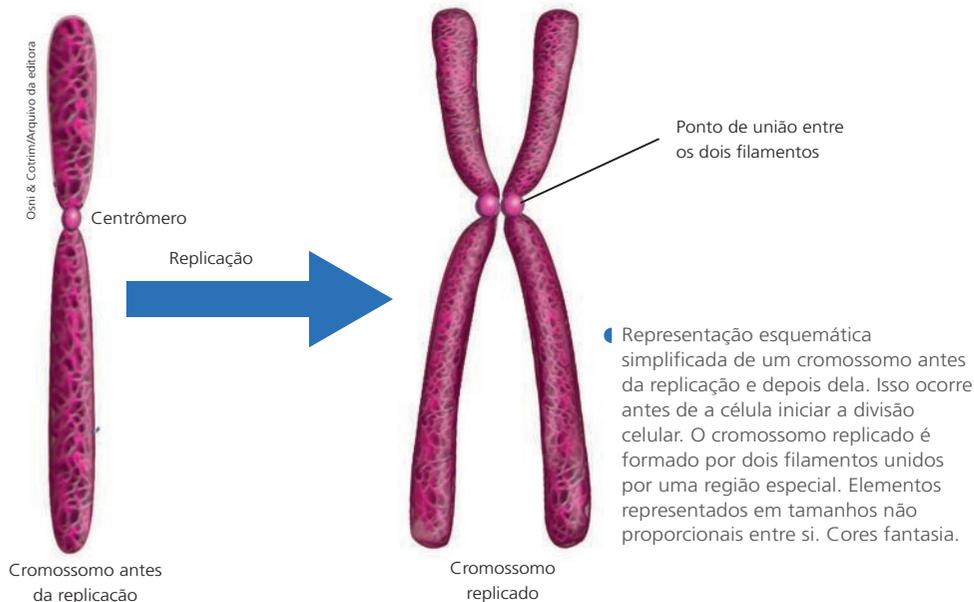
A célula que dá origem a um novo indivíduo é o zigoto, que tem 46 cromossomos. O zigoto sofre várias divisões e origina sempre células idênticas. Assim, todas as células do corpo humano têm a mesma constituição cromossômica e os mesmos genes. As diferenças de forma e de função que existem entre as células do corpo estão relacionadas à atuação dos genes. Em algumas delas, estão ativos apenas certos genes; em outras, são outros genes que atuam, e assim por diante. Como resultado disso verifica-se a diferenciação das células.

O tipo de divisão celular em que o número de cromossomos da célula inicial é igual ao das células resultantes é chamado **mitose**. As células somáticas são, portanto, formadas por mitose e têm 46 cromossomos, originados dos 46 cromossomos do zigoto.

## Mitose

Vamos analisar a mitose tomando como base uma célula inicial com apenas um par de cromossomos homólogos.

Antes de entrar em divisão celular, há replicação de todos os cromossomos da célula. Os cromossomos replicados ficam unidos por uma região especial de cada cromossomo, chamada **centrômero**.



Quando entra em divisão, a célula sofre muitas mudanças. Ao final da mitose, formam-se duas células, cada uma com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. A replicação dos cromossomos, que ocorre antes da divisão celular, é fundamental para que o número de cromossomos possa se manter constante nas células-filhas.

Na divisão celular, os dois filamentos cromossômicos que estavam unidos se separam e cada um origina um cromossomo filho.

## Orientações didáticas

Para introduzir as divisões celulares, é possível questionar os estudantes como o zigoto, uma célula única, é capaz de formar um organismo multicelular, como uma pessoa. Pergunte a eles também se conhecem exemplos de células que estão se dividindo no corpo humano. A pele pode ser um exemplo interessante, pois as células epiteliais estão constantemente se dividindo, garantindo assim a reposição das células que morrem na superfície.

Ao explicar a mitose, é fundamental ressaltar o processo como forma de divisão celular em que o número de cromossomos é mantido, ou seja, as células-filhas apresentam o mesmo número de cromossomos da célula inicial. Como mencionado anteriormente, esse é o processo responsável pelo crescimento somático e pela regeneração dos organismos multicelulares. Comente com os estudantes que o número de cromossomos varia muito entre as espécies de seres vivos. As células somáticas humanas apresentam 46 cromossomos; já as células somáticas de algumas borboletas apresentam 380 cromossomos e, no caso de algumas espécies de moscas, há apenas 8. Sendo assim, reforce com os estudantes que a imagem desta página apresenta apenas um cromossomo para simplificação, com o objetivo de facilitar a compreensão do processo de mitose. Ressalte também que, antes da divisão celular, o processo de replicação dos cromossomos com a duplicação da molécula de DNA é fundamental para manter constante o número de cromossomos nas células-filhas.

### Conheça também

#### Divisão celular

Neste vídeo, imagens obtidas por meio de microscopia são utilizadas para explorar as etapas das divisões celulares.

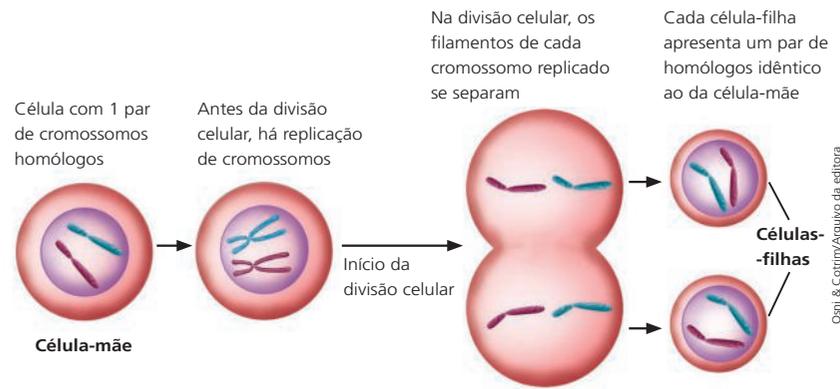
Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=9bLQegsYoFk](http://www.youtube.com/watch?v=9bLQegsYoFk)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A representação esquemática apresentada nesta página corresponde a uma simplificação do processo mitótico. O objetivo é destacar as características principais da mitose, incluindo a formação de duas células-filhas a partir de uma célula inicial, mantendo o mesmo número de cromossomos. Destaca-se também a separação das cromátides-irmãs no processo de divisão, porém optamos por não apresentar esse termo neste momento, sendo referidas como filamentos cromossômicos.

Ao explicar o processo de meiose, é interessante destacar algumas características fundamentais que diferenciam essa divisão da mitose. Por exemplo, a ocorrência da meiose apenas nas gônadas, nas células que darão origem aos gametas masculinos e femininos. A partir de uma única célula inicial, formam-se quatro células-filhas com metade do número de cromossomos da célula inicial.

Ao caracterizar a meiose, é fundamental que os estudantes reconheçam dois processos de divisão consecutivos, sendo o primeiro deles responsável pela separação dos cromossomos homólogos. Solicite que os estudantes acompanhem as imagens desta página e da página seguinte para auxiliar na compreensão do processo.

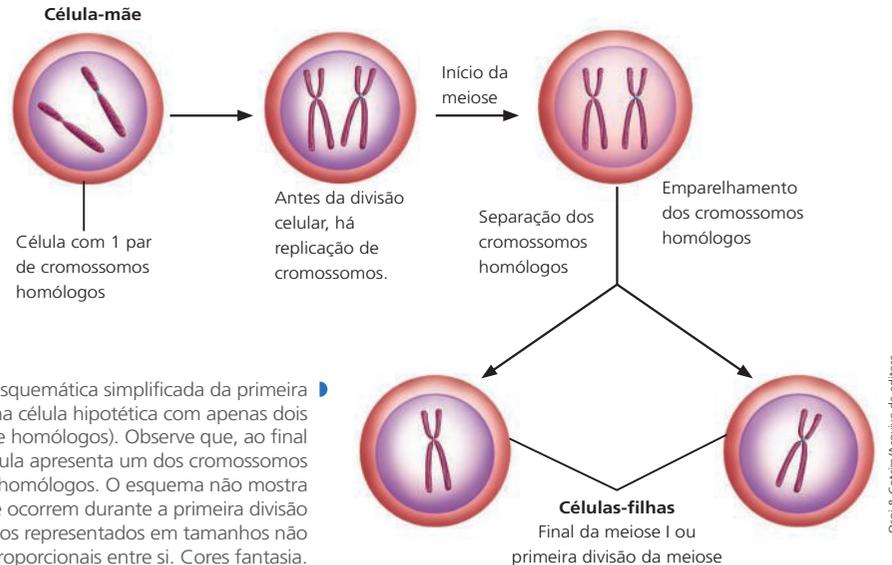


Representação esquemática simplificada de mitose em uma célula hipotética com apenas dois cromossomos (1 par de homólogos). O esquema não mostra todos os eventos que ocorrem durante a mitose. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Meiose

Algumas células das gônadas especializam-se na produção de gametas. Nesse processo, sofrem um tipo de divisão celular diferente da mitose. De cada célula inicial, surgem quatro células-filhas, cada uma com metade do número de cromossomos da célula inicial. Esse tipo de divisão celular é chamado **meiose**.

A meiose acontece em duas etapas sucessivas. Em cada uma delas ocorre uma divisão da célula. Na primeira divisão, há, na célula inicial, a replicação dos cromossomos, assim como vimos na mitose. A diferença começa a ocorrer depois disso: na meiose, os cromossomos homólogos ficam lado a lado, emparelhados, o que não acontece na mitose. Ao final dessa primeira divisão celular, as células resultantes terão cada uma um cromossomo replicado de cada par de homólogos. Assim, houve a separação dos cromossomos homólogos, diferente do que ocorre na mitose.



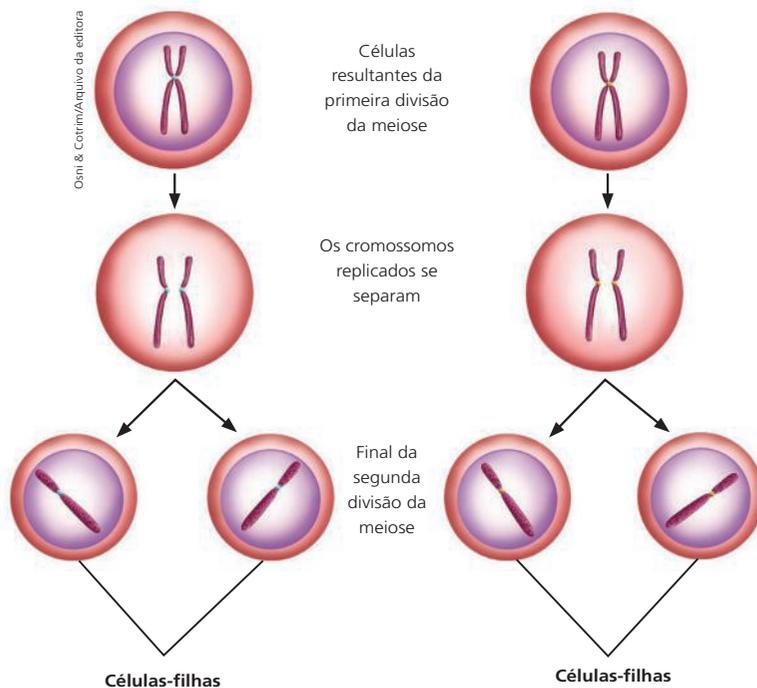
Representação esquemática simplificada da primeira divisão meiótica de uma célula hipotética com apenas dois cromossomos (1 par de homólogos). Observe que, ao final do processo, cada célula apresenta um dos cromossomos replicados do par de homólogos. O esquema não mostra todos os eventos que ocorrem durante a primeira divisão da meiose. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

18

### Atividades extras

1. Usando massa de modelar, você poderá propor a montagem de modelos de cromossomos, e, para simular os alelos, os estudantes poderão usar grãos de feijão de cores diferentes. Um desses grãos poderá ser escolhido como alelo dominante e outro, como recessivo. Com esses modelos, os estudantes simularão o processo de meiose e a formação de gametas.
2. Para avaliar a compreensão do tema divisão celular, selecione imagens presentes em livros ou na internet. Oculte as legendas e solicite aos estudantes que as escrevam. Além disso, você poderá solicitar a eles que acrescentem frases explicando os eventos que ocorrem em cada etapa da divisão celular, de acordo com a abordagem adequada do tema a esse nível de escolaridade.

Cada uma das células originadas na primeira divisão meiótica entra na segunda e última divisão da meiose. Nessa divisão, os cromossomos replicados separam-se. Ao final do processo, originam-se quatro células com metade do número de cromossomos da inicial como observado abaixo.



Representação esquemática simplificada da segunda divisão meiótica. Ao final do processo, formam-se quatro células, cada uma com um cromossomo não replicado. O esquema não mostra todos os eventos que ocorrem durante a segunda divisão da meiose. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Os gametas têm, então, metade do número de cromossomos da célula inicial. Na fecundação, quando um gameta masculino se une com um feminino, forma-se um zigoto com o mesmo número de cromossomos presentes nas células somáticas do pai e da mãe.

Cada espécie de ser vivo tem seu número típico de cromossomos, que é reduzido à metade na formação dos gametas, e recomposto na fecundação.

O descendente herda metade dos cromossomos da mãe e outra metade do pai, havendo, portanto, mistura do material genético. Por isso, os filhos nunca são idênticos aos pais, mas assemelham-se a eles.

### Aplique e registre

ⓧ Não escreva no livro

- Na espécie humana, há 46 cromossomos no núcleo de cada célula somática. Considerando-se essas informações, responda no caderno:
  - Qual o número de pares de cromossomos homólogos nas células somáticas?  
*23 pares de cromossomos.*
  - Qual o número de cromossomos nos gametas?  
*23 cromossomos não homólogos.*
  - Qual o número de cromossomos no zigoto?  
*46 cromossomos.*
- A mitose ocorre em quais células humanas? Dê um exemplo de um processo do corpo em que ocorre mitose. Faça um esquema desse processo. *A mitose ocorre nas células somáticas. A regeneração de tecidos é feita pela mitose.*
- Na meiose, a divisão de uma célula origina quantas células e de qual tipo? Faça um esquema desse tipo de divisão celular. *A meiose origina 4 células-filhas, formando os gametas no ser humano. O esquema pode se basear nas ilustrações anteriores.*

### Aplique e registre

A seção visa trabalhar os conteúdos relacionados à divisão celular, utilizando as células humanas como exemplo.

Na atividade 1, auxilie os estudantes a aplicar o conhecimento deles sobre conteúdo cromossômico em células humanas. É fundamental que eles reconheçam a presença de 46 cromossomos no zigoto e em todas as células somáticas e apenas 23 (metade) nas células gaméticas. Também é importante que eles compreendam que os 46

cromossomos estão organizados em 23 pares homólogos, isso porque 23 são de origem paterna (espermatozoide) e 23 são de origem materna (ovócito).

Nas atividades 2 e 3, incentive a representação dos processos de divisão celular. É muito importante que os estudantes consigam representar essas informações na forma de esquemas. Se necessário, solicite que eles busquem auxílio nas imagens apresentadas neste capítulo.

### Orientações didáticas

Se achar pertinente, comente que, durante os processos de divisão celular, o envoltório nuclear é desfeito, sendo imediatamente reconstruído após a divisão. Como forma de auxiliar no estudo do tema, solicite que os estudantes comparem a imagem desta página com a imagem da página anterior que ilustra o processo de mitose. Peça a eles que indiquem as semelhanças e as diferenças mais evidentes. Oriente as comparações, principalmente quanto ao número de células-filhas, ao número de cromossomos após a divisão e à separação de cromossomos homólogos.

Espera-se que os estudantes compreendam que a união de um gameta feminino e um gameta masculino resulta em uma célula [zigoto] formada pelo mesmo número de cromossomos das células somáticas dos indivíduos parentais. Sendo assim, é fundamental que eles compreendam a mistura do material genético como sendo metade contribuição paterna e metade contribuição materna. Se achar pertinente, retome as questões no início do capítulo e verifique como os estudantes justificam a similaridade e as diferenças entre pais e filhos.

## Orientações didáticas

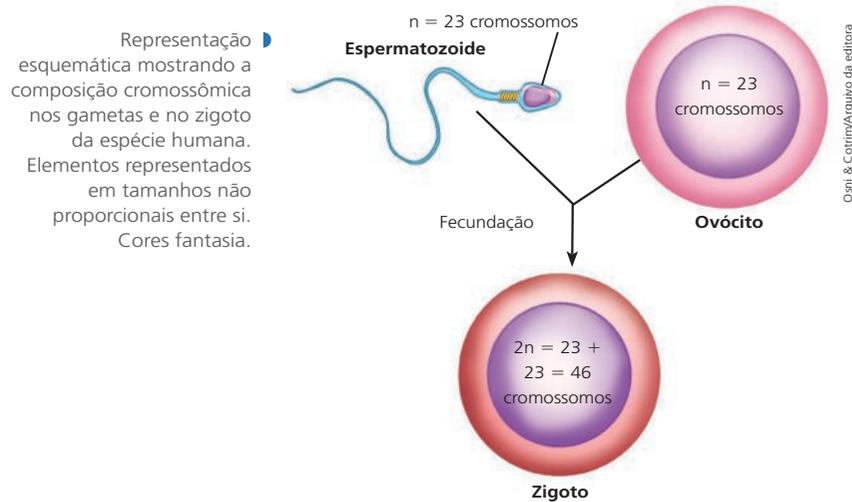
O número de cromossomos em uma célula gamética é tradicionalmente indicado pela letra  $n$ , de modo que o número de cromossomos em células somáticas corresponde a  $2n$ . Esse tipo de representação facilita na comparação de diferentes espécies e em estudos genéticos. Como forma de aplicar esse conteúdo, solicite que os estudantes retomem os esquemas produzidos anteriormente a respeito das divisões celulares e discutam para cada célula esquematizada se  $n = 23$  ou  $2n = 46$ .

### Aplique e registre

As atividades visam trabalhar o número de cromossomos em algumas situações, principalmente diferenciando células somáticas e gametas. As situações hipotéticas apresentadas também devem favorecer na compreensão do tema e na aplicação do conhecimento.

Tanto o espermatozoide quanto o ovócito resultam de um processo de meiose e cada um deles tem 23 cromossomos. Cada cromossomo do ovócito tem um homólogo no espermatozoide. Na fecundação, o ovócito se funde com o espermatozoide e forma o zigoto, que terá os 23 cromossomos do ovócito e os 23 do espermatozoide, formando 23 pares de cromossomos homólogos. É recomposto, assim, o número de cromossomos típico das células somáticas da espécie humana: 46 cromossomos (23 pares).

O número de cromossomos de cada gameta é representado pela letra  $n$  e o do zigoto e das células somáticas por  $2n$ . Assim, na espécie humana,  $n = 23$  e  $2n = 46$ . Células  $n$  são chamadas **haploides**, e as  $2n$ , **diploides**.



### Aplique e registre

Não escreva no livro

1. Suponha uma célula  $2n$ . Se ela sofrer mitose, dará origem a células  $2n$  ou  $n$ ? E se essa célula sofrer meiose?  
*Nã mitose:  $2n$ ; na meiose:  $n$ .*
2. Suponha um indivíduo cujo corpo seja formado por células nas quais  $2n = 8$ . Quantos cromossomos existem nas células somáticas e quantos existem nos gametas desse indivíduo?  
*Somáticas: 8 (4 pares); gametas: 4.*
3. Suponha uma célula somática em que  $2n = 18$ . Quantos pares de cromossomos homólogos existem nessa célula? *9 pares.*

## Quem já ouviu falar em...

### ... síndrome de Down?

Na espécie humana, como você sabe, há 23 pares de cromossomos homólogos em cada célula somática. Por convenção, cada par foi identificado com um número. Os cromossomos são numerados de 1 a 22 mais o par dos cromossomos sexuais, que na mulher são XX e no homem, XY.

Às vezes, no entanto, não ocorre a separação de todos os cromossomos homólogos na meiose. Nesse caso, são gerados gametas com número alterado de cromossomos. Em geral, isso ocorre na meiose materna, sendo mais raro na meiose paterna. Havendo fecundação, formam-se zigotos com número alterado de cromossomos. É o que ocorre na **síndrome de Down**, em que um dos gametas que participou da formação do indivíduo tem um cromossomo a mais do par 21. Nesse caso, então, a criança terá três cromossomos do par 21, motivo pelo qual a síndrome de Down é também chamada de **trisomia do 21**.

20

### Quem já ouviu falar em...

A síndrome de Down representa uma alteração cromossômica resultante da uma alteração da meiose, originando um zigoto com três cromossomos do par 21. Além das características físicas e intelectuais indicadas no texto, é muito importante ressaltar a importância do desenvolvimento social, emocional e intelectual para pessoas com síndrome de Down, assim como para qualquer indivíduo. Sugerimos aproveitar essa oportunidade para conversar com os estudantes a respeito da importância da inclusão social e do respeito à diversidade.

Ao longo da conversa, oriente-os na adoção de uma terminologia adequada, por exemplo, desestimulando o uso de expressões como "doente", "retardado" e "deficiente mental", que não devem ser utilizadas ao se referir a pessoas que apresentam essa síndrome. Da mesma forma, deve-se evitar o uso de "anomalia", "defeito" e "doença". Esse tipo de postura e conhecimento é fundamental para combater preconceitos, não reforçar estereótipos e promover a igualdade. Confira, no *Conheça também* da página a seguir, algumas informações e orientações que podem auxiliar essa discussão.

Pessoas com essa síndrome apresentam, entre outras características, baixa estatura, baixo quociente intelectual, prega transversal contínua na palma da mão, prega típica no canto dos olhos, face achatada, mãos e dedos curtos e grossos. Quando devidamente estimuladas desde o nascimento, essas pessoas têm maiores chances de desenvolvimento social e intelectual.

Casal de pessoas com síndrome de Down.



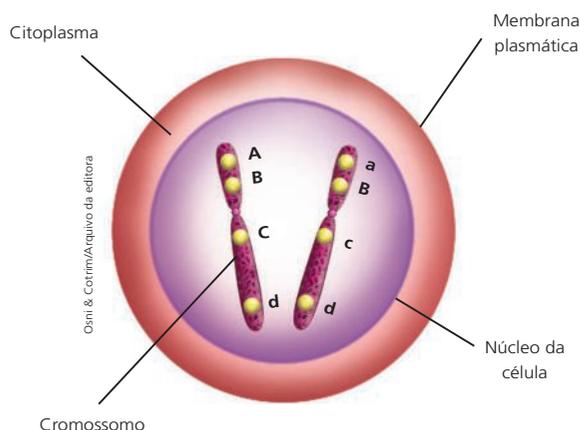
Mikael Vaananen/Corbis/Getty Images

### 3 Genes

A herança das características, ou hereditariedade, é estudada por uma área que, atualmente, está muito presente nos diferentes meios de comunicação: a **Genética**. A hereditariedade está relacionada com as moléculas de DNA presentes nas células.

Já comentamos que, em cada molécula de DNA dos cromossomos, existem trechos responsáveis pelas características dos indivíduos: os **genes**.

Nos cromossomos homólogos, existem genes para as mesmas características. Cada gene pode apresentar duas ou mais variáveis, chamadas **alelos**.



Representação esquemática de uma célula somática com um par de cromossomos homólogos, em que destacamos alguns genes, com seus alelos identificados por letras. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Na célula hipotética representada acima, indicamos apenas quatro genes, cada um com seus alelos, representados por uma letra.

Veja na ilustração que, para cada gene, usamos letras maiúsculas ou minúsculas. Quando o par de alelos está representado apenas por letras maiúsculas ou apenas por letras minúsculas, significa que eles são iguais. Quando estão representados por letras maiúsculas e minúsculas, significa que eles são diferentes.

#### Aplique e registre



Não escreva no livro

1. Na célula hipotética representada acima, quais são os alelos iguais?  
São alelos iguais **B e B**; **d e d**.
2. E quais são os alelos diferentes? **A e a**; **C e c**.

21

### Orientações didáticas

O conceito de alelo pode não ser de fácil compreensão inicialmente. Um único gene pode apresentar diversas variações, que são os seus alelos. Com o auxílio da representação esquemática desta página, oriente os estudantes no reconhecimento de que os alelos são variações de um mesmo gene e que ocupam a mesma posição em seus respectivos cromossomos. A representação dos alelos por letras maiúsculas e minúsculas é usada nos casos clássicos de hereditariedade, como os que seguem as leis de Mendel.

Como exemplo, pode-se comentar a respeito dos alelos do gene que determina os tipos sanguíneos do sistema ABO na espécie humana. Cada pessoa possui apenas um dos tipos sanguíneos possíveis desse sistema: tipo A, tipo B, tipo AB e tipo O. Esse gene possui três variações, ou seja, tem três alelos, representados por A, B e i.

#### Aplique e registre

As atividades visam auxiliar na interpretação da representação esquemática de uma célula somática com um par de cromossomos homólogos, exercitando também o conceito de alelo como variações de um mesmo gene.

### Conheça também

#### Síndrome de Down

Páginas que apresentam a terminologia apropriada e outras informações relevantes.

Disponíveis em: <[www.movimentodown.org.br/2016/01/10-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-sindrome-de-down/](http://www.movimentodown.org.br/2016/01/10-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-sindrome-de-down/)>;

<[www.movimentodown.org.br/2012/12/como-se-referir-a-pessoas-com-sindrome-de-down/](http://www.movimentodown.org.br/2012/12/como-se-referir-a-pessoas-com-sindrome-de-down/)>;

<[www.fsdwn.org.br/sobre-a-sindrome-de-down/o-que-e-sindrome-de-down/](http://www.fsdwn.org.br/sobre-a-sindrome-de-down/o-que-e-sindrome-de-down/)>. Acessos em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A manifestação de uma característica hereditária depende, entre outros fatores, da interação entre os alelos. Sendo assim, os conceitos de homozigose e heterozigose são muito importantes, pois representam uma informação genética apresentada pelo par de cromossomos homólogos.

Ao conceituar o genótipo, é interessante destacar que o termo pode ser utilizado para designar o par de alelos de um gene específico, mas também pode ser utilizado para representar o conjunto total de alelos presentes em uma célula. Com relação ao conceito de fenótipo, é importante destacar que há também participação do ambiente, interagindo com o genótipo, para manifestação de uma característica. Sendo assim, genótipos idênticos podem resultar em fenótipos diferentes como consequência da interação com fatores do meio. Por exemplo, temperatura e nutrição são fatores que podem afetar o fenótipo para o tamanho de um corpo, resultando em corpos de tamanhos distintos, mesmo quando o genótipo é o mesmo.

Quando os alelos são iguais, dizemos que estão em **homozigose** e são representados pela mesma letra, sendo as duas em maiúsculo ou em minúsculo. É o caso de BB e dd, na ilustração da página anterior.

Quando os alelos são diferentes, dizemos que estão em **heterozigose** e são representados pela mesma letra, mas uma delas em maiúsculo, sempre escrita antes da outra, que vem em minúsculo. É o caso de Aa e Cc, na ilustração da página anterior.

A manifestação de uma característica, no entanto, depende, entre outros fatores, da interação de seus alelos e do ambiente externo.

Cada par ou o conjunto total de alelos de cada célula de uma pessoa é chamado **genótipo**. A manifestação do genótipo depende da interação entre o genótipo e o meio. Essa manifestação é chamada **fenótipo**.

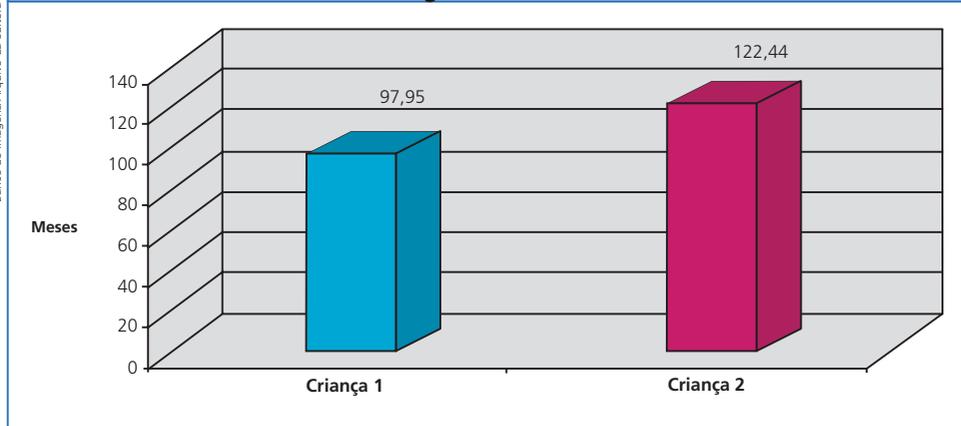
genótipo + meio = fenótipo

### Aplique e registre



- Sabendo que o fenótipo depende da interação do genótipo com o meio, analise a situação a seguir. O gráfico abaixo foi feito com dados de um estudo a respeito do desenvolvimento motor de duas irmãs gêmeas univitelinas. Entre os testes feitos para avaliar o quociente motor (idade motora / idade cronológica  $\times$  100) estão os seguintes: subir em um banco, saltar sobre uma corda e sobre o mesmo lugar, caminhar em linha reta e saltar de pequenas alturas.

#### Desenvolvimento motor de irmãs gêmeas univitelinas



Fonte: AMARAL, R. M. V. et al. Coordenação motora: a interferência do genótipo e do fenótipo em irmãos gêmeos. Um estudo de caso. Disponível em: <[www.efdeportes.com/efd162/genotipo-e-do-fenotipo-em-irmaos-gemeos.htm](http://www.efdeportes.com/efd162/genotipo-e-do-fenotipo-em-irmaos-gemeos.htm)>. Acesso em: ago. 2018.

Comparação do desenvolvimento motor de irmãs gêmeas univitelinas. Quociente motor obtido por meio de testes de motricidade.

Têm genótipo idêntico, pois foram formadas de um único zigoto.

- Sendo gêmeas univitelinas, as duas irmãs têm genótipos idênticos ou diferentes? Por quê?
- Pelo resultado mostrado no gráfico, é possível afirmar que as duas irmãs têm fenótipos idênticos?

Por quê? **As gêmeas têm genótipos idênticos, mas o fenótipo é diferente, o que é mostrado pelo diferente desempenho nas tarefas motoras. Vários fatores podem explicar essa diferença, todos relacionados à interação com condições ambientais: uma das meninas pode gostar mais de atividades físicas e de se exercitar do que a outra, por exemplo.**

22

### Aplique e registre

A atividade visa trabalhar a interpretação dos gráficos, além de explorar os conceitos estudados. No item **a**, espera-se que os estudantes reconheçam que o genótipo é idêntico, pois as irmãs são gêmeas univitelinas, logo foram formadas de um único zigoto. Como resposta ao item **b**, espera-se que os estudantes percebam que o fenótipo difere entre as gêmeas. Explore com os estudantes possíveis explicações, com base em fatores do ambiente que justifiquem essa situação.

## 4 Transmissão das características hereditárias

Para exemplificar como ocorre a herança das características hereditárias, vamos analisar a herança de uma doença humana, a **fenilcetonúria**. Pessoas com essa doença não são capazes de degradar um aminoácido chamado fenilalanina, que se acumula no corpo e pode levar a danos irreversíveis no sistema nervoso.

O diagnóstico precoce é fundamental no controle da doença. Ele é feito pelo teste do pezinho, obrigatório em todas as maternidades do Brasil. Assim que a criança nasce, é colhida uma gota de sangue do pé dela para análise. Se for detectada a doença, há necessidade de dieta com restrição de alimentos que contenham fenilalanina. Por isso, a presença dessa substância é indicada em rótulos de produtos.

Procure prestar atenção a rótulos e observe se encontra o alerta: “Contém fenilalanina”. Seguindo a dieta de forma adequada, a criança pode ter desenvolvimento normal.

O gene responsável por essa característica tem dois alelos, que vamos chamar de **A** e **a**. Esses alelos ocorrem aos pares, pois cada um deles está em um cromossomo homólogo. Assim, as pessoas podem ter genótipo AA, Aa ou aa.

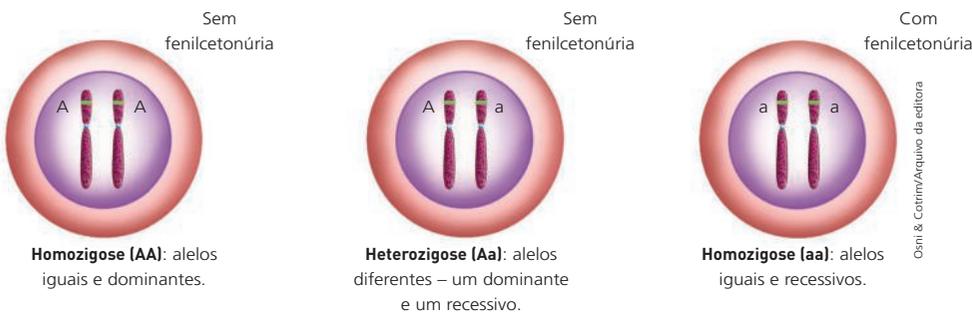
As pessoas que não têm a doença são AA ou Aa. As que têm fenilcetonúria são aa.

Observe que, somente quando o alelo **a** está em dose dupla, a pessoa apresenta a doença. Quando um alelo se manifesta somente em dose dupla, ou seja, em homozigose (aa), dizemos que ele é **recessivo**. Quando o alelo se manifesta tanto em homozigose quanto em heterozigose, dizemos que ele é **dominante**.

No nosso exemplo, o alelo **A** é dominante em relação ao **a**, pois ele se manifesta tanto em homozigose (AA) quanto em heterozigose (Aa).



Teste do pezinho sendo realizado em bebê recém-nascido.



Representação esquemática simplificada das possíveis combinações entre os alelos **A** e **a**. Em cada pessoa, apenas uma dessas combinações está presente. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Vamos ver agora, como essa característica hereditária é transmitida ao longo das gerações.

### Orientações didáticas

Muitos exemplos clássicos de genética humana apresentam padrões complexos de hereditabilidade e por isso optamos por não os apresentar para esse nível de escolaridade. Exemplos famosos, como herança de cor de olho, cor de pele, forma do lobo da orelha, entre outros, não são considerados apropriados neste momento, pois incluem diferentes padrões de herança, como herança quantitativa e alelos múltiplos. Optamos por citar apenas alguns exemplos de herança em humanos, como a fenilcetonúria. Contudo o sistema ABO também representa um exemplo de herança tipicamente mendeliana que pode ser trabalhado para exemplificar a transmissão das características hereditárias.

O texto a seguir fornece algumas informações sobre a doença autossômica recessiva fenilcetonúria.

### Leitura complementar

[...] Fenilcetonúria (PKU, na sigla em inglês) é uma doença decorrente de um erro inato do metabolismo de aminoácidos, que ocorre por herança autossômica recessiva. Isso significa que a criança precisa receber um gene alterado da mãe e outro do pai para desenvolver o distúrbio.

A mutação nesse gene provoca um defeito na codificação de uma enzima, a fenilalanina hidroxilase (PAH), necessária para transformar o aminoácido essencial fenilalanina – que o organismo não produz, mas retira dos alimentos proteicos – em tirosina, outro aminoácido importante para a estrutura das proteínas.

Como os portadores de fenilcetonúria não conseguem metabolizar a fenilalanina, o excesso dessas moléculas no sangue se transforma num ácido fenilpirúvico, que exerce ação tóxica em vários órgãos, especialmente no cérebro. [...]

BRUNA, Maria Helena Varella. Fenilcetonúria (PKU). *Drauzio Varella*, 30 out. 2017. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/fenilcetonuria-pku>>. Acesso em: out. 2018.

### Conheça também

#### Como as doenças genéticas são transmitidas

O material de divulgação sugerido explora de forma simples e objetiva o que são doenças genéticas e alguns padrões de herança autossômica.

Disponível em: <[www.genoma.ib.usp.br/sites/default/files/folder\\_doenca\\_genetica\\_transmitidas.pdf](http://www.genoma.ib.usp.br/sites/default/files/folder_doenca_genetica_transmitidas.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

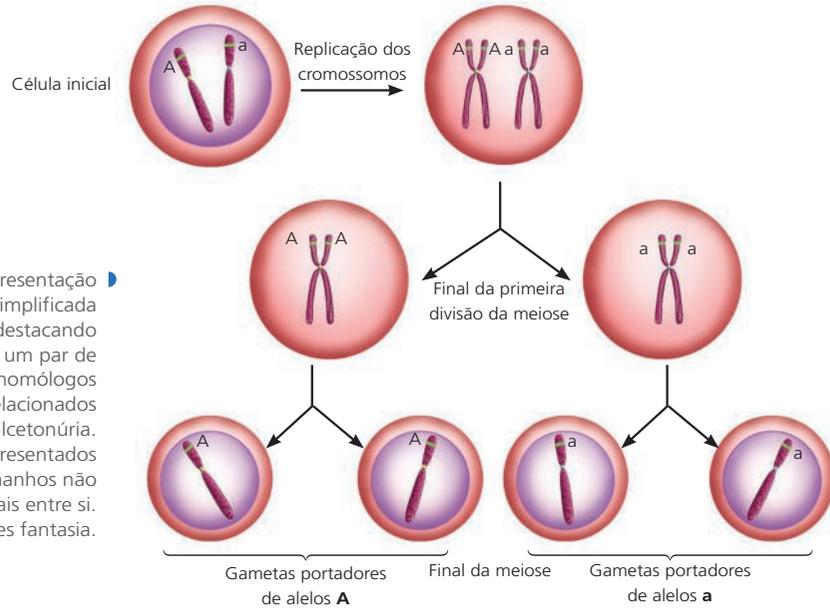
Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Tais pais, tais filhos, do 1º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

## Orientações didáticas

Explore com os estudantes a representação esquemática desta página, ressaltando a separação dos cromossomos homólogos na meiose como responsável pela formação de dois tipos de gametas.

O quadro de Punnett é um recurso muito útil para caracterizar os tipos de fenótipos possíveis a partir dos genótipos parentais. Ele pode ser feito também no quadro de giz, sendo complementado aos poucos com o auxílio dos estudantes. É interessante que eles consigam reconhecer os tipos de gametas que podem ser produzidos por um indivíduo quando sabemos seu genótipo. Além disso, a compreensão da homozigose e da heterozigose deve ser resgatada nesse momento. É fundamental que os estudantes reconheçam a utilidade do quadro de Punnett e consigam utilizá-lo como ferramenta para explorar as possibilidades genotípicas associadas à união de gametas.

Representação esquemática simplificada de meiose, destacando apenas um par de cromossomos homólogos e os alelos relacionados com a fenilcetonúria. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Como você pode notar, os alelos se separam em decorrência da separação dos cromossomos homólogos na meiose. Formam-se, nesse caso, dois tipos de gametas em igual quantidade: os que têm o alelo **A** e os que têm o **a**.

Vamos supor que tanto o pai quanto a mãe sejam Aa. Os pais, portanto, não têm a doença.

A mãe formará gametas contendo os alelos **A** ou **a**. Como, em geral, apenas um ovócito amadurece em cada ciclo menstrual e não há como saber se será o que tem o alelo **A** ou o **a**, devemos considerar as duas possibilidades com igual chance de ocorrer.

O pai formará milhões de espermatozoides; a metade deles terá o alelo **A**, e a outra metade, o alelo **a**.

A fecundação ocorre ao acaso.

Para saber os possíveis resultados nos filhos desse casal com relação a essa característica, um modo prático é usar o quadro de Punnett, desenvolvido pelo geneticista inglês Reginald Crundall Punnett (1875-1967). Nele, coloca-se, na primeira coluna, os possíveis gametas de um indivíduo e, na primeira linha, os possíveis gametas do outro indivíduo que participa do cruzamento. Os resultados da união entre esses gametas surgem ao se preencher os espaços do quadro. Veja a seguir.

		Gametas masculinos	
		<b>A</b>	<b>a</b>
Gametas femininos	<b>A</b>	Genótipo: AA Fenótipo: sem fenilcetonúria	Genótipo: Aa Fenótipo: sem fenilcetonúria
	<b>a</b>	Genótipo: Aa Fenótipo: sem fenilcetonúria	Genótipo: aa Fenótipo: com fenilcetonúria

Essa mãe e esse pai podem ter descendentes com genótipos AA, Aa e aa. Os de genótipo AA e Aa não terão fenilcetonúria, mas os com genótipo aa terão.

O quadro anterior mostra também as chances de ocorrer cada genótipo e fenótipo:

- o genótipo AA pode ocorrer uma vez a cada quatro, ou seja, em  $\frac{1}{4}$  das vezes (25%);
- o genótipo Aa pode ocorrer duas vezes a cada quatro, ou seja, em  $\frac{2}{4}$  ou  $\frac{1}{2}$  das vezes (50%);
- o genótipo aa pode ocorrer uma vez a cada quatro, ou seja, em  $\frac{1}{4}$  das vezes (25%).

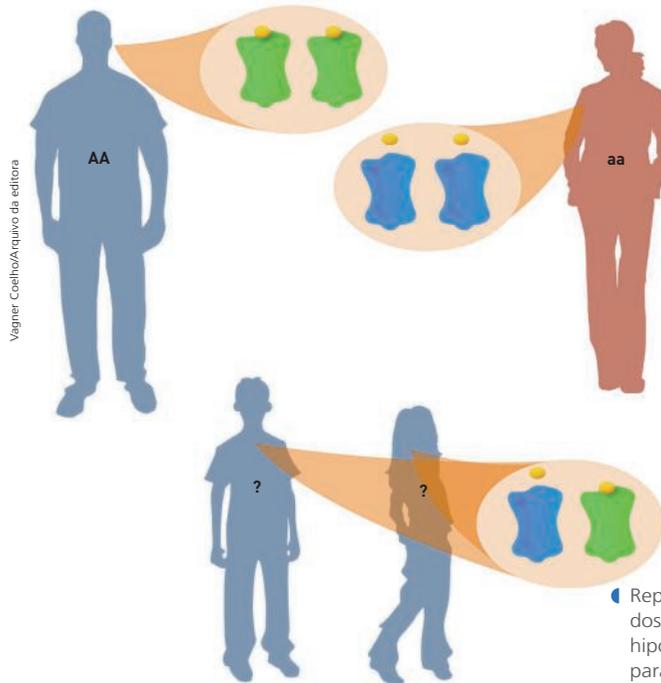
No caso dos fenótipos, há maior chance de serem gerados descendentes sem fenilcetonúria: em  $\frac{3}{4}$  das vezes (75%). A fenilcetonúria ocorre só em  $\frac{1}{4}$  dos descendentes (25%).

É com esse raciocínio que se explica a base dos mecanismos de herança. Cada característica é determinada por alelos que se separam na formação dos gametas, unindo-se na fecundação.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Considere a família esquematizada abaixo, em que se destacou o genótipo dos pais. Com base no que foi estudado, responda às questões.



Representação esquemática dos genótipos de uma família hipotética, com os genótipos para a fenilcetonúria.

- a) Qual é o genótipo do filho e o da filha do casal? **Genótipo Aa tanto para o filho quanto para a filha do casal.**  
**Fenótipo da mãe: com fenilcetonúria;**
- b) Qual é o fenótipo da mãe, do pai, do filho e da filha do casal? **Fenótipo do pai: sem fenilcetonúria; Fenótipo dos filhos: todos sem a doença.**

### Orientações didáticas

Outro aspecto positivo do uso do quadro de Punnett é o cálculo da probabilidade dos genótipos resultantes da união dos gametas. Sendo assim, explore com os estudantes as chances de obter cada tipo de genótipo, utilizando a fenilcetonúria como exemplo. Em seguida, ressalte a importância desse tipo de abordagem na compreensão e no estudo dos mecanismos hereditários.

### Aplique e registre

O objetivo da atividade é trabalhar os conceitos estudados, auxiliando no desenvolvimento das habilidades (EF09CI08) e (EF09CI09). Espera-se que os estudantes reconheçam que **Aa** é o único genótipo possível para os filhos, uma vez que o pai produz apenas gametas **A** e a mãe produz apenas gametas **a**. Espera-se também que eles identifiquem os fenótipos com base nos genótipos.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

Com o auxílio do texto, evidencie a importância dos experimentos de Mendel para compreender a transmissão de características herdáveis. Ressalte a importância do acompanhamento de inúmeras gerações e a realização de diversos tipos de cruzamento como forma de investigação dos padrões de hereditariedade. Outro aspecto crucial para os estudos de Mendel foi sua abordagem estatística, ou seja, a utilização de cálculos de probabilidade para descrever seus resultados e fazer previsões.

Os trabalhos de Mendel também podem ser utilizados para uma discussão mais ampla sobre a construção do conhecimento científico. Apesar da caracterização dos padrões de transmissão de características herdáveis, não foi possível para Mendel explorar os mecanismos do processo. Os trabalhos de Mendel não foram reconhecidos em sua época, sendo resgatados apenas no início do século XX, constituindo a base da Genética. Décadas mais tarde, essas informações foram integradas às descobertas sobre a estrutura do cromossomo e da molécula de DNA, ampliando os conhecimentos sobre mecanismos e padrões hereditários, consolidando assim a genética moderna. A sugestão de leitura a seguir pode ser uma ferramenta interessante para essa discussão.

## Um pouco de história

### Mendel e sua importância para a Genética

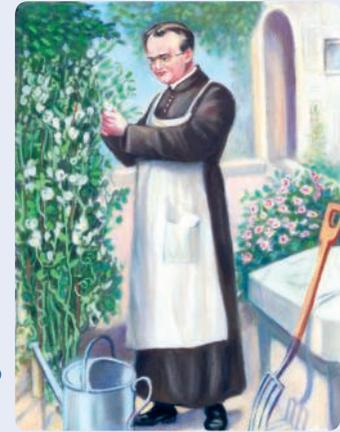
Gregor Johann Mendel nasceu em Heinzendorf bei Odrau (no antigo Império Austríaco, atualmente Vrazni, na República Tcheca), em 1822, e faleceu em 1884, em Brunn, atualmente Brno (República Tcheca).

Ele é considerado um marco na origem da Genética (do grego *geno* = fazer nascer), ciência que levou ao entendimento da hereditariedade.

Em 1847, Mendel ordenou-se padre, e, depois, estudou Física e Ciências Naturais na Universidade de Viena, na Áustria. No entanto, dedicou-se principalmente à Botânica e à Biologia geral, disciplinas que lecionou no convento onde se ordenara.

Mendel tornou-se célebre pelos experimentos que realizou nos jardins do convento durante dez anos, quando estudou a reprodução das ervilhas e analisou como ocorria a transmissão das características ao longo das gerações. As características das ervilhas que Mendel analisou em suas pesquisas estão resumidas na figura a seguir, onde consta quais, entre elas, Mendel conseguiu definir como dominantes e quais definiu como recessivas.

Pintura representando o monge e cientista Gregor Mendel no jardim, cuidando das plantas de ervilha.



Bettmann/Getty Images

<b>Cor da semente</b> Dominante: amarela Recessiva: verde 	<b>Forma da semente</b> Dominante: lisa Recessiva: rugosa 	<b>Cor do envoltório da semente</b> Dominante: cinza Recessiva: branca 	<b>Posição da flor</b> Dominante: axial (ao longo do caule) Recessiva: terminal (na ponta do caule) 	<b>Tamanho do caule</b> Dominante: alto Recessivo: baixo 
<b>Cor da vagem</b> Dominante: verde Recessiva: amarela 	<b>Forma da vagem</b> Dominante: lisa Recessiva: ondulada 			

Ilustrações: Jurandir Ribeiro/Arquivo da editora

Características de plantas de ervilha que Mendel analisou em seu experimento.

Por meio de seus estudos, chegou a conclusões que ficaram conhecidas como **leis de Mendel** e que até hoje constituem um dos mais importantes alicerces da Genética. Em seus trabalhos, Mendel tratou os dados usando cálculos de probabilidade, o que foi um avanço para a época. Apesar da consistência dos resultados obtidos por Mendel, seus estudos ficaram praticamente desconhecidos até 1900. Na época em que Mendel realizou seus estudos, não se conheciam o DNA e os genes nem os processos de mitose e de meiose, descobertas científicas que ocorreram apenas no século seguinte.

### Leitura complementar

[...] Mendel passara sete anos cultivando quase 30 mil plantas de ervilha, cujas partes reprodutivas ele dissecava minuciosamente para obter os cruzamentos controlados que lhe permitiriam entender como características simples, como cor das flores e formato das sementes, eram transmitidas de uma geração a outra. Os experimentos lhe permitiram inferir a existência de fatores recessivos e dominantes, que funcionam de acordo com duas leis da hereditariedade. [...]

A fama veio tardia, quando ele de fato já estava na tumba. Uma pergunta recorrente é por que as descobertas de Mendel foram ignoradas. O físico e historiador da ciência João José Caluzi, do campus de Bauru da Universidade Estadual Paulista

(Unesp), debruçou-se sobre o conceito de prematuridade científica com sua aluna de mestrado Caroline Batisteti, em artigo publicado em 2010 na revista *Filosofia e História da Biologia*. Ele explica que Mendel é um exemplo de prematuridade científica porque suas conclusões não se conectavam com o pensamento do período. Mas o pesquisador não está convencido de que seja possível lançar esse olhar ao passado de forma isenta. “A questão da prematuridade é muito calcada no que nos interessa hoje”, afirma.

Para Caluzi, outros fatores contribuíram para o fato de Mendel não ter sido reconhecido: era um monge concentrado em cultivar ervilhas, que apresentou seus resultados em palestras numa sociedade científica pequena e os publicou nos anais da mesma sociedade, com

As interpretações de Mendel para a herança dos sete caracteres de ervilha estudados deram origem à **primeira lei de Mendel**, também conhecida como princípio da segregação dos fatores, princípio da pureza dos gametas, monoidrismo (porque considera a herança de apenas um caráter), lei da disjunção (separação) ou lei fundamental da Genética.

O enunciado da primeira lei de Mendel pode ser apresentado assim:

Cada característica é determinada por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, indo apenas um dos fatores do par para cada gameta. Os gametas, portanto, são puros.

Verificou-se que os trabalhos de Mendel se aplicam à herança de diversas características, como as que analisamos no texto.

## Investigação

### A cor da ervilha

O objetivo dessa investigação é que você e os colegas de grupo simulem a herança da cor da ervilha – um dos caracteres estudados por Mendel – e descubram os descendentes em um cruzamento. Organizem-se e fotografem cada passo desta atividade e, depois, compartilhem o trabalho de vocês em um *blog* da turma. Para fotografar, pode ser utilizado um celular.

#### Material

- massa de modelar de uma só cor, de preferência branca ou vermelha; não usem as cores verde ou amarela;
- miçangas verdes e amarelas.

#### Procedimentos

1. A massa de modelar será usada para representar os cromossomos, e as miçangas, os alelos do gene. As miçangas verdes serão para a cor verde do fenótipo, e as amarelas, para a cor amarela. Os genes não têm cor. Estamos fazendo uma simulação apenas.
2. Montem o genótipo para o cruzamento entre planta heterozigótica que produz semente amarela e planta heterozigótica que produz semente verde, usando a representação com a massa de modelar e as miçangas.
3. Fotografem a montagem.
4. Simulem, agora, a replicação dos cromossomos, processo que ocorre antes do início da meiose. Fotografem como ficam os cromossomos e respectivos alelos.
5. Em seguida, representem o que acontece com os cromossomos e respectivos alelos ao final da primeira e depois da segunda divisão meiótica para cada planta desse cruzamento. Fotografem cada etapa.
6. Depois que entenderem o que acontece ao final da meiose, montem um quadro de Punnett com os cromossomos resultantes da meiose de cada planta. Fotografem como ficou o quadro de Punnett.



Não escreva no livro

## Orientações didáticas

Oriente os estudantes a reconhecer que a primeira lei de Mendel já foi introduzida de modo não formal anteriormente quando tratamos de formação de gametas e genótipos. Sabe-se atualmente que o par de fatores mencionados por Mendel pode ser atribuído aos alelos, variantes dos genes que se segregam na formação dos gametas. Auxilie os estudantes a compreender que os gametas são “puros”, segundo o princípio da disjunção, pois possuem um conteúdo haploide, ou seja, apenas com metade do número de cromossomos que uma célula somática. É importante lembrar que esse conhecimento foi construído posteriormente à formulação da lei, com base nos estudos cromossômicos realizados durante o século XX.

### Investigação

A atividade visa explorar de forma mais ativa os conceitos básicos de transmissão de características genéticas, contribuindo assim para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI09].

A planta de ervilha tem sete pares de cromossomos homólogos, mas vamos considerar apenas o par que contém os alelos do gene para a cor neste momento. É interessante reforçar com os estudantes que esta atividade é de simulação e que serão utilizados recursos simplificados para facilitar a compreensão de fenômenos complexos, como a meiose e a fecundação. Ao longo da atividade, incentive os estudantes a registrar a montagem com fotografias e pequenos textos descritivos que deverão auxiliar na resolução das questões.

distribuição limitada. Também é provável que estivesse à frente de seu tempo. “Ainda não se usava estatística na biologia”, explica o professor da Unesp. A matemática usada para analisar os resultados dos cruzamentos das ervilhas era de difícil compreensão para a comunidade interessada em hibridização de plantas naquela época. Além disso, um outro assunto dominava a cena naquele mesmo momento – Charles Darwin publicara seu *Origem das espécies* poucos anos antes, em 1859.

Darwin fazia parte daqueles a quem Mendel enviou sua publicação, que aparentemente não foi lida. Após sua morte, foi encontrada na biblioteca do britânico com as páginas ainda unidas como saíam da gráfica. Mendel morreu em 1884, aos 63 anos, sem ter encontrado quem desse importância a seu trabalho. Apenas na virada para o

século XX, os botânicos europeus Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermak-Seysenegg se aproximaram dos mesmos resultados e descobriram o estudo publicado mais de três décadas antes. O zoólogo William Bateson se encarregou de difundir o trabalho e dar crédito a seu autor, providenciando a publicação do texto traduzido para o inglês, em 1901, na revista *Journal of the Royal Horticultural Society*. Foi aí que, de fato, nasceu a Genética.

GUIMARÃES, Maria. O legado de um monge invisível. *Pesquisa Fapesp*, n. 239, jan. 2016. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/01/12/o-legado-de-um-monge-invisivel>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Investigação

Na interpretação dos resultados da *Investigação*, espera-se que os estudantes consigam representar as situações indicadas, compreendendo os tipos de gametas formados, os genótipos e fenótipos resultantes dos cruzamentos e suas respectivas probabilidades.

No item **a**, são apenas dois tipos de gameta, tanto masculinos quanto femininos: gametas apenas com o alelo **A** (miçanga amarela), ou gametas somente com o alelo **a** (miçanga verde).

No item **b**, a proporção genotípica é 1:2:1, ou seja, 25% de plantas **AA**, 50% de plantas **Aa** e 25% de plantas **aa**. A proporção fenotípica é 3:1, isto é, 75% de plantas com sementes amarelas e 25% de plantas com sementes verdes.

Na atividade **c**, é interessante que os estudantes elaborem um pequeno texto com suas próprias palavras, incorporando os termos e conceitos aprendidos. A seguir, fornecemos uma possibilidade de texto que inclui os conceitos estudados:

“Em um par de cromossomos homólogos, encontramos genes alelos, ou seja, genes que determinam um mesmo caráter e estão localizados na mesma região, sendo um alelo em cada cromossomo. Entre os alelos, existe uma relação de dominância e recessividade. Um alelo dominante manifesta uma característica tanto em heterozigose quanto em homozigose. Já o alelo recessivo apenas manifesta um determinado caráter quando em homozigose. Os cromossomos homólogos separam-se na meiose, processo que resulta na formação de gametas. Dessa maneira, quando analisamos a herança de algumas características, podemos dizer que os descendentes recebem um cromossomo da mãe e outro do pai.”

7. Com o restante da massa de modelar e das miçangas, representem os cromossomos que vão ser usados para preencher o quadro de Punnett, de modo a fornecer os resultados do cruzamento.

### Interprete os resultados Veja subsídios nas Orientações didáticas.

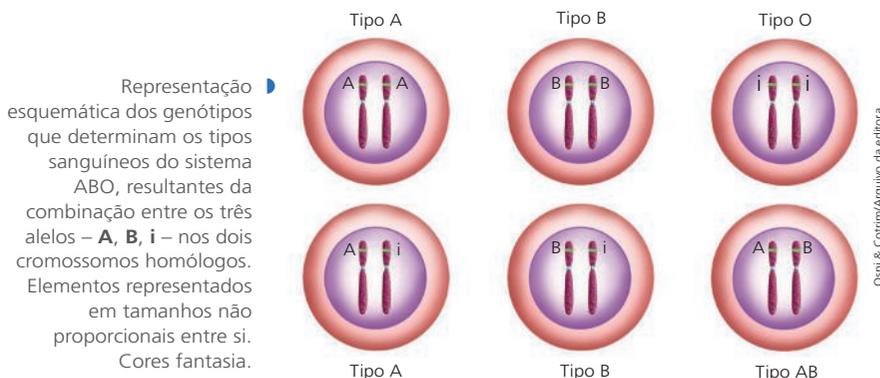
- Com relação a esses alelos, quantos tipos diferentes de gametas femininos foram formados? E de masculinos?
- Quais foram os genótipos e respectivos fenótipos resultantes desse cruzamento? Qual a proporção entre eles?
- Escrevam uma explicação desse mecanismo de herança usando todos os conceitos que vocês aprenderam até aqui: cromossomos homólogos, genes, alelos, dominância, recessividade, meiose.

## Alelos com ausência de dominância

Os alelos de um par nem sempre apresentam esse tipo de relação, na qual um é dominante sobre o outro. Existem casos em que não há dominância entre os alelos: fala-se em **ausência de dominância**.

Como exemplo desses casos, vamos comentar os alelos que determinam os tipos sanguíneos do sistema ABO na espécie humana. Cada pessoa pertence a apenas um dos grupos sanguíneos possíveis desse sistema: **A**, **B**, **AB** e **O**.

Na determinação desses fenótipos, há participação de três alelos, e não apenas dois, como analisamos até agora. Vamos representá-los pelas letras **A**, **B** e **i**. Como esses alelos estão em cromossomos homólogos, cada pessoa só pode apresentar dois deles. Veja as possíveis combinações entre eles.



Quando a pessoa tem os alelos **A** e **B**, os dois se manifestam, pois não há relação de dominância entre eles. Nesse caso, a pessoa é do grupo sanguíneo **AB**.

Quando a pessoa tem os alelos **A** e **i**, só o **A** se manifesta. Desse modo, o alelo **A** é dominante sobre o **i**. Nesse caso, a pessoa é do grupo sanguíneo **A**.

Quando a pessoa tem os alelos **B** e **i**, só o **B** se manifesta, pois é dominante sobre o alelo **i**. Nesse caso, a pessoa é do grupo sanguíneo **B**.

Como se pode notar, o alelo **i** é recessivo em relação aos **A** e **B**. Há, portanto, relação de dominância entre **A** e **i** e entre **B** e **i**.

Uma pessoa do grupo **O** tem genótipo **ii**.

Muitas características genéticas não seguem o padrão de dominância. Vamos explorar esses casos utilizando o sistema ABO como exemplo, uma vez que não há dominância entre os alelos **A** e **B**, pois ambos se manifestam. Essa condição também é conhecida como codominância, pois os fenótipos A e B podem ser expressos concomitantemente. Outros exemplos podem ser mencionados, como a coloração das flores da planta “maravilha” (*Mirabilis jalapa*). As flores brancas são condicionadas pelo alelo **B** e as flores vermelhas, pelo alelo **V**. Na condição heterozigótica (**BV**), não há dominância entre os alelos, pois ambos se manifestam, e o fenótipo resultante é de flores rosa. Nesse exemplo, o fenótipo do heterozigoto é geralmente intermediário e diferente dos fenótipos condicionados pelos homozigotos, de modo que essa condição também é chamada de dominância incompleta.

## Aplique e registre

Não escreva no livro

- Copie no caderno o quadro a seguir e complete-o informando os possíveis fenótipos e respectivos genótipos em relação ao tipo sanguíneo humano do sistema ABO.

Fenótipo	Genótipos possíveis
A	AA ou Ai
B	BB ou Bi
AB	AB
O	ii

## 5 Herança de genes localizados nos cromossomos sexuais

Na espécie humana, dos 46 cromossomos, 44 deles são pares de cromossomos homólogos que são semelhantes tanto em homens quanto em mulheres. Esses cromossomos são chamados **autossomos**, e o padrão de herança dos genes que eles contêm segue os princípios gerais já comentados anteriormente. Os dois outros cromossomos, no entanto, são um par diferente. Eles têm tamanhos distintos e ocorrem de modo também distinto em homens e em mulheres. Por isso, eles são chamados **cromossomos sexuais** e denominados **X e Y**.

O cromossomo X é maior que o Y, e a maior parte dos genes que eles contêm difere dos que ocorrem no Y. No cromossomo Y, há poucos genes e praticamente todos são relacionados com a diferenciação de testículos. No cromossomo X, há vários genes. As mulheres têm dois cromossomos X, e os homens têm um cromossomo X e um Y. Com isso, a herança de genes localizados nesses cromossomos apresenta aspectos distintos da herança dos demais genes localizados nos autossomos.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

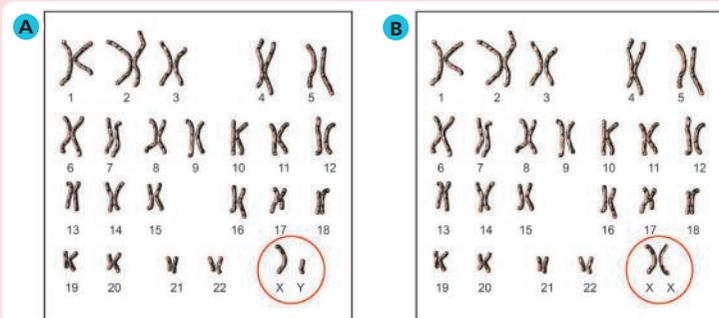
A atividade visa auxiliar na compreensão do sistema ABO com base na relação entre os fenótipos e genótipos possíveis.

O estudo dos cromossomos sexuais é fundamental para compreender o padrão de hereditariedade de diversas características, como a hemofilia. Inicialmente, é importante caracterizar o par de cromossomos sexuais, indicando sua ocorrência variada entre homens e mulheres. Para incentivar a participação e reflexão dos estudantes, questione-os se o padrão de herança de genes ligados aos cromossomos sexuais segue o mesmo padrão visto anteriormente. Para dar continuidade, por exemplo, pergunte como deve ser o fenótipo de um homem que recebe o alelo recessivo localizado no cromossomo X. Espera-se que os estudantes apontem que o fenótipo será recessivo, pois, ao receber apenas um cromossomo X, o alelo será manifestado.

## Quem já ouviu falar em...

### ... cariótipo?

Analise as ilustrações ao lado. Em cada ilustração estão os 23 pares de cromossomos. Os autossomos recebem números de 1 a 22 e estão ordenados em grupos pelo tamanho. O último a ser representado é o par de cromossomos sexuais. Esse tipo de ilustração se chama **cariótipo**.



Cariótipos humanos: (A) masculino; (B) feminino. Destacamos o par de cromossomos sexuais.

29

Capítulo 1 Genética

Unidade 1 Vida e evolução

### Quem já ouviu falar em...

O cariótipo representa o conjunto de cromossomos das células somáticas de um organismo. O método de cariotipagem descrito é muito comum para identificar o número e o padrão dos cromossomos de células somáticas, sendo um recurso fundamental em áreas médicas para identificação de alterações. Outras aplicações da cariotipagem também incluem o estudo de parentesco entre espécies.

O cariótipo pode ser representado por meio da imagem do conjunto de cromossomos. Nesse caso, a fotomicrografia é chamada de cariograma. Mais comumente, as informações fotográficas são apresentadas com os cromossomos homólogos pareados e organizados de acordo com o tamanho. Há também o idiograma, isto é, a representação esquemática de um cariótipo, como a ilustração que acompanha o texto.

## Orientações didáticas

É fundamental que os estudantes compreendam a segregação dos cromossomos sexuais na meiose e como isso afeta a formação dos gametas. Para auxiliá-los, solicite que acompanhem a explicação com o esquema apresentado nesta página.

Confira, a seguir, a sugestão de *Leitura complementar* a respeito da pesquisadora estadunidense Nettie Stevens, que pode ser explorada com os estudantes para ampliar o estudo dos cromossomos sexuais do ponto de vista histórico. Além disso, é outra oportunidade para ressaltar a importância da participação de cientistas mulheres na construção do conhecimento científico.

### Leitura complementar

[...] Nascida em 7 de Julho 1861, filha de carpinteiro, perdeu a mãe aos dois anos de idade, cresceu na América logo após a Guerra Civil, Nettie optou por um caminho diferente da maioria das mulheres na época e decidiu estudar! [...]

Ao estudar o bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*), ela descobriu que os machos continham células reprodutivas com cromossomos X e Y, enquanto as fêmeas apenas células com X. Ela concluiu que o sexo é hereditário como um fator cromossômico e que os machos determinam o gênero da prole. Essa descoberta publicada em 1905 foi também a primeira vez que foi demonstrado um elo entre uma característica física (sexo) e diferenças nos cromossomos.

É importante lembrarmos que na época a teoria cromossômica da herança ainda não era aceita pelos cientistas, e comumente acreditava-se que o sexo era determinado pela fêmea e/ou fatores ambientais. Consequentemente, as descobertas de Nettie não receberam a devida atenção no meio científico.

Outro pesquisador, Edmund Wilson, realizou uma descoberta semelhante ao mesmo

tempo e de forma independente, reconheceu as contribuições de Nettie Stevens. Anos depois, o pesquisador Thomas Hunt Morgan também encontrou os mesmos resultados.

Em 1908, Nettie sugeriu que experimentos de reprodução seriam a única forma de testar se o sexo é realmente um fator mendeliano. Embora não tenha vivido para vê-lo, ela estava correta. O assunto foi resolvido com os próprios resultados de Morgan mapeando um fator mendeliano (a mutação do olho branco) para um cromossomo sexual em *Drosophila*. [...]

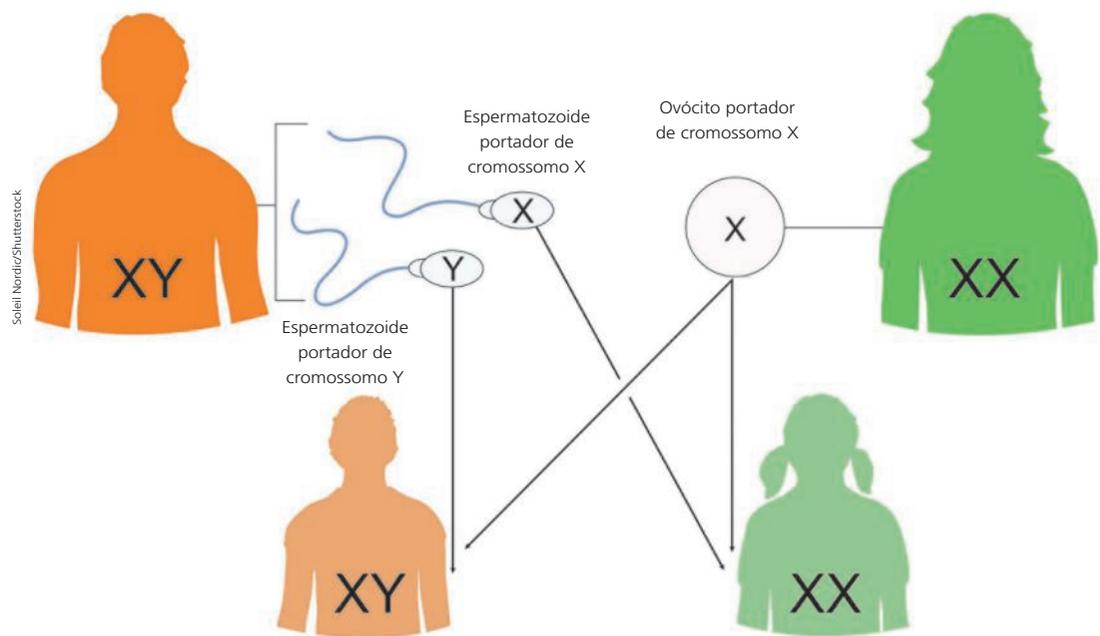
CRUZ, Vanessa Paes da. Nettie Stevens: a descoberta dos cromossomos sexuais. *Mulheres na ciência*, 7 jul. 2017. Disponível em: <<http://mulheresnaciencia.com.br/nettie-stevens-a-descoberta-dos-cromossomos-sexuais>>. Acesso em: nov. 2018.

Para obter o cariótipo, células nucleadas, retiradas em geral do sangue, são colocadas em meios de cultura onde são estimuladas a se dividir. Nesse meio de cultura, depois de um certo tempo em que elas estão se dividindo, adiciona-se uma substância que interrompe a divisão celular. As células que estavam com os cromossomos bem evidentes são selecionadas e tratadas, de modo a se obter os pares de cromossomos, que são fotografados ao microscópio. As fotografias são recortadas e se montam com elas as figuras da página anterior.

Como vimos, na meiose os cromossomos de cada par de homólogos se separam. Assim, no caso dos cromossomos sexuais, temos as seguintes situações:

- os gametas femininos têm, além de um cromossomo de cada par de autossomos, um cromossomo sexual, que no caso é o X;
- os gametas masculinos têm, além de um cromossomo de cada par de autossomos, um cromossomo sexual, que pode ser o X ou o Y.

Considerando, então, apenas os cromossomos sexuais, a distribuição deles na formação de gametas e as possibilidades que podem ocorrer na fecundação são:



Representação esquemática da distribuição dos cromossomos sexuais na formação de gametas humanos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Pela análise desse esquema, pode-se notar que o homem recebe o cromossomo X da mãe e o Y do pai. A mulher recebe um cromossomo X da mãe e um cromossomo X do pai.

Assim, a herança de genes localizados nos cromossomos sexuais tem suas particularidades. Nas mulheres, que são XX, os alelos de cada gene

podem ocorrer em homozigose ou em heterozigose; mas no caso dos homens, nem sempre. No trecho do cromossomo X que não tem correspondência com o Y, há apenas um dos alelos do gene e não os dois alelos. Assim, nos homens os alelos localizados nessa região do cromossomo X não ocorrem em dose dupla. Por isso, certas doenças causadas por alelos recessivos localizados no cromossomo X são mais comuns nos homens do que nas mulheres.

Um exemplo é a hemofilia, doença causada por alelo recessivo que se localiza no trecho do cromossomo X sem correspondência com o Y.

Essa doença, caracterizada pela falta ou dificuldade de coagulação do sangue, é mais comum no sexo masculino. Como o homem é XY, se no X estiver o alelo para hemofilia, ele se manifesta mesmo em dose simples. Para uma mulher ser hemofílica, ela precisa apresentar o alelo recessivo nos dois cromossomos X.

Veja um esquema da herança dessa doença no caso de um casal no qual nenhum dos indivíduos é hemofílico, mas o alelo para hemofilia está presente no cromossomo X da mãe.

A representação desses alelos no cromossomo X é feita como está mostrado no cruzamento a seguir.

$$\text{♀ } X^H X^h \quad \times \quad \text{♂ } X^H Y$$

		Gametas	
		$X^H$	Y
Gametas	$X^H$	$X^H X^H$	$X^H Y$
	$X^h$	$X^H X^h$	$X^h Y$

Nesse caso, os descendentes desse casal podem ser mulheres não hemofílicas, em que metade delas será portadora do alelo recessivo para hemofilia, ou homens, em que metade pode ser hemofílica e metade não hemofílica.

**1. O alelo para hemofilia é recessivo. Na herança de genes ligados ao cromossomo X, o X que o filho recebe é sempre da mãe, pois o Y vem do pai. Assim, o filho desse casal pode herdar o X com o alelo recessivo ou o X com o alelo dominante. Com isso, ele pode tanto ser hemofílico quanto não hemofílico. No caso da filha, ela pode ser hemofílica, desde que receba o X do pai com o alelo recessivo e o X da mãe também com o alelo recessivo.**

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Há a possibilidade de um casal ter um filho com hemofilia em uma situação em que o homem é hemofílico e a mulher não é hemofílica, embora tenha o alelo para a hemofilia em um de seus cromossomos X? E uma filha, considerando essas mesmas condições? Explique sua resposta.
- Quais são os sintomas da hemofilia? *A hemofilia causa alteração na coagulação do sangue. Portanto, o hemofílico tem maior dificuldade para formar um coágulo e pode ter hemorragias mais frequentemente.*

As doenças podem ser consideradas hereditárias quando são transmitidas pelos genes (de pais para filhos). Nesse caso, elas podem se manifestar já desde o nascimento, ou então em diferentes fases ao longo da vida do indivíduo.

Quando uma criança já nasce com uma doença, fala-se que ela é congênita. Neste caso, ela pode ser hereditária ou não. A doença congênita não hereditária é aquela que surge durante o desenvolvimento do feto por ação do meio, como nos casos em que as mães contraem, durante a gestação, uma doença que interfere no desenvolvimento do feto. É o caso, por exemplo, da infecção pelo zika vírus em gestantes, que causa microcefalia nos bebês. Os casos de microcefalia foram muito discutidos há poucos anos na mídia, em função do surto de contaminações que houve por esse vírus em certas regiões do país.

### Conheça também

#### Aconselhamento genético

Os textos sugeridos abordam as contribuições do aconselhamento genético como prática de medicina preventiva. Além de ser um tema muito atual, a matéria pode ser interessante para explorar aspectos práticos e médicos relacionados a doenças hereditárias.

Disponíveis em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/mulher-2/aconselhamento-genetico-pode-prevenir-doencas-e-disturbios-graves/>>; <[www.genoma.ib.usp.br/sites/default/files/folheto\\_aconselhamentogenetico.pdf](http://www.genoma.ib.usp.br/sites/default/files/folheto_aconselhamentogenetico.pdf)>. Acessos em: out. 2018.

### Orientações didáticas

Auxilie os estudantes na compreensão de que alelos recessivos no cromossomo X de homens podem se manifestar, mesmo estando em dose única. Essa condição resulta na maior ocorrência de algumas doenças entre homens, como a hemofilia. Essa compreensão também pode ser trabalhada ao explorar o quadro de Punnett desta página com os estudantes.

### Aplique e registre

A atividade 1 visa contribuir para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI08], utilizando a hemofilia como exemplo.

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

## O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes reformulem suas respostas, justificando as informações com base no mecanismo de hereditariedade. Por exemplo, eles podem mencionar que o zigoto é formado com contribuição de cromossomos maternos e paternos, em igual proporção. Também é esperado que eles identifiquem os gametas como células reprodutivas e que apresentem metade do número de cromossomos de uma célula somática. Além disso, incentive a reflexão sobre a segregação de alelos na meiose e a reformulação da resposta sobre o mecanismo de hereditariedade.

## Análise e resposta

As atividades visam auxiliar no desenvolvimento das habilidades [EF09CI08] e [EF09CI09], explorando conceitos-chave de genética e aplicando-os em diferentes contextos.

Na atividade 4, espera-se que os estudantes representem a mitose e a meiose e reconheçam que, na meiose, há duas divisões celulares seguidas, de modo que os cromossomos homólogos emparelham-se e se separam na primeira delas. Depois, na segunda divisão, os cromossomos replicados se separam, formando, ao final do processo, quatro cé-

lulas haploides. Na mitose, isso não ocorre. De uma célula inicial surgem duas com o mesmo número de cromossomos da célula inicial.

Na atividade 6, é interessante que os estudantes trabalhem com outra característica, reconhecendo os genótipos e fenótipos associados. Essa atividade também deve contribuir para a ampliação do entendimento da primeira lei de Mendel.

A atividade 7 explora outra situação na qual os conceitos relacionados à primeira lei de Mendel devem ser aplicados e trabalhados em conjunto pelos estudantes. É importante orientar a atividade no sentido de que eles respeitem uns aos outros e desenvolvam a capacidade de responder e corrigir de forma colaborativa.

As atividades 8 e 9 visam trabalhar diferentes características humanas sob a perspectiva genética. Os estudantes deverão analisar os genótipos e fenótipos parentais para explicar as características dos filhos. Como resposta ao item b da atividade 9, é possível dizer que o segundo filho poderá pertencer aos grupos A, B, AB ou O. Isso porque os pais são heterozigóticos e a combinação dos possíveis gametas permite todos esses fenótipos.

A atividade 10 introduz o conceito de heredograma e incentiva a interpretação de características hereditárias de forma gráfica.

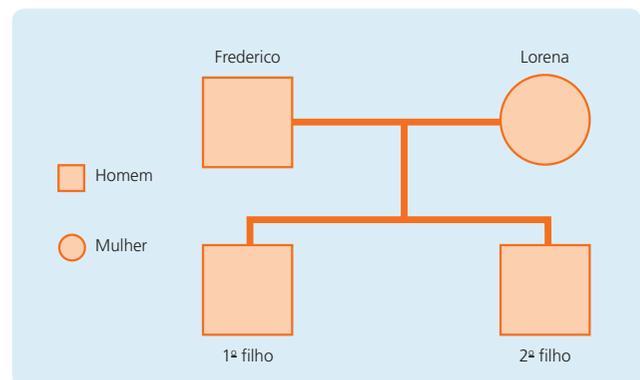
## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## Análise e resposta

2. Explique o que são genes, elaborando um desenho esquemático que mostre onde eles se localizam nas células eucarióticas. *Genes são trechos da molécula de DNA que contêm informações hereditárias.*
3. Elabore uma frase para explicar a diferença entre alelo dominante e recessivo.  
*Resposta pessoal.*
4. Monte um esquema no caderno que mostre a diferença entre mitose e meiose. Depois, escreva um resumo sobre essas diferenças. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
5. Nas plantas de ervilha estudadas por Mendel, o número diploide de cromossomos é 14. Quantos cromossomos há numa célula haploide? *Sete cromossomos.*
6. Escolha um dos caracteres estudados por Mendel, exceto a cor da ervilha. Monte um cruzamento entre duas plantas heterozigóticas para o caráter que você escolheu. Explique os resultados nos descendentes e diga qual a proporção fenotípica e genotípica obtida. Compartilhe seus dados com os demais colegas de classe. Com os dados deles, elaborem um painel com os dados obtidos, de modo a resumir os trabalhos de Mendel com um par de alelos. No painel, escrevam a primeira lei de Mendel.  
*Resposta pessoal.*
7. Proponha uma questão para os colegas de classe envolvendo a herança de um dos caracteres estudados por Mendel, mas que envolva o cruzamento de uma planta homozigótica recessiva com uma planta heterozigótica. Para isso, você tem que ter a resposta pronta para saber se os colegas acertaram. Troquem as questões entre vocês e avaliem os acertos. Se houve erros nas respostas, analisem e corrijam, de modo que todos possam ficar com as respostas corretas e os conceitos bem compreendidos. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
8. Um casal que consegue degradar normalmente o aminoácido fenilalanina pode gerar uma criança com fenilcetonúria? Justifique sua resposta. *Sim, pois a fenilcetonúria se manifesta quando o alelo está em dose dupla. Se o pai e a mãe forem portadores do alelo recessivo, existe uma chance em quatro de a criança receber os dois alelos recessivos e ter fenilcetonúria.*
9. Considere a seguinte situação: Frederico pertence ao grupo sanguíneo A e casou-se com Lorena, que pertence ao B. O primeiro filho desse casal é do grupo O.
  - a) Como é possível esse casal ter gerado um filho desse grupo sanguíneo?  
*Os pais são heterozigóticos (Ai e Bi), dessa forma podem gerar um filho ii (tipo O).*
  - b) Frederico e Lorena planejam o segundo filho e querem saber de quais grupos sanguíneos esse filho pode ser. O que você diria a eles? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

10. Uma das maneiras de representar a herança de uma característica em uma família é por meio de heredogramas. Neles, os homens são representados por quadrados, e as mulheres, por círculos. Os cruzamentos (casamentos) são representados por traços horizontais, unindo um homem e uma mulher, e os descendentes desse casamento são indicados por traços verticais. Veja um exemplo ao lado.



a) Faça, agora, o heredograma da seguinte família: João é do grupo sanguíneo O e casou-se com Fernanda, que é do grupo AB. Tiveram quatro meninas, sendo três do grupo A e uma do grupo B.

b) Depois de montado o heredograma, escreva o genótipo de cada pessoa dessa família.

João: ii; Fernanda: AB; 3 filhas Ai; 1 filha Bi.

11. A hemofilia é uma doença causada por alelo recessivo localizado no cromossomo X. Uma mulher não hemofílica casou-se com um homem não hemofílico e tiveram um menino hemofílico. Explique como isso é possível.

A mulher certamente é heterozigótica, com um alelo dominante e que não caracteriza hemofilia em um dos cromossomos X e, no outro, o alelo recessivo para a hemofilia. Como é da mãe que o menino herda o X, ele herdou justamente o X com o alelo da hemofilia.

12. Fernando tem hemofilia e acha que herdou essa doença do pai, já que sua mãe não é hemofílica e seu pai é hemofílico. Fernando tem razão? Explique sua resposta e construa um heredograma com esses dados.

Não tem razão, pois ele não herda o X do pai, mas sim da mãe. Assim, a hemofilia veio da mãe, que deve ser heterozigota.

13. Atualmente os testes de paternidade são feitos por meio da análise do DNA, mas, antes de se conhecer essa metodologia, os testes de paternidade eram pautados apenas na análise dos grupos sanguíneos entre os possíveis pais e descendentes. Tendo apenas os grupos sanguíneos como referência, analise a seguinte situação:

O homem pode ser o pai, mas não há certeza. Se a mulher e o homem forem heterozigotos, podem gerar filho homozigoto recessivo do grupo O. Nesse caso, a paternidade não pode ser excluída, mas também não pode ser confirmada.

Uma mulher do grupo sanguíneo A afirma que um homem do grupo B é o pai de seu filho, que é do grupo O. Pode-se concluir com certeza que esse homem é o pai da criança? Justifique sua resposta.

14. Na espécie humana, há outro sistema de grupos sanguíneos chamado Rh. As pessoas podem ser Rh positivas ou Rh negativas, caso tenham ou não, respectivamente, o fator Rh, uma proteína. Cerca de 85% da população é do tipo Rh<sup>+</sup>. O fator Rh recebeu esse nome por ter sido inicialmente descoberto em macacos que eram classificados no gênero *Rhesus*, atualmente classificados na espécie *Macaca mulatta*.

A herança do sistema Rh é mais complexa, mas vamos aqui considerar como decorrente de dois alelos: o dominante, que chamaremos de R, o qual se relaciona com a produção do fator Rh (Rh<sup>+</sup>), e o recessivo, que chamaremos de r.

Com base nessas informações, responda:

a) Quais são os possíveis genótipos e respectivos fenótipos para os grupos Rh?

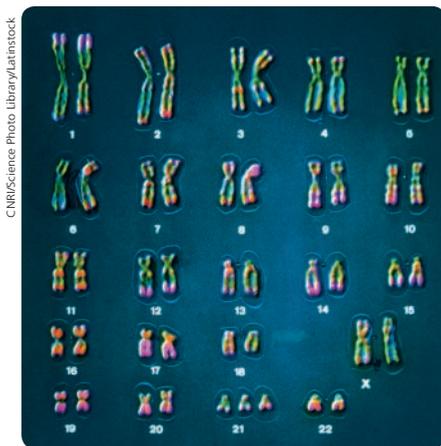
b) Um casal em que ambos são Rh<sup>+</sup> pode gerar um filho Rh<sup>-</sup>? Explique sua resposta.

Sim, mas apenas se ambos forem heterozigotos.

15. Analise o cariótipo a seguir e compare-o com os mostrados no capítulo. Localize nele a trissomia do 21, causadora da síndrome de Down. Diga se esse cariótipo é de uma mulher ou de um homem.



Macaca mulatta, em Jaipur, na Índia. Mede entre 40 cm e 70 cm de comprimento.



A trissomia está localizada no par 21, no qual observamos três cromossomos. Esse cariótipo é de uma mulher, porque o último par tem dois cromossomos X.

Carótipo humano construído a partir de fotomicrografia eletrônica de cromossomos humanos. Aumento aproximado: 2800 vezes. Colorida artificialmente.

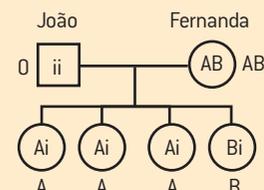
14. a) Três genótipos para esse caráter: RR, Rr e rr. Os genótipos RR e Rr condicionam o fenótipo Rh<sup>+</sup>, e o genótipo rr condiciona o fenótipo Rh<sup>-</sup>.

## Orientações didáticas

### Atividades

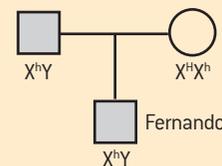
#### Análise e resposta

É fundamental que os estudantes se familiarizem com a representação de heredogramas para discutir a transmissão de características herdáveis em uma família. Como resposta à questão 10, espera-se que os estudantes concluam, após montar o heredograma, que o casal pode ter filhos de dois grupos sanguíneos: A e B.



As atividades 11 e 12 trabalham a questão da hereditariedade sob a perspectiva das heranças ligadas ao sexo. Com base no exemplo da hemofilia, os estudantes devem analisar os genótipos e fenótipos parentais para explicar as características do filho.

Na atividade 12, o heredograma deve indicar os genótipos esperados dos pais, com base no genótipo do Fernando, como segue:



O objetivo da atividade 13 é auxiliar na interpretação de informações genéticas na resolução de problemas.

Na atividade 14, é tratado o sistema Rh. Apesar de a característica apresentar um padrão mais complexo de hereditariedade, optamos por simplificar a condição para que os estudantes possam explorar os genótipos e fenótipos associados.

Na atividade 15, os estudantes devem analisar a informação apresentada no cariótipo.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

Na atividade 16, abordamos um tipo de daltonismo como outro exemplo de herança ligada ao cromossomo X. É fundamental que os estudantes comparem e analisem os genótipos e os fenótipos para resolver as situações apresentadas. Além disso, é interessante que eles reconheçam e expliquem a maior frequência de casos entre homens em razão de a herança estar ligada ao cromossomo X.

#### Pesquisa

Na atividade 17, comente que o Projeto Genoma Humano envolve pesquisadores de diversas instituições do mundo e tem como objetivo identificar os genes que existem nos 23 pares de cromossomos humanos. Com esse conhecimento, torna-se possível facilitar a detecção de doenças determinadas geneticamente e estudar novos tratamentos. Mais informações podem ser consultadas nas sugestões de páginas a seguir.

#### Conheça também

##### Projeto Genoma Humano

Saiba mais sobre o projeto, seus objetivos, métodos e contribuições.

Disponível em: <www.genoma.ib.usp.br/sites/default/files/projeto-genoma-humano.pdf>. Acesso em: out. 2018.

##### Como a revelação dos mistérios do genoma humano está mudando o mundo

A matéria apresenta as diversas contribuições nas áreas de medicina e saúde em decorrência dos avanços na compreensão do genoma humano.

Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/geral-43958616>. Acesso em: out. 2018.

16. O daltonismo caracteriza-se por deficiência na percepção de cores por células especializadas da retina (“cegueira” parcial para cores). Existem três tipos de daltonismo, mas vamos falar apenas do tipo causado por alelo recessivo localizado no cromossomo X. Neste caso, o daltônico tem dificuldade para distinguir as cores vermelha e verde e tons relacionados a essas cores. Há testes para se verificar esse tipo de daltonismo, usando figuras como a mostrada ao lado. Os daltônicos não conseguem distinguir o número, pois não diferenciam as cores que o compõem das que o envolvem.

Sendo assim, a mulher pode apresentar três genótipos em relação ao daltonismo:

- $X^D X^D$  – não daltônica;
- $X^D X^d$  – não daltônica, pois em um dos cromossomos X está o alelo dominante D, que não causa o daltonismo;
- $X^d X^d$  – daltônica, pois o genótipo homocigótico recessivo condiciona este tipo de daltonismo.

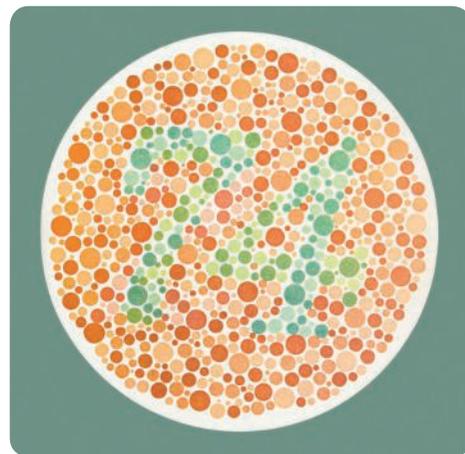
O homem, em relação ao daltonismo, pode apresentar somente dois genótipos:

- $X^D Y$  – não daltônico;
- $X^d Y$  – daltônico.

Com base nessas informações responda:

Mãe  $X^D X^d$  × Pai  $X^d Y$ : filhas podem ser  $X^D X^d$  (não daltônicas) ou  $X^d X^d$  (daltônicas); filhos podem ser  $X^D Y$  (não daltônicos) ou  $X^d Y$  (daltônicos).

- a) Um casal em que a mulher é heterocigota para o daltonismo e o homem é daltônico pode ter descendentes do sexo feminino não daltônicos? E descendentes do sexo masculino também não daltônicos? Explique sua resposta.
- b) Elabore uma explicação para justificar por que os casos de daltonismo são mais comuns em homens do que em mulheres, considerando o modo como essa condição é herdada. Essa explicação se aplica para os casos de hemofilia?



A imagem é usada para verificar se uma pessoa tem daltonismo. Uma pessoa não daltônica deve conseguir enxergar o número 74.

#### Pesquisa

17. O Brasil é um dos países envolvidos no Projeto Genoma Humano. Faça, com seu grupo, uma pesquisa a respeito do que significa genoma e o que é o Projeto do Genoma Humano. Busquem os dados que foram obtidos nesse projeto e as possibilidades de avanços científicos que estão relacionadas a ele. Compartilhem com os demais colegas de classe por meio de um *blog* ou de qualquer outra mídia, de modo que todos possam ser informados do assunto e trocar ideias. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
18. Em grupo, façam uma pesquisa a respeito da história da descoberta do DNA e da importância do trabalho de Rosalind Franklin nessa descoberta. Analisem a questão da discriminação de mulheres na ciência naquela época. Será que essa situação persiste atualmente? Façam uma pesquisa a respeito desse tema e montem uma apresentação para discutir esse assunto com os demais colegas de classe. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
19. Em grupo, pesquisem quais são os direitos garantidos por lei às pessoas com síndrome de Down. Escrevam um texto em forma de reportagem, argumentando por que é importante que esses direitos sejam respeitados em nossa sociedade. Se possível, entrevistem uma pessoa com síndrome de Down. Para isso, é importante ter o consentimento da pessoa que será entrevistada e de seus responsáveis. Expliquem que é para um trabalho na escola e perguntem se consentem a divulgação da entrevista. Havendo concordância, perguntem a respeito das principais conquistas dessa pessoa e eventuais dificuldades. Incluam essa entrevista na reportagem. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
20. Pesquise em rótulos de alimentos quais são os produtos que têm fenilalanina. Faça uma lista no caderno e explique por que esses alimentos não devem ser consumidos pelos portadores de fenilcetonúria. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
16. b) Todos os casos de herança ligada ao X são mais frequentes em homens do que em mulheres. Nos homens, basta apenas um alelo no único cromossomo X que eles têm para que a característica seja manifestada. Já no caso das mulheres, como elas têm dois cromossomos X, há a necessidade de dois alelos, e o fenótipo vai depender da interação entre esses alelos. Esse caso se aplica para os casos de hemofilia.

As sugestões apresentadas na página 16 podem auxiliar na condução da atividade 18, fornecendo mais elementos para a discussão. De modo similar, as indicações da página 21 podem ser consultadas para auxiliar no desenvolvimento da atividade 19.

Na atividade 20, a lista deve conter alimentos ricos em proteínas, como carnes de peixe, boi, ovos, leite e seus derivados. A justificativa esperada é a de que os portadores de fenilcetonúria não podem consumir os alimentos listados porque não conseguem metabolizar a fenilalanina contida neles. Caso esse cuidado não seja tomado, a fenilalanina pode se acumular no organismo e causar danos irreversíveis ao sistema nervoso.

21. a) Sim, há dominância do  $w^+$  (vermelho) sobre o  $w$  (branco). Fêmea:  $X^{w+}X^{w+}$ . Macho:  $X^{w+}Y$ . Prole:  $X^{w+}X^w$  ou  $X^{w+}Y$ .

21. A mosca drosófila (*Drosophila melanogaster*) é um dos principais modelos de estudos genéticos. Desde o início do século XX, diversas pesquisas foram feitas com linhagens de drosófilas para compreensão de padrões de hereditariedade. O cientista Thomas Morgan (1866-1945), por exemplo, obteve importantes resultados explorando o padrão de coloração dos olhos.

a) O alelo que condiciona cor branca dos olhos é indicado por  $w$  (de *white*, branco em inglês) e o alelo responsável pelo fenótipo vermelho é  $w^+$ . Ambos estão localizados no cromossomo X. Ao cruzar fêmeas (XX) de olhos vermelhos com machos (XY) de olhos brancos, toda a descendência apresentava olhos vermelhos. Há padrão de dominância? Indique os genótipos dos indivíduos parentais e da prole.

b) O cientista Thomas Morgan ganhou o Prêmio Nobel em 1933 por apresentar evidências conclusivas de que os cromossomos são portadores dos genes, logo são responsáveis pela transmissão de características herdáveis. Pesquise mais a respeito desse cientista e faça um pequeno texto contando a importância dos seus experimentos para a genética. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*



Coloração vermelha e branca dos olhos de moscas drosófilas. Trata-se de uma característica hereditária ligada ao cromossomo X. A drosófila mede cerca de 3 mm de comprimento.

### Fórum de debates

- Leia a notícia abaixo: **b) Eles descobriram que alterações nesse gene levariam a problemas nos neurônios. Descobriram também que essas alterações podem ser corrigidas com uma substância presente na erva-de-são-joão.**

[...]

No fim de 2014, os pesquisadores do Projeto Genoma fizeram uma importante descoberta na área: o gene TRPC6 seria um dos genes de predisposição ao autismo e alterações nesse gene levariam a problemas nos neurônios. Indo mais além, chegaram à conclusão de que tais variações podem ser corrigidas com uma substância chamada hiperforina, presente na erva-de-são-joão. Todavia, uma vez que o gene descoberto é apenas uma das possibilidades de causa do autismo, a hiperforina só seria possível como tratamento para aqueles pacientes cujo transtorno provém do TRPC6. “A expectativa é que talvez 1% dos pacientes possa responder positivamente à erva-de-são-joão”, explica [a professora Maria Rita dos Santos e Passos Bueno, coordenadora do núcleo voltado a autismo do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco do Instituto de Biociências (IB) da USP]. Além da pesquisa, o Projeto Genoma oferece aos pacientes autistas, desde 2001, um serviço de aconselhamento genético. “Estudamos as famílias geneticamente e caracterizamos a parte comportamental. Já atendemos mais de mil pacientes”, afirma a professora.

[...]

OLIVEIRA, C. Um retrato do autismo no Brasil. Disponível em: <[www.usp.br/espacoaberto/?materia=um-retrato-do-autismo-no-brasil](http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=um-retrato-do-autismo-no-brasil)>. Acesso em: jul. 2018.

Discutam em classe a respeito das seguintes questões:

- Os resultados obtidos pelos pesquisadores do Projeto Genoma são relacionados ao genótipo ou ao fenótipo dos indivíduos? *Ao genótipo, pois o texto afirma que os pesquisadores identificaram o gene TRPC6 como um dos genes de predisposição ao autismo.*
- O que os pesquisadores descobriram a respeito do gene TRPC6?
- A Lei nº 13.146/2015 refere-se ao Estatuto da Pessoa com Deficiência, destinado a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social. O transtorno do espectro autista (como a condição é conhecida atualmente) é um dos tipos de deficiência contemplados pela lei. Assim, procurem saber mais a respeito dessa lei e discutam a respeito da importância da inclusão social de pessoas com deficiência, tanto nas escolas quanto no mercado de trabalho. Essa discussão é fundamental para o bom exercício da cidadania. Depois, promovam na escola uma campanha de esclarecimento abordando a importância da inclusão social de pessoas com deficiência. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Pesquisa

A atividade 21 auxilia no desenvolvimento da habilidade (EF09CI09) com base no estudo de características hereditárias em outras espécies além da humana. É interessante aproveitar essa oportunidade para comentar a importância de organismos modelos em estudo científicos, o que permite o aprofundamento do conhecimento a respeito de diferentes processos e padrões. No caso da genética, moscas drosófilas como a do exemplo ainda representam modelos muito estudados, assim como camundongos, algumas espécies de peixe, como o peixe-zebra (*Danio rerio*), e anfíbios, como as rãs do gênero *Xenopus*. No item b, para auxiliar na pesquisa sobre o cientista Thomas Morgan, confira a seguinte sugestão de consulta: <<http://www.ib.usp.br/eosite/history/chromosomes2.shtml>> [acesso em: nov. 2018].

#### Fórum de debates

As questões propostas incentivam a mobilização de conteúdos estudados juntamente com a interpretação do texto apresentado. Aproveite a oportunidade para conversar com os estudantes sobre como pesquisas científicas e avanços tecnológicos são fundamentais para a compreensão de diversas condições humanas, possibilitando avanços em tratamentos médicos e até curas.

A Lei nº 13.146/2015 está disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)> [acesso em: nov. 2018]. Se considerar pertinente, apresente seu conteúdo para os estudantes visando contribuir com uma discussão mais detalhada. Se possível, promova uma conversa para explorar os diferentes tipos de deficiência e a importância das estratégias de inclusão. É importante orientar os estudantes a debater aspectos políticos, sociais e afetivos relacionados à inclusão de pessoas com deficiência.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI10)** 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.

**(EF09CI11)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Evolução dos seres vivos.
- Adaptações dos seres vivos ao ambiente onde vivem.
- Fósseis como evidências da evolução biológica.
- Seleção natural.
- As ideias evolucionistas de Lamarck, Wallace e Darwin.
- Especiação.
- Noções básicas para interpretação de cladogramas.
- Categorias taxonômicas e nomenclatura biológica.

### Conteúdos procedimentais

- Análise de imagens, esquemas e diagramas.
- Interpretação e elaboração de textos.
- Comparação e avaliação de hipóteses e situações.
- Acompanhamento de roteiros de atividades práticas.
- Pesquisa em livros e sites de divulgação científica na internet.
- Trabalho individual e em grupo de modo que haja produção individual e coletiva.

### Conteúdos atitudinais

- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa de tarefas no trabalho em grupo.
- Reconhecimento da importância da linguagem científica.
- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Valorização da história da ciência, reconhecendo a importância do conhecimento de filósofos e cientistas do passado.

# Evolução

CAPÍTULO

2



FLPA/Shutterstock

Golfinho-comum-de-bico-longo nadando ao lado de um cardume de peixes, na África do Sul. Esses golfinhos podem medir até 2,50 m de comprimento.

O que esses animais que você vê na fotografia têm em comum? E o que eles têm em comum com todos os outros seres vivos que habitam o planeta? Uma das coisas que podemos listar é que todos eles passaram e estão passando pelo processo chamado evolução. Neste capítulo, vamos estudar algumas evidências desse processo e como ele ocorre, produzindo a enorme diversidade de vida que conhecemos.

## O que você já sabe?

Não escreva no livro

1. A forma do corpo de peixes e golfinhos é muito semelhante. Procure dar uma explicação para isso.
2. Qual seu entendimento da palavra evolução? E do conceito de evolução dos seres vivos? A forma de entender evolução nos dois casos é a mesma? Explique sua resposta.
3. Cite dois exemplos de plantas ou de animais que você conheça. Descreva de modo breve as características que você reconhece nesses organismos como sendo adaptações ao meio onde eles vivem. O que é uma adaptação? Proponha uma explicação para o surgimento de uma delas.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

36

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Ao longo da atividade explore as concepções prévias que os estudantes possuem a respeito do que é evolução e de quais são as evidências do processo evolutivo. De modo similar, aborde o tema adaptação com eles, explorando diferentes exemplos e situações. É interessante também incentivar que os estudantes tentem relacionar as características dos organismos com fatores ambientais. O exemplo da imagem de abertura pode auxiliar a iniciar a conversa.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

# 1 Adaptação dos organismos ao ambiente onde vivem

Ao analisarmos a fotografia da abertura do capítulo, notamos que peixes e golfinhos têm a forma do corpo semelhante. A partir dessa observação, poderíamos pensar que eles desenvolveram essas semelhanças para nadar nas águas do mar. Hoje sabemos, no entanto, que os seres vivos não desenvolvem características com uma finalidade, com uma intenção. Todas as características dos seres vivos são fruto do processo de evolução. Vamos falar um pouco a respeito disso.

A evolução é um processo complexo, mas que, em poucas palavras, pode ser entendido como descendência com modificação. Isso significa que as modificações surgidas ao acaso na geração de pais podem ser passadas para a geração de filhos se forem hereditárias, ou seja, se forem passadas por meio da reprodução.

Processos evolutivos agem sobre essas variações, determinando quais delas serão mantidas ou não ao longo das gerações. Um desses processos é a **seleção natural**. Pela seleção natural, são mantidas as modificações hereditárias vantajosas para os indivíduos em relação ao ambiente onde se encontram. Essas características vantajosas contribuem para aumentar a chance de sobrevivência dos indivíduos naquele ambiente e, com isso, chegar à idade adulta, se reproduzir e passar essas características vantajosas aos descendentes. Assim, ao longo das gerações, os organismos sofrem mudanças, evoluem e tornam-se mais **adaptados** ao meio onde vivem. A adaptação é, portanto, resultado do processo evolutivo por seleção natural.

Os peixes e os golfinhos apresentam algumas semelhanças entre si, como o formato do corpo, que favorece a natação, ou seja, um corpo hidrodinâmico. Essa semelhança é resultado do processo de evolução por seleção natural, que selecionou, ao longo do tempo, os indivíduos cujo formato do corpo propiciava maior capacidade de deslocamento na água, permitindo maior agilidade na fuga de predadores e na captura de alimento. Nesse caso, o formato hidrodinâmico do corpo evoluiu de forma independente no grupo dos golfinhos e no grupo dos peixes. São semelhanças ligadas apenas à adaptação ao ambiente aquático, sem que isso mostre que eles sejam animais proximoamente aparentados em termos evolutivos. Os golfinhos são descendentes de mamíferos terrestres que passaram a viver no mar, enquanto os peixes derivam de organismos que sempre viveram na água.

Golfinhos e peixes apresentam ainda muitas outras diferenças importantes entre si. Uma delas se refere ao modo como realizam a respiração. Os peixes apresentam brânquias como estruturas respiratórias e, por meio delas, efetuam as trocas gasosas entre o sangue e a água. Eles retiram o gás oxigênio dissolvido na água, passando-o para o sangue, e liberam do sangue para a água o gás carbônico. Os golfinhos, por outro lado, são animais que apresentam pulmões como estruturas respiratórias. Os pulmões são estruturas relacionadas com as trocas gasosas no ar e não na água. Nós, assim como os golfinhos, possuímos pulmões. Nós podemos mergulhar na água e prender nossa respiração por algum tempo, mas precisamos voltar à superfície para respirar. Os golfinhos fazem a mesma coisa, só que conseguem ficar sem respirar por muito mais

## Orientações didáticas

Evolução é um tema amplo que unifica todos os demais assuntos da Biologia, desde a origem e função das células até as dinâmicas dos ecossistemas. O objetivo deste capítulo é tratar de modo mais formal e contextualizado diversos conceitos centrais da evolução biológica, resgatando, para isso, a contribuição de cientistas que construíram e reformularam nossas concepções sobre origem e diversidade da vida.

Sugerimos iniciar a abordagem com as concepções prévias dos estudantes. Apesar de ser um processo complexo, a evolução pode ser entendida como descendência com modificação. Em outras palavras, corresponde a mudanças hereditárias nos organismos ao longo do tempo.

É fundamental explorar a questão da variação presente nos descendentes. As características hereditárias são transmitidas de uma geração a outra, de modo que, ao mesmo tempo em que os organismos são semelhantes entre si, também herdaram diferenças genéticas, se comparados aos indivíduos parentais. Esse tema foi estudado no capítulo anterior e é uma importante conexão para compreender os processos evolutivos.

Ao introduzir a seleção natural, é fundamental ressaltar a atuação desse processo sobre a variação das características dos organismos de uma população. Em meio a essa variação, características vantajosas em determinados contextos ambientais tendem a ser mantidas ao longo das gerações. Assim, a seleção natural é um processo que pode resultar em adaptações, ou seja, características hereditárias que se mostram vantajosas ao aumentar as chances de sobrevivência e reprodução dos indivíduos, fixando-se na população.

► As informações apresentadas sobre peixes e golfinhos representam uma boa oportunidade para iniciar o estudo evolutivo, promovendo a reflexão sobre adaptações, características vantajosas, fatores ambientais, descendência e parentesco evolutivo.

Outro aspecto central à evolução biológica é a ancestralidade, ou seja, todos os organismos atuais compartilham um mesmo ancestral. A diversidade biológica que observamos hoje é resultado de um longo processo de descendência com modificação iniciado há mais de 3,5 bilhões de anos. O material sugerido a seguir pode auxiliar no estudo da biologia evolutiva.

### Conheça também

#### Evolução

Material que explora diferentes conceitos relativos à evolução biológica de forma simples, objetiva e integrada.

Disponível em: <<http://ecologia.ib.usp.br/evosite/evo101/Intro.shtm>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

Aqui há um elemento-chave do processo evolutivo que pode ser trabalhado com os estudantes: o tempo. Ao longo da evolução dos organismos, muitas mudanças não são perceptíveis na nossa escala temporal, pois ocorrem ao longo de anos, décadas, centenas e até milhares de anos. Outras podem ser facilmente acompanhadas, como nas gerações de bactérias e fungos mantidas em laboratório. Ao longo de poucos anos, mudanças também podem ser observadas, por exemplo, em espécies vegetais cultivadas pelos seres humanos para diferentes finalidades.

Durante a diversificação da vida, o registro de inúmeros organismos foi preservado, permitindo o conhecimento de formas de vida diferentes das atuais. Os fósseis representam, assim, um valioso testemunho do processo evolutivo. Esse tema foi introduzido no volume do 6º ano, quando tratamos das rochas sedimentares e da importância dos fósseis. Retome esses assuntos e explore as informações desta seção para abordar a descendência com modificação como um processo que atua nos organismos ao longo do tempo. A *Leitura complementar* abaixo pode ser utilizada para ampliar a aprendizagem e valorizar a paleontologia brasileira.

Sugerimos também conversar com os estudantes a respeito de concepções evolutivas prévias pautadas, explícita ou implicitamente, em ideias de progressão ou aperfeiçoamento. É comum a noção equivocada de que a evolução representa o aprimoramento das espécies, produzindo organismos “melhores” e mais complexos que seus ancestrais. Consideramos fundamental auxiliar os estudantes na reformulação de concepções similares, desconstruindo a noção de escada ou escala evolutiva. É preciso orientá-los na compreensão da evolução como um processo contingente, sem direção ou finalidade, que é estruturado por eventos ao acaso, nos quais a seleção natural atua sobre características favoráveis ou desfavoráveis, dependendo do contexto ambiental.

tempo do que nós. Eles conseguem ficar cerca de oito minutos embaixo da água e mergulhar até aproximadamente 300 metros de profundidade. De tempos em tempos, sobem para a superfície para liberar o ar dos pulmões e inspirar o ar atmosférico, realizando, assim, as trocas gasosas com o ar. Eles podem morrer afogados se não fizerem isso. A capacidade de ficar por um longo período de tempo sem realizar trocas gasosas com o ar é uma das adaptações dos golfinhos para a vida no ambiente aquático.

### Quem já ouviu falar em...

#### ... parentesco entre golfinhos e hipopótamos?

Já discutimos anteriormente que nosso planeta nem sempre foi como hoje o conhecemos. Desde sua formação, a Terra passou por inúmeras modificações, tanto na sua estrutura física quanto na composição de espécies de seres vivos. Muitos dos organismos que já viveram no planeta podem ser conhecidos por meio de fósseis, como os esqueletos fossilizados de dinossauros, pegadas de animais e impressões de folhas de plantas. Há ainda casos de animais fósseis preservados inteiros, como os mamutes congelados na Sibéria, onde o frio é constante, e insetos preservados em âmbar.

Os registros fósseis são importantes testemunhos da evolução. Eles nos permitem levantar hipóteses de como pode ter ocorrido a evolução dos diferentes grupos de organismos que vivem hoje na Terra.

Um exemplo bem marcante desse tipo de estudo foi o que nos permitiu entender como deve ter ocorrido a origem e a evolução do grupo dos golfinhos e das baleias. Esses animais derivam de mamíferos ancestrais que andavam sobre quatro pernas no ambiente terrestre. Foram encontrados fósseis de animais que viveram em diferentes períodos da história da vida na Terra, que mostram modificações nos membros anteriores e posteriores e na forma do corpo, propiciando a esses animais a exploração de um novo ambiente, o aquático. Os membros reduziram de tamanho ou se modificaram em nadadeiras e a forma do corpo passou da forma típica de um animal terrestre que andava no solo com as quatro pernas para a de um animal mais adaptado ao nado, com corpo hidrodinâmico. Todo esse processo de modificações ocorreu ao longo de cerca de 12 milhões de anos.



Fóssil de um filhote de mamute encontrado inteiro em 2007, na Rússia.



Fóssil de mosca pré-histórica envolvido por âmbar. Essa amostra de âmbar mede 8 mm de largura e foi encontrada na Lituânia.

38

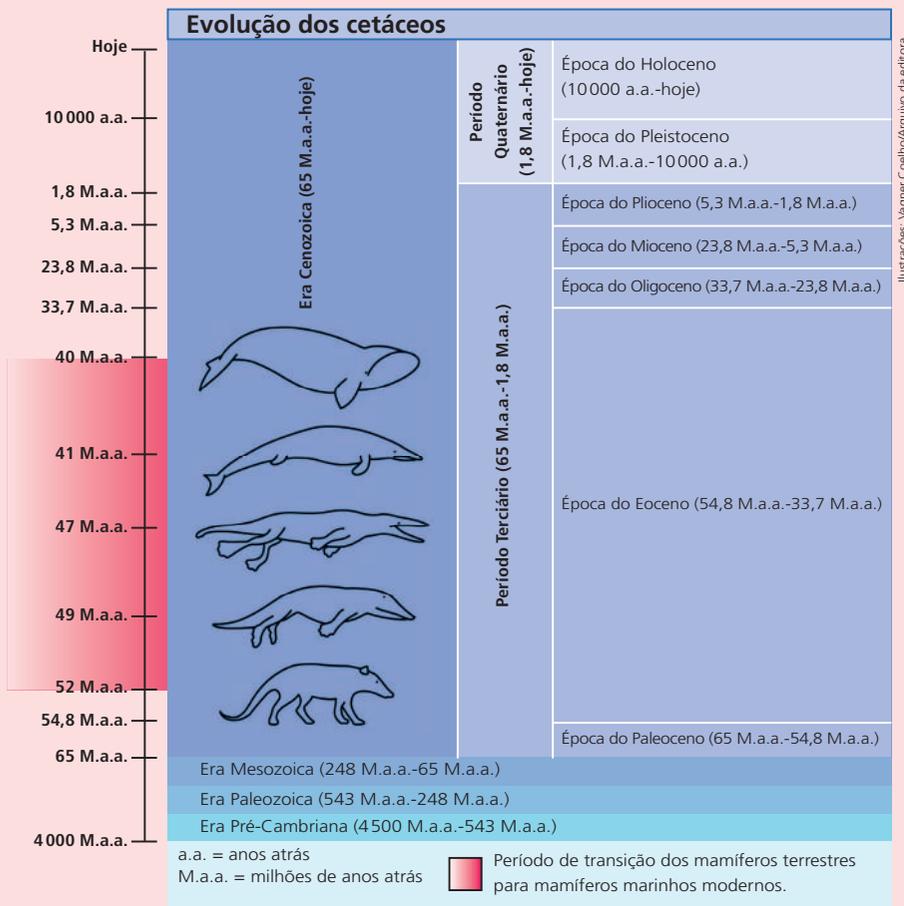
#### Leitura complementar

O Sertão já foi mar.

A Chapada do Araripe se situa entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. Forma um planalto com uma extensão leste-oeste de 160 quilômetros e norte-sul variando entre 30 e 50 quilômetros, e uma altitude variando entre 700 e 900 metros. A Chapada do Araripe é parte de uma área bem maior: a bacia do Araripe, que engloba alguns dos principais depósitos de fósseis do Brasil.

Do ponto de vista paleontológico, as principais unidades da Bacia do Araripe são as formações Crato e Romualdo (Grupo Santana). A Formação Crato representa um (ou mais) lago de água doce que existia na região há 115 milhões de anos. Com o passar do tempo, gradativamente houve um avanço do mar para o continente até que em torno de 110 milhões de anos se instalou na região uma laguna de água salgada, depositando as rochas que deram origem à Formação Romualdo. Nesta laguna se desenvolveram vários organismos, como

Veja na linha do tempo a seguir exemplos de alguns desses fósseis e os períodos de tempo em que viveram. Veja também a partir de qual período já temos registros de golfinhos e baleias como conhecemos nos dias de hoje.



Fonte: <[www.pbs.org/wnet/nature/ocean-giants-going-aquatic-cetacean-evolution/7577/](http://www.pbs.org/wnet/nature/ocean-giants-going-aquatic-cetacean-evolution/7577/)>, 12 mar. 2012. Acesso em: jul. 2018.

Linha do tempo mostrando exemplos de alguns dos fósseis de animais da linhagem dos golfinhos e das baleias e os períodos de tempos em que viveram. A linha do tempo mostra também a partir de qual período já temos registros de golfinhos e baleias como conhecemos nos dias de hoje. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Outras informações que os fósseis nos trazem é que golfinhos e baleias derivam de um mesmo grupo ancestral de animais terrestres que deram origem ao grupo dos atuais hipopótamos, porcos, camelos e bois. Assim, golfinhos e baleias são parentes próximos desses animais. Apesar de terem corpos tão diferentes, podemos notar semelhanças em detalhes do esqueleto que permitem estabelecer esse parentesco evolutivo. Golfinhos e baleias são parentes mais próximos de porcos e bois do que são dos peixes, com os quais compartilham o mesmo ambiente e apresentam similaridade no formato hidrodinâmico do corpo.

peixes, pterossauros e dinossauros. Por último, também a laguna desapareceu, sendo instalado na região um sistema de rios (fluvial) que deu origem às rochas que formam a Chapada do Araripe propriamente dita. Nas escarpas dessa chapada são encontrados os fósseis.

Estas mudanças de ambientes ao longo de centenas e milhões de anos são comuns na natureza e se devem a diversos processos geológicos que modificam a superfície do nosso planeta. Assim, regiões

que estavam debaixo de água – como era a Bacia do Araripe há milhões de anos – podem, com o passar do tempo, ser soerguidas, ficando expostas. Dessa forma o sertão já foi mar, o que pode ser evidenciado pelas centenas de fósseis, sobretudo peixes, encontrados nos dias de hoje em cidades como Santana do Cariri, Porteiras, Araripina e Crato.

DINOSSAUROS no sertão. *Museu Nacional, UFRJ*. Disponível em: <[www.museunacional.ufrj.br/dir/exposicoes/paleontologia/sertao\\_expo.html](http://www.museunacional.ufrj.br/dir/exposicoes/paleontologia/sertao_expo.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

Auxilie os estudantes na interpretação da imagem, reconhecendo as diferentes formas de organismos e suas ocorrências na escala de tempo geológico.

Aproveite os exemplos e as informações do texto para conversar com os estudantes a respeito de parentesco evolutivo. Essa é uma boa oportunidade para resgatar conceitos de ancestralidade, articulando conteúdos de descendência com modificação, parentesco evolutivo e tempo.

Sugerimos a *Leitura complementar* desta e da página anterior como forma de explorar um pouco mais o registro fóssil brasileiro e sua importância para estudos geológicos, evolutivos e paleontológicos. Se possível, visite a página da matéria com os estudantes, pois ela é ricamente ilustrada com imagens de fósseis de diferentes grupos de animais. Essa também é uma excelente oportunidade de trabalhar com os estudantes a valorização da ciência brasileira e da conservação dos recursos naturais e históricos.

## Orientações didáticas

Confira a seguir, na *Leitura complementar*, uma reflexão sobre a importância da biologia evolutiva, considerando também seus desdobramentos no ensino e na compreensão do conhecimento científico.

### Leitura complementar

Os cientistas costumam dizer que a biologia evolutiva é o eixo transversal que percorre todas as áreas das ciências biológicas, atingindo inclusive alguns segmentos das ciências exatas e humanidades. A teoria da evolução, acrescida das atualizações e desdobramentos ocorridos nos últimos 150 anos, não só explica a diversidade da vida como também proporciona uma excelente oportunidade para análises e reflexões que desenvolvem o espírito crítico daqueles que a estudam. Por essas razões, o ensino dessa disciplina contribui para formar uma cidadania informada, capaz de tomar decisões pensadas e de se adaptar a mudanças, como destacado no documento *Evolução, Ciência e Sociedade* (2002), elaborado por oito sociedades científicas americanas e editado pelo biólogo evolucionista Douglas Futuyma. [...] Nesse contexto é extremamente oportuno que as celebrações referentes à vida e obra de Charles Darwin proporcionem reflexões sobre a forma pela qual o legado desse grande cientista está sendo passado para as gerações futuras. [...]

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *Com Ciência*. Disponível em: <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=e&nrm=iso&tlng=pt](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=e&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: out. 2018.

Como se pode notar, tanto os organismos que vivem hoje em nosso planeta quanto os que já viveram apresentam adaptações aos seus respectivos ambientes. Dizemos que eles estão adaptados ao meio, e essa adaptação é fruto do processo evolutivo por seleção natural.

Os seres vivos, desde os primeiros que surgiram na Terra, vêm passando por modificações, originando outras espécies. Muitas das espécies que surgiram em épocas remotas da Terra desapareceram, e algumas delas deixaram seus registros na forma de fósseis.

A Terra é um planeta em constante modificação. Assim, ao longo da história da vida no planeta, os seres vivos também sofreram mudanças, tal qual o ambiente em que viveram. Como o planeta não parou de se alterar, as espécies que hoje o habitam continuam evoluindo constantemente. No entanto, não se pode prever o resultado dessas modificações. Não há como sabermos como serão as espécies que se formarão a partir das atuais.

## Investigação



Não escreva no livro

### O jogo da seleção natural

Vamos simular, por meio de um jogo, a ação da seleção natural envolvendo presas e predadores em ambientes distintos. Para isso, vamos analisar o fenótipo “cor” dos indivíduos da população de presas sob o efeito da ação de um predador ao longo do tempo.

Nesse jogo, a turma toda será envolvida, dividida em quatro grupos.

#### Material

- três cartolinas brancas;
- três cartolinas verdes (ou de qualquer outra cor);
- lápis;
- tesoura com pontas arredondadas;
- régua;
- caderno para anotações.

#### Procedimentos

1. Peguem uma cartolina branca e uma verde. Com auxílio da régua, façam quadrados de 2 cm de lado em cada uma das cartolinas. O ideal é conseguir fazer 100 quadrados na cartolina branca e 100 quadrados na cartolina verde.
2. Com a tesoura, sob auxílio do professor, recortem esses quadrados, separando os quadrados brancos dos verdes.
3. Usem as outras cartolinas brancas e verdes como tabuleiro do jogo. Vocês terão, assim, quatro tabuleiros, sendo dois brancos e dois verdes.
4. Depois dos quatro grupos de pessoas formados, dois grupos devem ficar com as cartolinas brancas e os outros dois, com as cartolinas verdes. As cartolinas vão representar a cor do ambiente.
5. Cada um dos quatro grupos deve receber 25 quadrados brancos e 25 quadrados verdes. Cada quadrado representará um indivíduo. ►

## Investigação

A proposta de atividade deve auxiliar no estudo da seleção natural, principalmente fornecendo condições práticas de explorar esse processo e suas consequências. Assim, de forma lúdica e dinâmica, esta atividade contribui para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI11). Auxilie os estudantes na preparação do material e oriente-os na leitura das instruções. Se necessário, revise as etapas antes de iniciar o jogo.

6. No início do jogo, cada grupo deve espalhar sobre a sua cartolina 20 quadrados brancos e 20 quadrados verdes; eles representarão a população inicial. Os quadrados restantes devem ficar guardados no momento.
7. O jogo tem início com o comando do professor. Assim que for autorizado, apenas um estudante do grupo deve retirar, um a um, o maior número possível de quadrados sem se importar com a cor. O tempo para isso deve ser de apenas 10 segundos. Esse estudante estará representando um predador capturando suas presas.
8. Terminado o tempo, contem quantos quadrados de cada cor sobraram na cartolina e anotem.
9. Os quadrados que sobraram representarão as presas que não foram capturadas. Essas presas sobreviventes vão se reproduzir. Para representar a reprodução, acrescente um descendente para cada sobrevivente da população. Assim, se sobraram dois quadrados brancos e quatro verdes, por exemplo, deverão ser acrescentados ao tabuleiro dois quadrados brancos e quatro quadrados verdes. Essa será a população da segunda geração. Cada rodada vai corresponder a uma geração.
10. Uma vez feito isso, tem início uma nova rodada de 10 segundos. Nessa nova rodada, outro estudante deve atuar como predador, retirando, um a um, os quadrados da cartolina. Ao final, anotem novamente quantos quadrados brancos e quantos verdes sobraram.
11. Repitam esses procedimentos por mais duas rodadas. Se por acaso uma das cores acabar, significará que essa variedade foi totalmente eliminada da população.
12. Com os dados obtidos, reproduzam no caderno um quadro como o sugerido a seguir:

Cor do ambiente (tabuleiro)		Número ao final da 1ª rodada	Número ao final da 2ª rodada	Número ao final da 3ª rodada	Número ao final da 4ª rodada
Indivíduos (quadrados)	Branco				
	Verdes				

13. Concluído o quadro, cada grupo deve divulgar para toda a turma o número de quadrados brancos e verdes que sobraram ao final da 4ª rodada e a cor da cartolina utilizada.

### Interprete os resultados

- Com base nos dados da turma toda, alguma variedade de cor tornou-se mais numerosa nos tabuleiros brancos? E nos tabuleiros verdes? Como os resultados podem ser explicados? Formulem coletivamente uma explicação, relacionando-a com a seleção natural.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## Orientações didáticas

### Investigação

Ao longo do desenvolvimento da atividade, oriente os estudantes a registrar os resultados de cada rodada, seguindo o modelo da tabela desta página. Incentive que todos participem e façam suas anotações. Ao final das rodadas, promova uma conversa coletiva sobre os resultados obtidos.

O esperado é obter um maior número de quadrados brancos na cartolina branca e maior número de quadrados verdes na cartolina verde. A cor da cartolina influencia na visualização dos quadrados. Fazendo analogia com uma situação real, os predadores visualizam melhor suas presas quando há contraste com o meio e, por seleção, as presas com cor semelhante ao meio se camuflam, sobrevivem e passam suas características aos descendentes.

Ao final da discussão, é possível solicitar aos estudantes que elaborem um pequeno texto para explicar o que é seleção natural com base na atividade realizada.

Se julgar pertinente, comente com os estudantes, como situação oposta, a coloração aposomática, em que as presas são bem coloridas e conspicuas no ambiente, mas, em geral, tóxicas aos predadores. As cores, nesse caso, representam uma advertência aos predadores.

### Conheça também

#### Simulando a seleção natural

Caso tenha interesse em ampliar as opções de abordagem para trabalhar o conceito de seleção natural com estratégias lúdicas, confira esta sugestão de atividade, que simula a atuação da seleção natural sobre a variabilidade fenotípica de bicos e sua relação com a disponibilidade de alimentos.

Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0602sa01.pdf>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Após a introdução à seleção natural e seus mecanismos de atuação, consideramos fundamental explorar a origem histórica de sua concepção e as profundas contribuições de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace. Com o auxílio dos exemplos e das imagens apresentadas nesta e na próxima página, explore com os estudantes as diferentes evidências e observações que contribuíram para a formulação da teoria da seleção natural. Sempre que possível, ressalte que a análise de todas as informações e o desenvolvimento de hipóteses de modo racional e objetivo representam um longo processo na construção do conhecimento científico. Sendo assim, destaque que foram necessários muitos anos e diversos conjuntos de evidências para embasar de forma robusta as ideias de Darwin e Wallace.

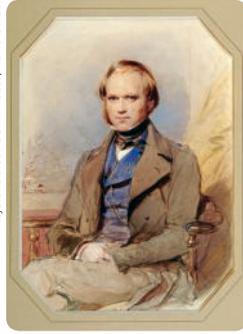
### Conheça também

#### A viagem de Darwin

Acompanhe diferentes informações biológicas e históricas relacionadas à viagem do H. M. S. Beagle. Se possível, explore esses conteúdos com os estudantes como forma de trabalhar as diferentes etapas e evidências coletadas e analisadas pelo naturalista Charles Darwin.

Disponível em: <<http://ead.hemocentro.fmrp.usp.br/joomla/index.php/programa/adote-um-cientista/170-a-viagem-de-darwin>>. Acesso em: out. 2018.

The Bridgeman Art Library/  
Keystone Brasil/Down House, Reino Unido.



Retrato de Charles Darwin, de George Richmond, 1840 (aquarela e giz em papel).



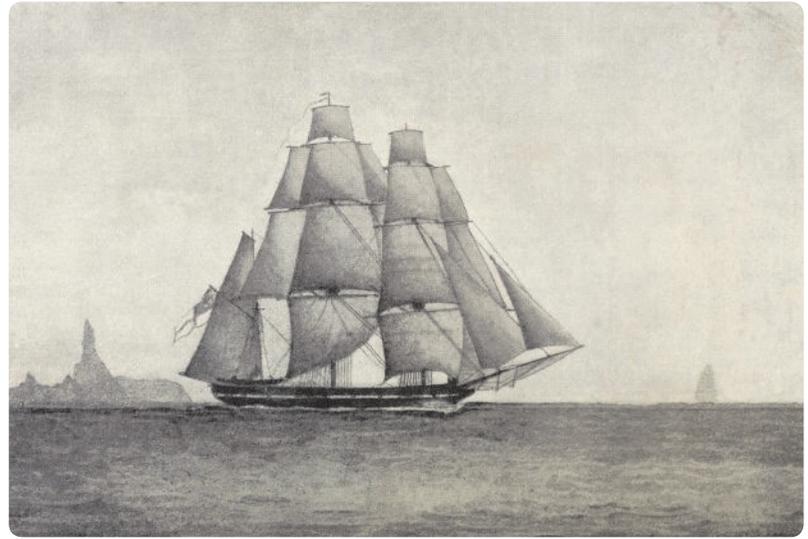
Ilustração retirada dos diários de Charles Darwin, do navio H. M. S. Beagle, em que Darwin fez sua viagem ao redor do mundo e realizou muitas observações, as quais utilizou para propor sua teoria sobre a evolução dos seres vivos.

## 2 A teoria da seleção natural

As explicações que acabamos de discutir compõem a **teoria da seleção natural**, proposta pelos naturalistas ingleses Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913).

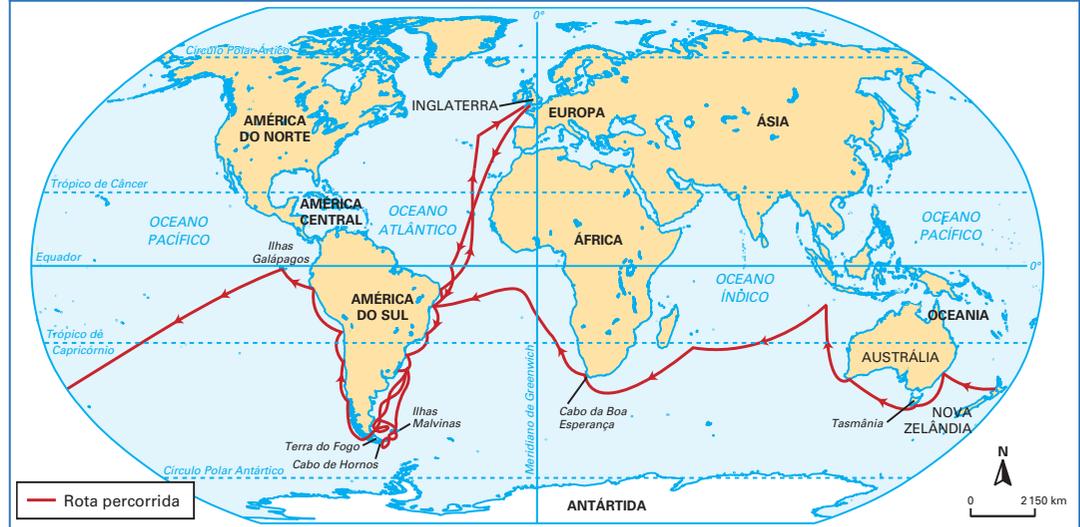
As ideias a respeito da evolução por seleção natural desses dois naturalistas surgiram de modo independente e foram apresentadas separadamente num mesmo evento científico, em 1858.

Charles Darwin realizou, entre dezembro de 1831 e outubro de 1836, uma viagem ao redor do mundo a bordo do navio H. M. S. Beagle. Durante essa viagem, coletou muitos animais, plantas e fósseis dos diferentes locais por onde passou.



British Library/topfoto/Agé Photo Library/Coletação particular

### Rota percorrida por Darwin a bordo do H. M. S. Beagle entre 1831 e 1836



Fonte: CAMPBELL, N. D.; REECE, J. B. *Biologia*. 7. ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007.

Banco de imagens/Arquivo da editora

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com o material audiovisual *As origens do pensamento evolutivo*, do 1º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

Um dos exemplos dos fósseis estudados por Darwin é o de um gliptodonte, escavado na Patagônia, na Argentina, durante sua viagem com o Beagle. Esses animais gigantes viveram no Plioceno, no sul da América do Sul, e pertencem ao mesmo grupo dos atuais tatus, com quem se assemelham.



Album/De Agostini Picture Library/Fotocarena

Representação artística de um gliptodonte (*Glyptodon clavipes*). Media 4 m de comprimento e pesava cerca de 1,5 tonelada.



Luiz Claudio Marigo/Opção Brasil Imagens

Tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) em ambiente natural. Mede até 75 cm de comprimento com a cauda.

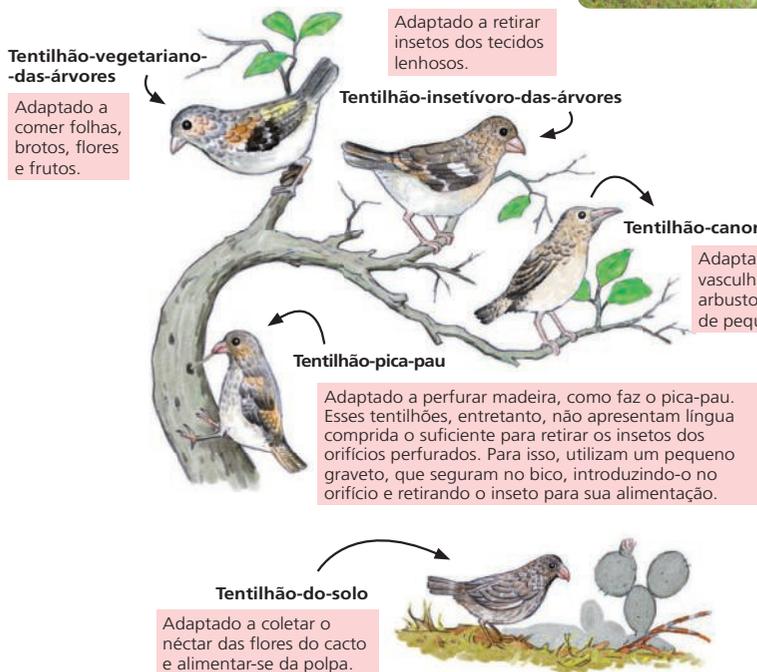
A fauna do arquipélago de Galápagos (do espanhol: *galápagos* = jabuti) impressionou Darwin. Esse conjunto de ilhas vulcânicas está localizado no oceano Pacífico, a cerca de 1000 km do continente sul-americano. Além das tartarugas gigantes, as espécies de tentilhões que ocorrem nas diferentes ilhas chamaram muito sua atenção.



Michael Durhan/Minden Pictures/Latinstock

Jabuti gigante de Galápagos (*Chelonoidis nigra*), na ilha de Santa Cruz (Equador). Sua carapaça tem cerca de 80 cm de altura.

Rodval Matias/Arquivo da editora



Representação artística de cinco das 13 espécies de tentilhões (pássaros da família Fringillidae) que ocorrem nas ilhas Galápagos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Comente que as observações de Darwin foram muito variadas, incluindo dados sobre a fauna e a flora de diversas regiões e países, incluindo o Brasil. Se achar pertinente, consulte mais informações na sugestão do *Conheça também* abaixo e discuta com os estudantes as características naturais e populacionais do Brasil no século XIX. Essa pode ser uma oportunidade interessante de trabalho interdisciplinar com História.

### Conheça também

#### Darwin no Brasil

Confira as diversas impressões que Charles Darwin teve da natureza e da população brasileira ao visitar localidades como Salvador e Rio de Janeiro, em 1833.

Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/relportagens/darwin\\_no\\_brasil\\_encanto\\_com\\_a\\_natureza\\_e\\_choque\\_com\\_a\\_escravidao.html](http://www2.uol.com.br/sciam/relportagens/darwin_no_brasil_encanto_com_a_natureza_e_choque_com_a_escravidao.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A seleção artificial, ou seja, a ação humana intencional para a seleção de características desejadas em outros organismos, foi um elemento central na formulação das ideias de Darwin. Explore o conceito com os estudantes, diferenciando-o do de seleção natural. Em ambos os casos, variedades são selecionadas, de modo que determinadas características hereditárias tendem a ser mantidas ao longo de gerações. Na seleção natural, o processo é conduzido por fatores ambientais que exercem pressão seletiva. Na seleção artificial, o ser humano faz seleção de modo intencional. Apresente as diversas variedades de cães, como representado nesta página, para exemplificar o processo de seleção artificial na domesticação de animais.

Para aprofundar mais o tema de seleção artificial, pode-se apresentar aos estudantes a importância desse processo na domesticação de espécies de plantas. Por exemplo, a mostarda silvestre (*Brassica oleracea*) é uma espécie que foi amplamente cultivada por muito tempo. Atualmente, a couve-flor, o brócolis e o repolho são alguns exemplos de variedades artificialmente selecionadas a partir da mostarda silvestre. Se considerar pertinente, apresente a *Leitura complementar* a seguir como forma adicional de trabalhar a habilidade [EF09CI10]. Com as informações do texto, comente que a variabilidade é um conceito-chave em evolução, indispensável para que a seleção natural ou artificial possa ocorrer.

A semelhança entre essas espécies de tentilhões e a que vive no continente sul-americano levou Darwin a supor que indivíduos da população de tentilhões do continente teriam migrado, há muito tempo, para essas ilhas. Por seleção natural, teriam surgido populações adaptadas a diferentes modos de vida, dando origem às diferentes espécies.

Nos vinte anos que se seguiram após seu retorno para a Inglaterra, Darwin trabalhou em muitos outros projetos de pesquisa e amadureceu suas ideias a respeito da evolução. Dentre esses projetos, vamos comentar a seleção artificial de pombos. Darwin realizou cruzamentos com diversas variedades derivadas da espécie selvagem de pombo *Columba livia*, selecionando indivíduos com as variações em que tinha interesse. Os indivíduos selecionados eram utilizados para a reprodução. Repetiu esse procedimento até obter grande número de descendentes com as variações que desejava. Darwin dizia que o mesmo poderia ter acontecido na natureza, mas sem intencionalidade nem finalidade. Na seleção artificial, por outro lado, há uma intenção, uma finalidade. Ele constatou que a seleção artificial traria reforço à sua teoria de seleção natural.



Pombo rocha selvagem (*Columba livia*), também conhecido como pombo-comum. Mede cerca de 35 cm de comprimento.



Pombo Brunner Pouter, derivado do pombo-comum. Mede cerca de 30 cm de comprimento.

Outro exemplo de seleção artificial entre os animais é o desenvolvimento de variedades de cães e de outros animais de estimação.



Apesar de serem todos da mesma espécie, a seleção artificial permitiu o desenvolvimento de grande variedade de cães com características bem diferenciadas.

### Leitura complementar

[...]

#### Causas da variabilidade

Quando se comparam os indivíduos pertencentes à mesma variedade ou sub-variedade das nossas plantas já de há muito cultivadas e dos nossos animais domésticos mais antigos, logo se nota que ordinariamente diferem mais uns dos outros que os indivíduos pertencentes a uma espécie ou a uma variedade qualquer no estado selvagem. Ora, se pensarmos na imensa diversidade das nossas plantas cultivadas e dos animais domésticos, que têm variado em todos os tempos, logo que sejam expostos a

climas e tratamentos os mais diversos, chegamos a concluir que esta grande variabilidade provém de que as nossas produções domésticas foram produzidas em condições de vida menos uniformes, ou mesmo um tanto diferentes daquelas a que a espécie-mãe foi submetida no estado selvagem. [...]

As nossas plantas há longo tempo cultivadas, tais como o trigo, ainda produzem novas variedades; os animais reduzidos de há muito ao estado doméstico são ainda susceptíveis de modificações ou aperfeiçoamentos muito rápidos. [...]

DARWIN, Charles. *A origem das espécies*. São Paulo: Martin Claret, 2014. Tradução de Joaquim da Mesquita Paul.

Enquanto Darwin amadurecia suas ideias após o retorno de sua viagem, Wallace também estava realizando seus estudos. Ele viajou pelo Amazonas, no período de 1848 a 1850, acumulando valiosa coleção de organismos dessa região. Depois, viajou pelo arquipélago Malaio entre 1854 e 1862, retornando à Inglaterra, onde se dedicou a inúmeras pesquisas científicas e à publicação de muitos livros.

Quando Wallace estava no arquipélago Malaio, escreveu uma carta a Darwin apresentando as ideias que vinha desenvolvendo a respeito de evolução das espécies. Ao ler a carta de Wallace, Darwin constatou a semelhança com ideias que ele também vinha desenvolvendo.

Desse modo, em 1858, Darwin e Wallace escreveram separadamente textos sobre suas ideias que foram apresentados à comunidade científica.

Em 1859, Darwin publicou o livro que começou a mudar a história da Biologia: *Da origem das espécies por meio da seleção natural, ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*.

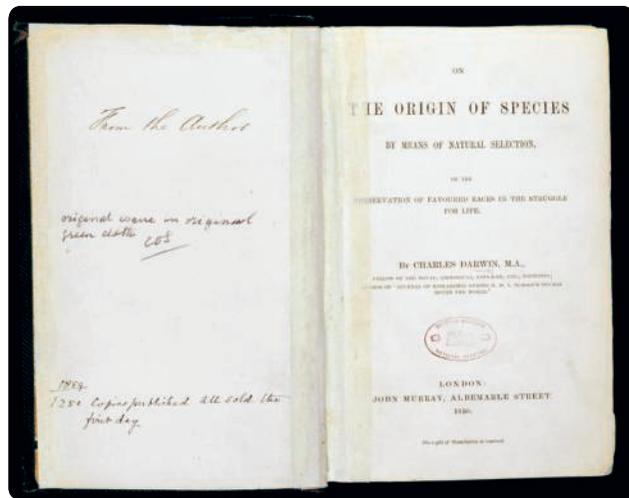
A obra é conhecida atualmente como *A origem das espécies*. Nela, Darwin escreveu o seguinte:

[...] Todos esses resultados [exemplos de adaptação] [...] decorrem da luta pela vida. Em razão dessa luta, as variações mesmo sutis, provenientes seja de qual causa for, se estão num patamar que seja benéfico para os indivíduos de uma espécie, em suas relações de uma complexidade infinita com outros seres orgânicos e com suas condições físicas de vida, tenderão à preservação de tais indivíduos e serão herdadas por seus descendentes. Assim os descendentes, também, terão melhores chances de sobreviver [...]. Denominei esse princípio pelo qual cada pequena variação, se for útil, é preservada, de seleção natural [...]

Preciso antes de tudo mencionar que uso esse termo [luta pela vida] em um sentido amplo e metafórico, incluindo a dependência de um ser sobre outro, e incluindo (o que é mais importante) não apenas a vida do indivíduo, mas o êxito em deixar descendentes. Pode-se dizer que dois animais caninos, em tempos de fome, lutam na realidade entre si para determinar qual terá o alimento e a vida. Mas uma planta na beira de um deserto luta pela vida contra a seca [...]

DARWIN, C. *A origem das espécies*. São Paulo: Martin Claret, 2014. p. 92-93.

As ideias de Wallace foram publicadas posteriormente no livro intitulado *Contribuições para a teoria da seleção natural*, de 1870. Suas ideias não eram idênticas às de Darwin, mas ambas se relacionavam à seleção natural. Em função, principalmente, da publicação do livro *A origem das espécies*, a teoria da seleção natural ficou conhecida como sendo desenvolvida apenas por Darwin. No entanto, Wallace também merece créditos na elaboração dessa teoria.



Exemplar da primeira edição de *A origem das espécies*, publicada em 1859. Na página da esquerda, é possível identificar comentários do editor do livro na época.

## Orientações didáticas

Muitos historiadores científicos reconhecem que Darwin e Wallace chegaram de modo independente a concepções muito similares do processo de seleção natural e suas implicações evolutivas. Confira mais informações nos boxes de *Leitura complementar* desta página.

### Leitura complementar

[...] Tanto Darwin como Wallace consideravam que a seleção artificial feita pelo homem nos animais e plantas é extremamente importante. A ela atribuíam o aperfeiçoamento das raças domésticas.

Outro importante aspecto considerado pelos dois autores é a constante luta pela existência relacionada à busca pelo alimento, contra os inimigos e as forças da natureza, ou seja, o meio (Carmo, capítulo 2, seção 2). Eles concordavam que a luta entre as espécies poderia ocorrer tanto entre indivíduos de uma mesma espécie como entre indivíduos de espécies diferentes. No primeiro caso, ela seria mais severa e mais relevante para o processo evolutivo. Os dois autores comentaram também sobre o aspecto ético da luta pela existência.

Wallace e Darwin atribuíram um papel importante à seleção natural ou sobrevivência do mais apto concordando que esta ocorre devido ao grande poder de aumento dos organismos que existem na natureza. Para ambos, a seleção natural atua sempre no sentido de preservar as variações que forem úteis para a espécie. Entretanto, Wallace explicitou que a preservação das variações que fossem benéficas para o organismo não implicava qualquer lei que preconizasse um progresso na organização dos indivíduos (Wallace, 1890, p. 121), como aparece em Lamarck, por exemplo. [...]

CARMO, Viviane Arruda do; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. *Filosofia e História da Biologia*, v. 1, p. 335-350, 2006. Disponível em: <[www.abfhib.org/FHB/FHB-01/FHB-v01-20-Viviane-Carmo\\_Lilian-Martins.pdf](http://www.abfhib.org/FHB/FHB-01/FHB-v01-20-Viviane-Carmo_Lilian-Martins.pdf)>. Acesso em out. 2018.

### Leitura complementar

[...] De volta à Inglaterra, Wallace escreveu alguns artigos sobre peixes e insetos, além de dois livros, com base nos desenhos que salvou do naufrágio: o [...] *Viagens pelos Rios Amazonas e Negro*, lançado no Brasil em 1979 pela editora Itatiaia, e o *Palm Trees of the Amazon*, uma das mais raras obras sobre a Amazônia, com apenas 250 cópias, que ele próprio pagou. Nesse livro, o naturalista identifica 14 espécies novas de palmeiras e nomeia 12. Quatro dos nomes que propôs [...] ainda são usados, em reconhecimento ao seu trabalho pioneiro. [...]

Wallace pouco parava em Londres – uma vez, alegou que preferia as incertezas das florestas aos perigos dos debates científicos. Mas, com seus desenhos e coletas, elaborou uma visão própria sobre a origem das espécies e tornou-se coautor da teoria da evolução, atribuída quase sempre apenas a seu conterrâneo Charles Darwin. Após publicar o livro *A origem das espécies*, Darwin viu-se acuado por severas críticas de outros cientistas. Uma das poucas cartas de consolo que recebeu garantia que o *Origem* seria tão importante para a ciência quanto o *Principia*, de Isaac Newton, foi para a física. Era de Wallace.

AS PALMEIRAS esquecidas. *Pesquisa Fapesp*. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2003/07/01/as-palmeiras-esquecidas/>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao apresentar as ideias de Lamarck, é fundamental ressaltar a contribuição desse naturalista às concepções evolucionistas no início do século XIX. O pensamento vigente na época baseava-se no fixismo das espécies, admitindo que os seres vivos eram imutáveis. As observações e os estudos de Lamarck foram decisivos para o avanço do pensamento evolutivo, associando a hereditariedade ao processo evolutivo, como reconhecido por Darwin e Wallace. Ao comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin, sugerimos enfatizar as características do pensamento de cada naturalista e suas contribuições para o entendimento do processo evolutivo. Assim, espera-se evitar a dicotomia simplificada e artificial entre “correto” e “errado” atribuída a esses importantes naturalistas. Para auxiliar na condução desse tema, confira mais subsídios na sugestão de *Leitura complementar* a seguir.

### Leitura complementar

O senso comum tem consagrado uma oposição completa entre as teorias evolucionistas de Jean-Baptiste Lamarck e de Charles Darwin. A teoria do naturalista francês seria errada e o naturalista inglês teria conseguido produzir a correta explicação da evolução. Suas teorias, portanto, seriam totalmente distintas. Essa concepção tem sido repetida há longo tempo pelos textos de divulgação científica e até mesmo pelos livros didáticos de biologia. [...]

Essa oposição foi utilizada, em fins do século XIX e início do século XX, para classificar autores que escreviam sobre a evolução. Em uma época em que o darwinismo, ou melhor, a seleção natural e a luta pela existência ainda não se tinham consolidado como a explicação científica dominante acerca da vida, havia autores que defendiam o lamarckismo como a teoria correta. Pensadores que não

eram cientistas ou naturalistas eram classificados numa ou noutra corrente, sendo elogiados ou criticados segundo a preferência evolucionista do comentador. [...]

Uma leitura atenta dos textos de Darwin mostra, no entanto, que o naturalista inglês utiliza concepções também presentes no pensamento de Lamarck. Há um conjunto comum de noções entre os dois naturalistas que já aparece na primeira edição de *A origem das espécies* (1985 [1859]). Não estamos, com isso, querendo dizer que não há diferenças entre as teorias dos dois autores, elas existem e são determinantes. [...]

FREZZATTI JÚNIOR, Wilson Antonio. A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. *Scientia Studia*, v. 9, n. 4, 2011. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662011000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662011000400004)>. Acesso em: out. 2018.

## A teoria de Lamarck

Durante muito tempo, acreditava-se que os seres vivos não se modificavam ao longo do tempo, nem davam origem a novas espécies. Essa corrente de pensamento aceitava a **imutabilidade** das espécies. O entendimento de que os seres vivos evoluem passou por uma longa discussão envolvendo pesquisadores e sociedade. Mesmo a aceitação das ideias de Darwin não foi rápida nem livre de discussões acaloradas.

Antes de Darwin e Wallace, outros naturalistas falavam que as espécies podiam se modificar ao longo do tempo. Um desses importantes naturalistas da época foi Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). Para Lamarck, os seres vivos se modificavam ao longo do tempo, logo, não eram imutáveis. Além disso, ele identificou que a hereditariedade era fundamental no processo evolutivo. Essas são ideias essenciais que formam a base do pensamento evolutivo desenvolvido posteriormente por outros naturalistas, como Darwin.

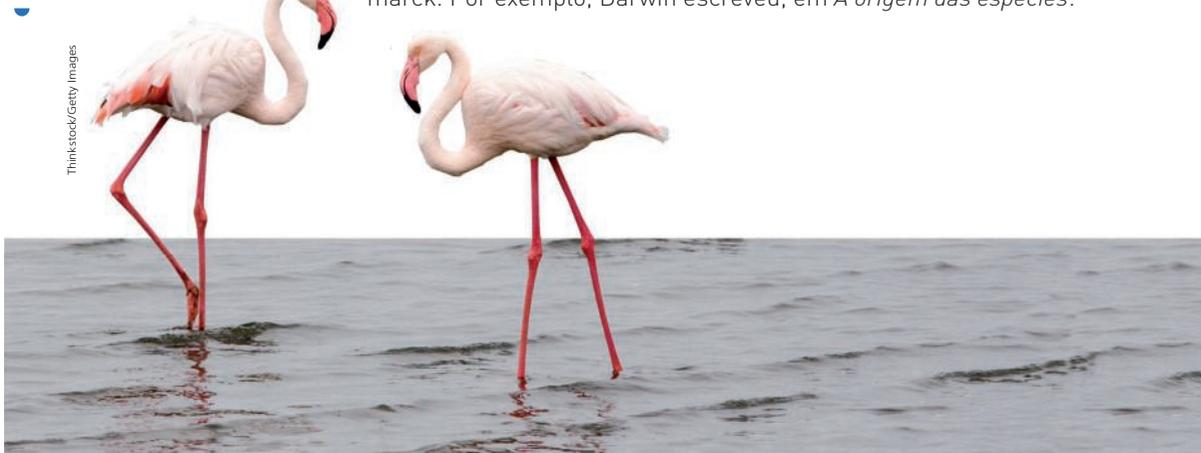
Lamarck publicou, em 1809, um trabalho em que discutia a ideia de que os seres vivos mudam ao longo do tempo. Dois princípios básicos estariam envolvidos nesse processo:

- **o uso ou o desuso:** o uso de determinadas partes do corpo faz com que elas se desenvolvam, enquanto o desuso faz com que se atrofiem;
- **a transmissão das características adquiridas:** alterações adquiridas no corpo pelo uso ou desuso são transmitidas aos descendentes. Assim, eles modificam-se e tornam-se mais adaptados ao meio.

Em seu trabalho, Lamarck deu vários exemplos. Um deles refere-se às aves aquáticas de pernas longas, chamadas pernaltas. Segundo Lamarck, elas teriam se tornado pernaltas devido ao esforço que faziam para esticar as pernas e assim evitar molhar as penas durante a locomoção na água. A cada geração, esse esforço produziria aves com pernas mais altas, que transmitiam essa característica à geração seguinte. Após várias gerações, teriam sido originadas as atuais aves pernaltas.

Apesar de ser comum contrapor as ideias de Lamarck com as de Darwin como sendo Lamarck a pessoa que errou, esse posicionamento não é correto, principalmente em função de duas considerações que devem ser feitas: a primeira é de que Lamarck foi um dos mais importantes naturalistas de sua época, tendo publicado inúmeros trabalhos de grande valor. A segunda consideração é que, em certos trechos da obra de Darwin, é possível identificar semelhanças com as ideias de Lamarck. Por exemplo, Darwin escreveu, em *A origem das espécies*:

Aves pernaltas. O flamingo-comum (*Phoenicopterus roseus*) mede cerca de 1,20 m de altura.



46

Thinkstock/Getty Images

### Efeitos do aumento do uso e desuso das partes, controladas pela seleção natural

[...], penso que não restou nenhuma dúvida de que o uso de certas partes nos animais domésticos tem fortalecido e aumentado o tamanho delas, enquanto o desuso as tem diminuído; e que tais modificações são hereditárias. Na natureza livre não temos padrão de comparação para avaliar os efeitos do uso ou desuso contínuo, pois não conhecemos as formas dos pais; mas muitos animais possuem estruturas que podem ser melhor explicadas pelos efeitos do desuso. [...]

Em alguns casos podemos atribuir com facilidade ao desuso as modificações de estrutura que são totais ou, em parte, devidas à seleção natural. [...]

É sabido que certos animais, pertencentes às mais diversas classes, que habitam cavernas em Carniola e Kentucky, são cegos. (...). Como é difícil imaginar que os olhos, embora inúteis, possam, de alguma forma, ser nocivos aos animais que vivem no escuro, sua perda pode ser atribuída ao desuso. [...]

DARWIN, C. *A origem das espécies*. São Paulo: Martin Claret, 2014. p. 164-165.

Como se pode notar, Darwin não descarta o uso e o desuso, nem a transmissão das características adquiridas em suas explicações evolutivas, atribuindo muitas vezes o surgimento de características apenas ao desuso. Em outros casos, considera também a seleção natural atuando sobre a variabilidade existente. As ideias de Darwin trouxeram a seleção natural para o processo evolutivo, antes não considerada por Lamarck.

Tanto Lamarck quanto Wallace e Darwin não conseguiram explicar como surgem as variações nem como ocorre a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações. Os conhecimentos de genética eram rudimentares na época, apesar de o trabalho de Mendel sobre as leis da herança ter sido divulgado em 1865. A obra de Mendel foi encontrada na biblioteca de Darwin com as páginas coladas, indicando que ele não leu o trabalho.

Hoje, sabe-se que as características passadas de pais para seus descendentes são aquelas envolvidas na herança genética, não as adquiridas pelo uso ou desuso. As características hereditárias dependem do DNA das células reprodutoras; portanto, se um casal de ratinhos tiver a cauda cortada, seus filhotes não nascerão sem cauda, mas com a cauda inteira; se uma pessoa praticar musculação, seus músculos vão se desenvolver, mas ela não vai passar músculos desenvolvidos para seus descendentes. As características adquiridas por um indivíduo não são transmitidas pelas gerações.

### Aplique e registre

1. Analise as seguintes fotografias:



Cachorro da raça dobermann pinscher com as orelhas cortadas. Mede de 60 cm a 70 cm de altura.



Cachorro da raça boxer com orelhas e rabo cortados. Mede entre 55 cm e 65 cm de altura.

ⓧ Não escreva no livro

47

Capítulo 2 Evolução

Unidade 1 Vida e evolução

### Orientações didáticas

Ao explorar as informações do texto com os estudantes, é fundamental ressaltar como a ciência avança ao longo do tempo com base em novas informações, evidências e descobertas. É fundamental que os estudantes compreendam a construção do conhecimento científico como um processo humano, sempre vinculado a um contexto histórico e social. Nesse momento, com o auxílio do trecho original de *A origem das espécies*, é interessante ressaltar a construção do pensamento evolutivo de Darwin, considerando concepções previamente apresentadas por Lamarck, porém destacando a seleção natural no processo evolutivo. Essa abordagem com os estudantes contribui para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI10].

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática As concepções de evolução das espécies, do 1º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

### Conheça também

#### Quatro bilhões de anos de evolução em seis minutos

Confira a palestra do biólogo Prosanta Chakrabarty a respeito do longo e complexo processo de evolução da vida no planeta Terra. O material também pode ser apresentado aos estudantes como recurso complementar no ensino de evolução (legendas em português).

Disponível em: <[www.ted.com/talks/prosanta\\_chakrabarty\\_four\\_billion\\_years\\_of\\_evolution\\_in\\_six\\_minutes?language=pt-br](http://www.ted.com/talks/prosanta_chakrabarty_four_billion_years_of_evolution_in_six_minutes?language=pt-br)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao apresentar os fundamentos da moderna teoria evolutiva, cria-se uma importante situação de aprendizagem com base na articulação entre os conteúdos estudados neste capítulo e os conhecimentos explorados no capítulo anterior. Ao integrar os princípios de genética e hereditariedade com os processos evolutivos, evidencia-se uma explicação para a diversidade biológica. Sugerimos destacar que essa integração corresponde a um processo gradual ao longo da história e do conhecimento científico no qual nos baseamos atualmente.

### Aplique e registre

As atividades visam explorar as habilidades (EF09CI10) e (EF09CI11), apresentando situações que devem ser interpretadas e analisadas segundo diferentes perspectivas evolutivas.

Na atividade 1, é fundamental que os estudantes reconheçam as características que se mostram contrárias à concepção de herança de caracteres adquiridos. Além disso, é uma oportunidade para aprofundar a distinção entre seleção natural e artificial. Vale lembrar e enfatizar, no entanto, que o procedimento de cortar parte da cauda e das orelhas dos animais com finalidade estética é, atualmente, proibido no Brasil.

Na atividade 2, o exemplo dos antibióticos é utilizado para incentivar a reflexão dos estudantes. Auxilie-os na interpretação e formulação das respostas. Se possível, converse com eles a respeito da importância da seleção natural atuando no desenvolvimento das chamadas “superbactérias”. Para auxiliar essa conversa, confira mais informações na sugestão de *Conheça também* a seguir.

### Conheça também

#### Superbactérias: de onde vêm, como vivem e se reproduzem

Mais informações sobre a evolução de bactérias resistentes a antibióticos cada vez mais potentes devido à seleção natural.

Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/rss/-/asset\\_publisher/Zk4q6UQcJ9Pn/content/superbacterias-de-onde-veem-como-vivem-e-se-reproduzem/219201?inheritedRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/rss/-/asset_publisher/Zk4q6UQcJ9Pn/content/superbacterias-de-onde-veem-como-vivem-e-se-reproduzem/219201?inheritedRedirect=false)>. Acesso em: out. 2018.

- a) Esses animais, ao nascerem, costumavam ter parte da cauda ou das orelhas cortadas. Mesmo que esse procedimento já tenha sido feito em muitas gerações, nem a cauda nem a orelha dos descendentes diminuíram de tamanho. Essa informação refuta qual aspecto da teoria de Lamarck?  
*A herança das características adquiridas.*
  - b) Explique como devem ter surgido as várias raças de cães. Esse é o mesmo processo relacionado ao surgimento das adaptações nas várias espécies que ocorrem na natureza?  
*Seleção artificial. Não, pois na natureza há seleção natural.*
2. Os antibióticos são medicamentos usados há muito tempo para combater doenças causadas por bactérias. Muitas vezes, no entanto, um antibiótico deixa de fazer efeito porque as bactérias que causam a doença mostram-se resistentes a ele. Explique o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos com base:
- a) Nos princípios do uso e desuso e da transmissão das características adquiridas. *Por esses princípios, o antibiótico faz com que as bactérias, por necessidade, adquiram resistência ao medicamento e sobrevivam, transmitindo essa característica para seus descendentes.*
  - b) Nos princípios da seleção natural.

2. b) Pelos princípios da seleção natural, o antibiótico seleciona algumas bactérias que já tinham mutações que lhes conferiam resistência ao medicamento. Estas, por sua vez, ao se reproduzirem, originarão indivíduos com essa resistência e, se eles forem submetidos a doses mais altas desse mesmo antibiótico, novamente haverá alta mortalidade, e sobreviverão apenas os que já tiverem condições genéticas para resistir a doses mais altas do remédio. Repetindo-se o procedimento, será possível obter populações formadas por muitos indivíduos resistentes ao antibiótico em questão.

## 3 A moderna teoria evolutiva

Os avanços nas diferentes áreas da Biologia e, em especial na Genética, trouxeram muitos elementos para se entender e explicar a evolução de modo mais amplo.

Assim como Darwin já fazia, atualmente a evolução é considerada um processo que ocorre no nível das populações e que gera a diversidade de vida. Os indivíduos de uma população não são idênticos entre si, mas semelhantes.

Na teoria evolutiva atual, podemos considerar dois conjuntos integrados de fatores: os que geram a diversidade genética e os que atuam sobre a diversidade genética já estabelecida na população.

Entre os fatores geradores da diversidade genética, vamos comentar a **mutação** e a **reprodução sexuada**, e entre os fatores que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida, já comentamos a seleção natural e vamos comentar brevemente o **acaso**.

A mutação corresponde à modificação nos genes, o que pode causar modificações prejudiciais ou não. As modificações importantes em termos evolutivos são as hereditárias, pois podem ser transmitidas de pais para seus descendentes ao longo das gerações.

Sobre essa variabilidade genética da população, há a atuação da seleção natural. Aqueles indivíduos com variações mais vantajosas para o ambiente onde vivem têm maiores chances de sobreviver e se reproduzir. Se essas variações forem hereditárias, elas serão passadas aos seus descendentes. Ao longo do tempo ocorrem, portanto, modificações na população.

Assim, na seleção natural, o meio é o agente que seleciona naturalmente aqueles indivíduos com características mais vantajosas para uma dada condição ambiental. Se o meio mudar, as características que serão selecionadas também mudarão.

Hoje se sabe que, além da seleção natural, há outros fatores importantes nos processos evolutivos, como o acaso. Certas condições que ocorrem ao acaso podem eliminar ou manter nas populações alguns indivíduos, independentemente de suas características particulares. Isso ocorre, por exemplo, durante uma erupção vulcânica, evento que pode eliminar aleatoriamente indivíduos de uma população. Nessas condições, portanto, não ocorre seleção dos indivíduos em função da adaptação ao meio.

### Leitura complementar

[...]

#### Mimetismo e camuflagem

O termo “mimetismo” tem origem na expressão grega *mimetés*, que significa imitação. A [pesquisadora] Maria Aparecida Visconti define o mimetismo na natureza como a presença, em indivíduos de determinada espécie, de características que os confundem com indivíduos de outra espécie. Segundo Visconti, essa semelhança pode se dar principalmente no padrão de coloração, mas outras particularidades, como

a forma do corpo e a presença de determinadas substâncias, conferem a esses organismos alguma vantagem adaptativa.

Muitas vezes o mimetismo é confundido com a camuflagem ou cripticidade, em que o organismo se mistura com o meio em que vive. “Pode ser um predador, que dessa forma consegue se aproximar de sua presa sem que esta perceba, ou pode ser um recurso das presas, que conseguem se esconder mais facilmente de eventuais predadores”, explica Visconti.

Uma espécie que apresenta mimetismo e camuflagem é o bicho-pau, também conhecido em algumas partes do Nordeste como

## Um tucano “disfarçado”

Conhecidos por seus grandes bicos e colorido de rara beleza, os tucanos são encontrados em todo o território brasileiro. [...]

[...] Tais aves, segundo uma corrente teórica, teriam sido as principais responsáveis pelo reflorestamento da floresta amazônica após o término dos períodos de glaciação ocorridos no passado. [...]

Os tucanos apreciam os nutritivos frutos das árvores da família Myristicaceae [...]. Entre as miristicáceas amazônicas mais procuradas por tucanos estão as dos gêneros *Virola* e *Iryanthera*, conhecidas como ucuubas (ou ucuubeiras). [...]

Nas bacias dos rios Madeira, Tapajós e Tocantins ocorrem várias espécies de tucanos, mas duas mostram uma relação clara com as ucuubas. O tucano-de-papo-branco (*Ramphastos tucanus cuvieri*), o maior da Amazônia, pode chegar a 54 cm de comprimento e tem a área frontal do pescoço (o papo) branca. Já a espécie *Ramphastos vitellinus ariel* é menor (47 cm) e tem o papo amarelo-ouro [...]. As ucuubas são abundantes nas áreas dessas bacias frequentadas pelos tucanos.



Gregory G. Dimijian/Science source/AGE Photo Library

Fruto da ucuuba.



João Quental/Opção Brasil/Imagens

*Ramphastos tucanus cuvieri* com papo branco.



Luiz Claudio Meninger/Opção Brasil/Imagens

*Ramphastos vitellinus ariel* com papo amarelo.

A visitação às ucuubas [...] segue uma interessante sequência. Aves pequenas comem os poucos e pequenos frutos já abertos no final da madrugada, quando ainda está escuro. No início da manhã, quando é maior o número de frutos disponíveis, o principal visitante é *R. tucanus*, que expulsa todas as demais espécies. Esse tucano, porém, fica pouco tempo em cada árvore, visitando o maior número de plantas possível. Assim que o bando de *R. tucanus* deixa uma ucuuba, a espécie de papo amarelo a ocupa. [...]

No entanto, em outra parte da Amazônia – na bacia do rio Guaporé, perto da fronteira com a Bolívia – as ucuubas são escassas. Por isso, os tucanos-de-papo-branco permanecem muito mais tempo em cada árvore, dificultando o acesso aos frutos para outras aves, inclusive tucanos menores. A evolução, no entanto, deu a *R. vitellinus*, naquela região, um meio de contornar o problema. Ao longo de milhares de anos, a cor de seu papo modificou-se de amarelo-ouro para branco, o que permite que esse tucano visite as ucuubas juntamente com a espécie maior: a semelhança evita as agressões observadas nas áreas onde *R. vitellinus* tem o papo amarelo.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

Como sugestão para aprofundar o tema mimetismo e suas implicações evolutivas, indicamos a *Leitura complementar* desta e da página anterior, que pode ser trabalhada com os estudantes.

mané-magro, objeto de pesquisa de Nathália Coelho Vargas [...]. Ela esclarece que esses insetos liberam uma secreção amarelada e viscosa para assustar seus predadores, como se fossem venenosos, e ainda se confundem com os galhos onde se encontram. [...]

Vargas aponta outros exemplos das vantagens que essas adaptações proporcionam a diversas espécies de animais e plantas, como de orquídeas, aranhas, lagartas e borboletas. As flores da orquídea *Ophrys apifera* mimetizam fêmeas de abelhas, liberando um odor para atrair os machos. Assim, quando o zangão tenta copular com a flor, ele se enche de pólen e contribui para a reprodução da orquídea. A lagarta *Euchelia jacobaea*, berrantemente colorida com faixas amarelas e negras, é

rejeitada por aves insetívoras após um contato mínimo, devido a secreções nauseantes que emanam. [...]

O desequilíbrio dos ambientes afeta diretamente espécies que dependem deles para se proteger, pois pode impedir sua livre circulação “disfarçada” entre as formas, cores e texturas conhecidas. No caso de indivíduos mímicos, se as espécies originalmente venenosas (ou perigosas, por outras razões) são extintas, não servirão mais como referências [...] a serem evitadas. Ou seja, as “cópias” também ficam ameaçadas. [...]

SOARES, Gisele; DELFINA, Cristiane. Entre cobras, lagartas e cactuas – estratégias da natureza que confundem e surpreendem. *Com Ciência*. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=93&id=1147>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

#### Refleta e responda

As atividades devem auxiliar na compreensão do texto, explorando o mimetismo como um conjunto de características selecionadas por aumentarem a chance de sobrevivência e reprodução dos indivíduos. Além disso, é uma boa oportunidade para trabalhar os conceitos estudados com base em casos da fauna brasileira.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Evolução em ação, do 1º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

O conceito de espécie é complexo e não há um consenso. O conceito biológico usado aqui não é válido para seres que só se reproduzem assexuadamente, nem para fósseis. Mesmo para grupos recentes com reprodução sexuada, ele nem sempre é aplicável na prática. Em função disso, há muitos outros conceitos de espécie, como o filogenético: população ou grupo de populações definido por uma ou mais condições derivadas, constituindo o menor agrupamento reconhecível.

Optamos por apresentar aqui o processo de especiação por isolamento geográfico como forma de ilustrar a divergência de linhagens. Se achar pertinente, comente que há outros fatores ou condições que podem desencadear processos de especiação, como o isolamento reprodutivo. Confira a sugestão de *Leitura complementar* desta e da próxima página caso julgue interessante abordar o tema.



Ramphastos vitellinus ariel com papo branco.

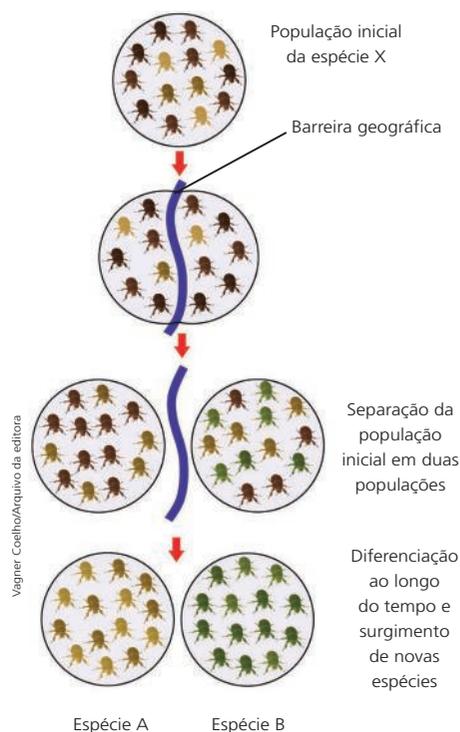
Esse fenômeno de imitação do padrão de cores de outra espécie é denominado mimetismo. No caso do *R. vitellinus*, a mudança na cor ocorreu no papo (de amarelo para branco) e deu à espécie uma vantagem na competição por alimento. A coloração do bico e da plumagem do tucano mimético [...] é praticamente idêntica à da 'espécie-modelo' *R. tucanus*.

[...]  
Um tucano "disfarçado". *Ciência Hoje*. vol. 42, n. 252. Disponível em: <[http://www.academia.edu/4173942/Tucano\\_Disfar%C3%A7ado\\_-\\_Caso\\_raro\\_de\\_mimetismo\\_ocorre\\_em\\_esp%C3%A9cie\\_na\\_bacia\\_do\\_Guapor%C3%A9](http://www.academia.edu/4173942/Tucano_Disfar%C3%A7ado_-_Caso_raro_de_mimetismo_ocorre_em_esp%C3%A9cie_na_bacia_do_Guapor%C3%A9)>. Acesso em: ago. 2018.

#### Refleta e responda

1. Qual foi a vantagem adaptativa resultante do processo de evolução dos tucanos *R. vitellinus* que vivem na bacia do rio Guaporé? **A cor do papo do tucano *R. vitellinus* mudou de amarela para branca, garantindo que os indivíduos dessa espécie pudessem acessar mais facilmente os frutos das ucuabas.**
2. Os indivíduos da espécie *R. tucanus* foram desfavorecidos com o surgimento da vantagem adaptativa dos tucanos *R. vitellinus*? **Explicar sua resposta. Não foram desfavorecidos, pois continuaram tendo acesso à comida normalmente.**

## 4 Especiação



Representação esquemática do processo de especiação por isolamento geográfico em uma situação hipotética. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

A **especiação** é um processo que ocorreu muitas vezes ao longo da história evolutiva dos seres vivos e continua a ocorrer, embora seja difícil identificá-lo. A especiação está relacionada a modificações nas populações, e essas modificações dependem de processos evolutivos, como o surgimento, de novas características em uma população e a manutenção ou não dessa característica. Como já vimos, em geral, as características que conferem vantagens aos indivíduos naquele ambiente são mantidas, e as que não conferem vantagens são eliminadas pela seleção natural.

Analisaremos uma das maneiras pelas quais o processo de especiação pode ocorrer, usando um exemplo hipotético.

Vamos supor uma população que vive em determinada área e é separada em duas, em decorrência de terremotos. Com isso, essas populações deixaram de entrar em contato, e os indivíduos de uma população não vão mais se reproduzir com indivíduos da outra população. Nesse caso, novas variabilidades genéticas que podem surgir em uma das populações não são transmitidas para a outra. Como as condições do ambiente nas áreas separadas pela barreira dificilmente são exatamente iguais, as pressões seletivas serão diferentes. Ao longo do tempo, as populações vão se diferenciando, a ponto de formar espécies distintas.

### Leitura complementar

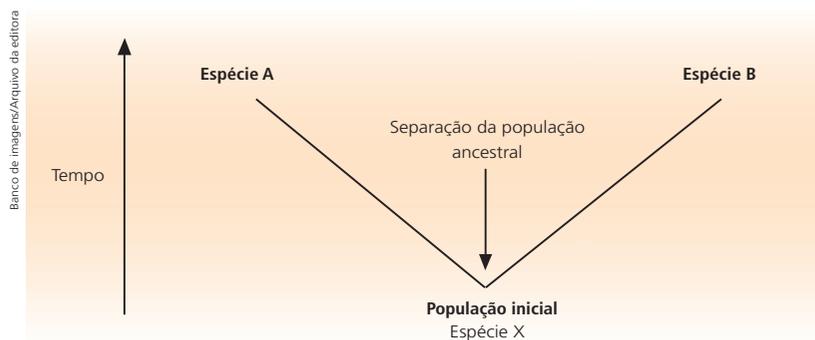
#### Os primeiros passos de novas espécies

Orquídeas de flores róseas, ainda consideradas da mesma espécie, vivem em dunas próximas às praias de Marambaia, no Rio de Janeiro, e de Alcobaca, na Bahia. Embora estejam separadas por 900 quilômetros (km), deveriam gerar sementes se um dia suas células reprodutivas se encontrassem. No entanto, nenhum embrião se formou após a polinização entre plantas das duas localidades induzida por

botânicos em São Paulo. Outros representantes da mesma espécie de orquídea, *Epidendrum denticulatum*, dos cerrados de Itirapina, em São Paulo, e de Peti, em Minas Gerais, também já deram as costas uns para os outros. Os quatro grupos de orquídeas parecem seguir seus próprios caminhos evolutivos e talvez já formem espécies diferentes, embora ainda sejam idênticos no tamanho, nas flores, nas cores e nas estruturas externas. [...]

Estudos recentes com forte fundamentação genética indicam que os processos observados em orquídeas e bromélias se passam tam-

Vamos, agora, representar o processo de especiação comentado usando um diagrama de ramos:

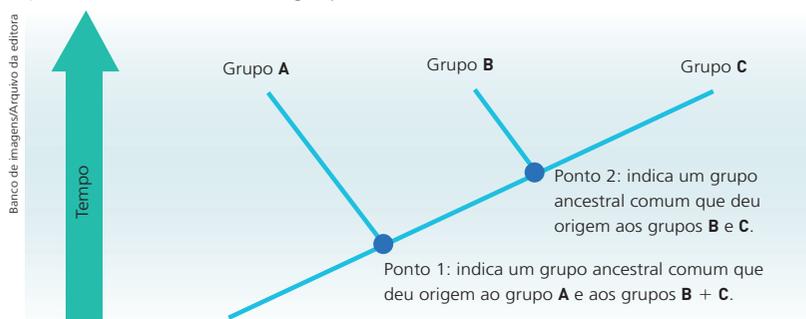


Cladograma representando o surgimento de duas espécies a partir de uma população ancestral.

Esse tipo de diagrama é chamado **cladograma** (*clado* = ramo) e é muito utilizado para representar hipóteses de relações de parentesco evolutivo.

## 5 Interpretando relações evolutivas

Vamos ver como exemplo o cladograma a seguir, que mostra as relações evolutivas entre os grupos **A**, **B** e **C**:



Exemplo de cladograma representando o surgimento dos grupos **A**, **B** e **C**.

Esse cladograma nos informa que o ponto 1 representa um grupo ancestral comum ao grupo **A** e ao ramo dos grupos **B** + **C**. O ponto 2 representa um ancestral comum que é exclusivo dos grupos **B** e **C**, assim esse ancestral só é compartilhado com os grupos **B** e **C** e não é compartilhado com o grupo **A**. Isso nos diz que os grupos **B** e **C** são mais próximos evolutivamente entre si do que do grupo **A**.

Os grupos **A**, **B** e **C** poderiam representar três espécies diferentes, mas nos cladogramas também podemos representar outros níveis hierárquicos usados na classificação dos seres vivos.

### Os níveis hierárquicos de classificação

Desde a Antiguidade, foram realizadas várias tentativas de organizar a diversidade de seres vivos. A história da classificação biológica é longa e muitas propostas foram e ainda são feitas para organizar e entender a diversidade.

Atualmente, os cientistas reconhecem cerca de 1,8 milhão de espécies viventes, sem considerar os fósseis, mas há estimativas de que esse

bém em outras plantas e animais. Os fenômenos que estão sendo descritos mostram a fragilidade das supostas regras de funcionamento de um dos processos biológicos básicos, a especiação. Agora se vê que esse processo ocorre por mecanismos mais diversificados do que se pensava. Tanto com plantas quanto com animais, seres que deveriam cruzar normalmente entre si perdem a afinidade reprodutiva, às vezes em consequência de uma alteração genética ínfima, e os que aparentemente não poderiam se reproduzir entre si geram descendentes, muitas vezes férteis. Sutis diferenças

genéticas podem inviabilizar o cruzamento entre seres morfologicamente idênticos. Outras vezes, porém, as diferenças genéticas, ainda que grandes, permitem que lagartos ou anfíbios com parentesco distante, por exemplo, cruzem e – às vezes de modo rápido – formem outras espécies. [...]

FIORAVANTI, Carlos. Os primeiros passos de novas espécies. *Pesquisa Fapesp*. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/10/17/os-primeiros-passos-de-novas-especies>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A especiação é central no estudo dos seres vivos, pois permite que os estudantes compreendam que a evolução é parte essencial no estudo da diversidade biológica. Procuramos tratar o assunto de modo simplificado, abordando alguns pontos centrais para facilitar a leitura de cladogramas. A interpretação das informações contidas em um cladograma é fundamental para o entendimento de relações evolutivas, incluindo hipóteses de parentesco e ancestralidade.

Apresentamos nesta página cladogramas simplificados para introduzir o assunto. Se possível, reproduza as imagens no quadro de giz e comente as diferentes informações evolutivas apresentadas, indicando o papel dos ramos e dos nós. Se possível, resalte na leitura dos cladogramas que os diferentes grupos divergem de um ancestral comum e isso pode ser traçado ao longo do diagrama. Em outras palavras, a diversificação biológica representa um padrão similar ao de uma árvore que se bifurca e não ao de uma escada de progresso. Caso haja interesse em aprofundar o tema, recomendamos os materiais indicados no *Conheça também* a seguir.

### Conheça também

#### Sistemática Filogenética

a) Livro sobre os fundamentos básicos da Sistemática Filogenética.

AMORIM, Dalton de Souza. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

b) Aula na forma de apresentação de slides, intitulada *Introdução à Filogenética para Professores de Biologia*.

Disponível em: <[http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=59&Itemid=98](http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=59&Itemid=98)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A classificação dos seres vivos representa um componente fundamental da ciência para sistematização do conhecimento. As categorias taxonômicas permitem agrupar as informações a respeito dos organismos, possibilitando seu estudo e o levantamento de hipóteses evolutivas e ecológicas. Ao explorar diferentes exemplos, como a onça, é interessante ressaltar o aumento de características compartilhadas, portanto similares, à medida que avançamos nas categorias menos inclusivas (de reino para espécie). Ou seja, espécies de uma mesma família tendem a ser mais similares entre si quando comparadas às espécies de outras famílias. Para conhecer um pouco mais a respeito dos objetivos e das contribuições da taxonomia, confira a sugestão de *Leitura complementar* a seguir.

número possa ser muito maior, sendo estimado em aproximadamente 10 milhões de espécies.

Em 1735, o naturalista sueco Carl von Linné (1707-1778), cujo nome em português é Lineu, propôs um novo sistema de classificação dos seres vivos.

Lineu era adepto da ideia de que as espécies não mudam ao longo do tempo (fixismo) e, assim, seu sistema de classificação, apesar de muito eficiente, não considerava as ideias de evolução dos seres vivos. Em seu modelo, Lineu criou um sistema de hierarquia que permitia a classificação dos seres vivos segundo a semelhança entre os organismos.

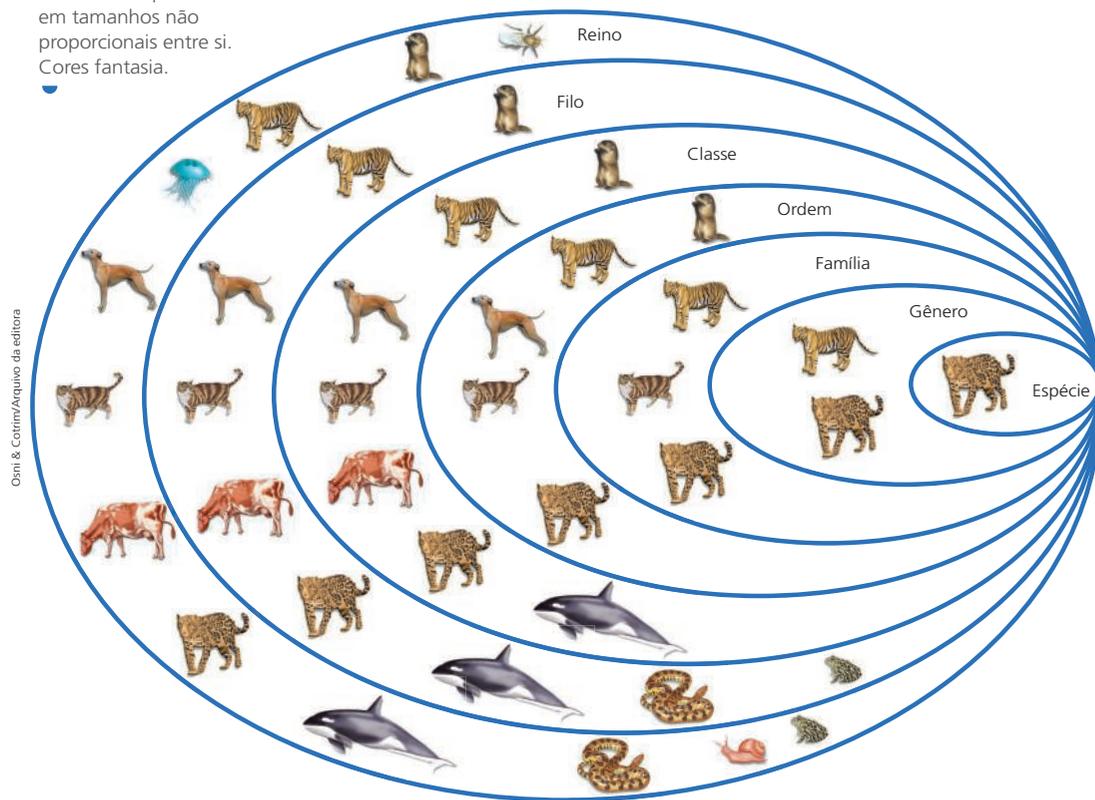
Esse sistema, embora elaborado com uma visão fixista, é utilizado até hoje com alguns acréscimos de níveis de hierarquia e incorporando uma visão evolutiva. Atualmente, os seres vivos são classificados de acordo com sua história evolutiva e seu grau de parentesco, sendo agrupados na mesma categoria taxonômica aqueles que descendem de um ancestral comum exclusivo.

As categorias taxonômicas, apresentadas em ordem decrescente de abrangência, são:

Reino → Filo → Classe → Ordem → Família → Gênero → Espécie

Veja o exemplo a seguir, que mostra a classificação da onça-pintada segundo o sistema de hierarquia de Lineu.

Representação esquemática do sistema de classificação de Lineu aplicado à onça-pintada. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



52

### Leitura complementar

[...] De fato, exceto pelos seus primórdios, a taxonomia sempre foi uma ciência pouco entendida. Muitos não a veem como uma ciência de primeira classe, pois entendem ser muito fácil nomear os seres vivos. Ledo engano. Identificar não é simples. Ao contrário, é somar conhecimento, é realizar primeiro uma profunda análise para, só depois, efetuar a síntese desse conhecimento e chegar a um “simples” nome: o nome da espécie, do gênero, ou do que for. Não se deve confundir a tarefa do taxonomista com a de um sacer-

dote, que aplica um nome já definido. O taxonomista jamais aplica, ele conclui o nome. [...]

É importante também mencionar que a taxonomia visa a identificar espécies e não espécimes. A espécie é um grupo de indivíduos (espécimes) que mostram, em maior ou menor grau, a variabilidade intrapopulacional sempre presente. Conhecimento do polimorfismo é fundamental para a circunscrição da espécie, porém, é preciso atentar para o fato de jamais identificarmos indivíduos. Aliás, esta é a

Nessa sequência, a espécie é a menor unidade de classificação. **Espécies** semelhantes são agrupadas em um mesmo **gênero**. Gêneros semelhantes são agrupados em uma mesma **família**. Famílias semelhantes são agrupadas em uma mesma **ordem**. Ordens semelhantes são agrupadas em uma mesma **classe**. Classes semelhantes são agrupadas em um mesmo **filó**, e filós semelhantes são agrupados em um mesmo **reino**. Sempre que falamos em grupos taxonômicos semelhantes, estamos nos referindo a semelhanças evolutivas, de parentesco evolutivo.

## ● A nomenclatura biológica

Para se escrever o nome de uma espécie, existem regras, que foram criadas por Lineu e são usadas até os dias de hoje.

O nome da espécie deve ser formado por duas palavras, derivadas do latim e escritas em destaque no texto, em *itálico* ou sublinhadas. A primeira palavra corresponde ao nome do gênero e deve ser escrita sempre com letra inicial maiúscula. A segunda palavra, que junto com a primeira forma o nome da espécie, deve ser escrita com todas as letras minúsculas.

O nome científico da espécie da onça-pintada, por exemplo, é *Panthera onca* e o do tigre é *Panthera tigris*. O nome da espécie é dado pelas duas palavras; assim, a espécie da onça-pintada não é apenas *onca*, e sim *Panthera onca*. Note que essas duas espécies, onça e tigre, pertencem ao mesmo gênero: *Panthera*.



Zig Koch/Natureza Brasileira

Onça-pintada (*Panthera onca*).  
Chega a medir cerca de 1,85 m de comprimento.

Tigre-siberiano (*Panthera tigris*).  
O macho pode chegar a medir 3,00 m de comprimento.



Konrad Wothe/MindenPictures/Latinstock

missão precípua do taxonomista: conhecer a variabilidade e separá-la em intra e interpopulacional.

Contudo, mesmo a trancos e barrancos, a taxonomia vai continuar porque é absolutamente necessária e imprescindível. Cambaleia por conta dos modismos e da má visão ou do mau preparo de alguns de nossos pares. Afinal, o que importa é que sem a taxonomia não se pode saber quais espécies viveram ontem, vivem hoje e terão possibilidade de continuar vivendo amanhã numa determinada área; qual tipo de

equilíbrio existe no interior da comunidade que habita uma área e por que reina esse equilíbrio; qual o custo da biodiversidade de uma dada área; o que acontecerá com o equilíbrio biológico de uma área se as condições ambientais que a governam forem alteradas, etc. Enfim, nada disso será possível se não existirem taxonomia e taxonomistas. [...]

BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos. Taxonomia. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 4, n. 1, 2004. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032004000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032004000100001)>. Acesso em: out. 2018.

## ■ Orientações didáticas

Ao abordar a importância dos nomes científicos, é interessante ressaltar o papel fundamental deles na padronização da nomenclatura. Assim, ao utilizar os nomes científicos, pessoas de diferentes regiões do mundo e que falam diferentes idiomas são capazes de compreender a espécie em questão sem ambiguidade. Por exemplo, a nomenclatura de algas, fungos, plantas e animais segue, respectivamente, o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas (ICN) e o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN). Esse é um recurso essencial para políticas internacionais de Ciência e conservação da diversidade biológica.

Sugerimos também incentivar à valorização dos nomes populares, pois eles fazem parte da cultura popular e representam importantes ferramentas de comunicação e tradição oral. Como estratégia de debate e reflexão, é interessante discutir com os estudantes as vantagens e desvantagens dos nomes populares e científicos e em qual contexto cada nomenclatura deve ser utilizada.

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como certas ou erradas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a visitar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Ao reformular as respostas, espera-se que os estudantes reflitam a respeito dos conceitos de evolução e seleção natural, adequando seus conhecimentos prévios. Espera-se que eles consigam explicar, com as próprias palavras, o que são adaptações. Auxilie, se necessário, no ajuste de conceitos e no esclarecimento de dúvidas. É interessante também ampliar essa situação de aprendizagem, incentivando os estudantes a relacionar evolução e diversidade biológica. Espera-se que eles indiquem a ancestralidade e a descendência com modificação, além da especiação, como elementos que geraram a diversidade atual de organismos.

### Análise e resposta

Na atividade 2, espera-se que os estudantes reflitam sobre a situação, partindo de diferentes concepções evolutivas. Se achar interessante, comente a similaridade das condições apresentadas àquelas relacionadas às bactérias resistentes a antibióticos cada vez mais potentes. Desse modo, a atividade também contribui para trabalhar a habilidade (EF09CI10).

### O que você aprendeu?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.

### Análise e resposta

2. O uso de inseticidas vem promovendo o surgimento de insetos mais resistentes a esses produtos químicos. Explique como isso ocorre tomando como base as interpretações:
  - a) do uso e desuso e da transmissão das características hereditárias;
  - b) da seleção natural.
3. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e Lamarck não tiveram condições de explicar o porquê da variabilidade das características entre indivíduos da mesma espécie. A que se deve a variabilidade?
4. Neste capítulo comentamos sobre um caso de mimetismo em tucanos. Há outros casos em que a semelhança do animal é com componentes do ambiente, de modo que passam despercebidos por seus predadores ou estes por suas presas. Esses casos são chamados camuflagem (o jogo da seleção natural que propusemos no capítulo se baseou na camuflagem). Certos animais são menos predados, pois a coloração e/ou a forma do corpo os torna menos perceptíveis no meio. Por outro lado, certos predadores também podem apresentar cor ou forma semelhante a componentes do meio, de modo que a presa não percebe sua presença.
  - a) Sabendo disso, analise as fotografias a seguir e encontre o animal camuflado no ambiente.
  - b) Utilizando os conceitos de evolução e seleção natural, como você explicaria a existência de animais que se camuflam no ambiente?

Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo



Esperança, também conhecida como bicho-folha. Mede até 12 cm de comprimento.

Entre a variabilidade de características dos indivíduos de uma mesma espécie, aqueles que nascem com características mais semelhantes a componentes do ambiente tem mais chance de não serem predados e, portanto, de sobreviver e de se reproduzir, gerando mais descendentes com tais características. Logo, com o passar do tempo, esse processo evolutivo tende a resultar em animais com características bem semelhantes a componentes do ambiente.

Urutau-grande, ave também conhecida como mãe-da-lua-gigante (*Nyctibius grandis*). Mede aproximadamente 55 cm de comprimento.

Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo



3. As variações entre as características dos organismos podem surgir devido a alterações no DNA, chamadas de mutações, e à própria reprodução sexual.

54

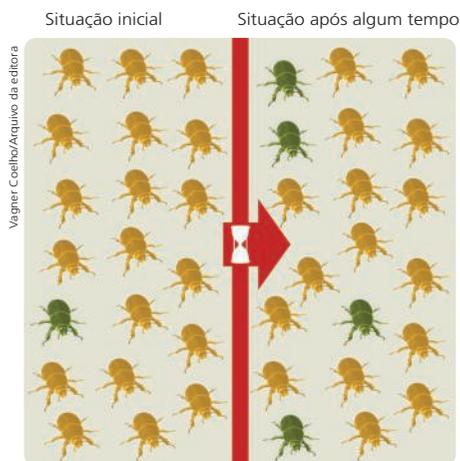
Na atividade 3, é interessante comentar com os estudantes que o conhecimento sobre as moléculas de DNA, os cromossomos e os mecanismos de transmissão das características hereditárias foram posteriores aos naturalistas. Esta é uma boa oportunidade de ressaltar a construção do conhecimento científico como um processo histórico de reformulações e integrações.

Na atividade 4, espera-se trabalhar os conceitos de seleção natural e evolução com o exemplo da camuflagem, contribuindo para desenvolver a habilidade (EF09CI11). Se possível, oriente os estudantes na reflexão e na elaboração de respostas, verificando a linguagem para evitar a propagação de concepções finalistas.

5. Vamos considerar uma espécie fictícia de besouros que apresenta duas variedades para cor do corpo: a cor verde e a cor amarela.

a) Analise as duas situações a seguir e identifique qual pode ser o principal processo evolutivo que explicaria cada caso (lembre-se de que o exercício é uma simplificação; na natureza, os fatores evolutivos atuam simultaneamente sobre uma mesma população). **Situação A: Mutação e depois passou aos descendentes por reprodução sexuada. Situação B: Seleção natural.**

### Situação A



População inicial de besouros amarelos, isolada de outras populações (trata-se de uma criação em laboratório). Surge um besouro verde. Após certo período, cerca de 20% da população é de besouros verdes. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### Situação B



População inicial com besouros amarelos e verdes, em proporções semelhantes, na clareira de uma floresta. A clareira passou a ser frequentada por pássaros insetívoros que conseguiam identificar melhor os besouros verdes, já que inicialmente os besouros amarelos estavam menos evidentes pois se camuflavam melhor com o solo, os galhos e as folhas secas da clareira. Após certo tempo, a população de besouros passou a apresentar 75% de indivíduos amarelos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

b) Supondo que, na situação B, após a modificação descrita, houvesse a colonização do solo por um tipo de gramínea baixa e verde e mantendo-se presente a mesma espécie de ave, qual seria o resultado esperado após algum tempo? **Aumentaria o número de besouros verdes.**

6. O trabalho de Mendel só teve aceitação e importância reconhecida quase vinte anos após a sua morte. Foi apenas no início do século XX que se percebeu que o mendelismo fornece bases para a teoria de Darwin e para os vários estudos e avanços atuais da Genética, colaborando com a elaboração da moderna teoria da evolução. Escreva uma carta para Charles Darwin e explique-lhe como as ideias dele a respeito de seleção natural e evolução têm sido confirmadas pelas investigações mais recentes. As seguintes palavras devem estar contempladas na carta: fóssil, seleção natural, DNA, mutação, reprodução sexuada. **Resposta pessoal.**

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

A atividade 5 deve contribuir para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI11], com base na análise das informações fornecidas. Reforce que as condições apresentadas são uma simplificação. É fundamental que os estudantes reconheçam a origem e a importância das variedades para atuação da seleção natural.

A atividade 6 incentiva os estudantes a mobilizar diferentes conteúdos aprendidos para integrar o conceito de evolução e diversidade biológica.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

As atividades 7 a 9 visam trabalhar a importância e a aplicabilidade das categorias taxonômicas e dos nomes científicos. A partir de exemplos da fauna brasileira, os estudantes são incentivados a refletir sobre esses conteúdos, ampliando, assim, seus conhecimentos.

7. a) O nome científico é universal e define claramente o animal a que se refere; nomes populares, como bico-de-veludo ou sanhaçu-de-coleira, variam de uma língua para outra e podem variar também de acordo com a região, em um mesmo país.

7. *Schistochlamys ruficapillus* é o nome científico da espécie de um pequeno pássaro que ocorre em diversos estados do Brasil. Ele recebe vários nomes populares, como bicudo-do-tabuleiro, sanhaçu-pardo e papa-laranja, mas o mais comum deles é bico-de-veludo. Já o *Schistochlamys melanopis* é uma ave comum no Pantanal e no Cerrado, e seu nome popular pode ser sanhaçu-de-coleira ou tiê-cinza.



Haroldo Palo Jr./Acervo do fotógrafo

Bico-de-veludo. Mede cerca de 18 cm de comprimento.



Felipe Colombini/Acervo do fotógrafo

Sanhaçu-de-coleira. Mede cerca de 18 cm de comprimento.

- a) Justifique a importância do uso do nome científico considerando o exemplo dessas duas espécies de aves.
- b) Considerando as categorias taxonômicas descritas neste capítulo, podemos dizer que essas duas espécies de aves pertencem à mesma família? Justifique sua resposta. **Sim, pertencem à mesma família, pois ambas são do mesmo gênero, que é um nível taxonômico menos abrangente que família.**
8. *Speothos venaticus* é o nome científico do cachorro-do-mato-vinagre, um mamífero que habita florestas e o pantanal da América do Sul. Ele pertence à família Canidae, ordem Carnívora, classe dos mamíferos.



Haroldo Palo Jr./Acervo do fotógrafo

Cachorro-do-mato-vinagre. Mede cerca de 75 cm de comprimento.

Animal → Cordados → Mamíferos → Carnívoros → Canídeos → *Speothos* → *Speothos venaticus*

- a) Em qual nível taxonômico se espera encontrar maior número de espécies: no grupo dos mamíferos ou no dos canídeos? **No grupo dos mamíferos.**
- b) Considerando as duas espécies de aves da questão anterior e o cachorro-do-mato-vinagre, esses três animais têm em comum a classificação em quais categorias taxonômicas? **Filo (cordados) e Reino (animal).**

9. *Bromelia antiacantha*, *Bromelia reversacantha* e *Ananas comosus* são bromélias morfologicamente parecidas, mas são de espécies distintas pertencentes à mesma família.



Zig Koch/Natureza Brasileira



Luiz Claudio Marigo/Nature PL/Photoarena



André Seale/Pulsar Imagens

*Bromelia antiacantha*. Ocorre no Brasil desde a Bahia até o Rio Grande do Sul. A parte floral mede cerca de 22 cm.

*Bromelia reversacantha*. Ocorre nas terras inundáveis do Pantanal. A parte floral mede cerca de 15 cm.

*Ananas comosus*, a espécie do abacaxi. Ocorre naturalmente na Mata Atlântica dos estados do Rio Grande do Norte à Bahia. A parte floral mede cerca de 20 cm.

- a) Entre essas três espécies, quais são as mais próximas evolutivamente? Por quê?  
*Bromelia antiacantha* e *Bromelia arenaria*, pois pertencem ao mesmo gênero (*Bromelia*).  
 b) Seria correto afirmar que as três plantas pertencem à mesma classe? Justifique sua resposta.  
 Sim, pois pertencem à mesma família, que é um grupo taxonômico menos abrangente do que classe.

### Pesquise

10. Organize-se em grupo com os colegas e escolham um dos cientistas, Darwin, Wallace ou Lamarck, para pesquisar a vida e o contexto histórico em que viveram. De posse dos dados, elaborem uma pequena biografia e apresente-a para os demais colegas, ouvindo, também, a apresentação deles. Os grupos que escolheram o mesmo cientista poderão completar as informações de seu grupo. Com os grupos que escolheram os outros cientistas, você terá a oportunidade de conhecer mais a respeito da vida deles e do contexto em que viveram. Isso ajuda também a entender como chegaram a propor suas ideias. Depois, elaborem um mural com as respectivas biografias e ideias evolutivas de cada cientista. Se possível, ilustrem as informações obtidas.  
 Veja subsídios nas Orientações didáticas.
11. Mesmo hoje em dia, a evolução dos seres vivos é às vezes entendida como uma sequência de melhorias e formas mais “perfeitas”. Décadas de estudos e pesquisas científicas mostram que essa concepção é equivocada. Com base nos seus estudos, faça com os colegas, em pequenos grupos, um cartaz para explicar que a evolução dos seres vivos não tem uma direção ou um objetivo e muito menos leva a melhorias para formas perfeitas. Busquem mais informações em fontes confiáveis de consulta. Lembrem-se de incluir exemplos e discutir as contribuições de Darwin e Lamarck ao tema. **Resposta pessoal.**
12. Existe, na região onde você mora, alguma planta ou animal que seja conhecido por um nome popular diferente em diversas partes do Brasil? Converse com os colegas e, em grupos, troquem informações. Seria interessante também conversar com pessoas que gostam de plantas ou, então, pessoas de diferentes localidades e gerações. Procurem o nome científico dessas plantas ou animais, fazendo uma pesquisa na internet e em outras fontes de consulta. Divulguem os dados obtidos com os demais colegas e elaborem um cartaz para fixar na escola com imagens e os nomes populares e científicos dos seres pesquisados. Não se esqueçam de explicar por que é importante padronizar os nomes científicos dos seres vivos. **Resposta pessoal. É importante padronizar a nomenclatura científica para permitir a comunicação correta e precisa entre cientistas de diferentes regiões de um país e do mundo.**

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Pesquisa

A atividade 10 visa auxiliar na compreensão da construção do conhecimento científico como um empreendimento humano e histórico. É interessante que os estudantes explorem as evidências estudadas pelos naturalistas, assim como os fatores sociais, culturais e científicos da época em que viveram. É fundamental que eles compreendam a Ciência como um processo inexoravelmente vinculado ao contexto histórico e social.

A atividade 11 deve auxiliar no desenvolvimento das habilidades [EF09CI10] e [EF09CI11], além de incentivar a divulgação científica e a reformulação de concepções equivocadas sobre evolução como um processo finalista ou de aprimoramento.

A atividade 12 pode ser interessante como estratégia para valorização do conhecimento popular a respeito da diversidade biológica. Essa habilidade pode ser trabalhada em conjunto com o reconhecimento da importância da padronização científica, além do incentivo à divulgação das informações pesquisadas.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Fórum de debates

Com relação às possíveis controvérsias que envolvem os exemplos apresentados, confira mais informações na *Leitura complementar* a seguir.

#### Fórum de debates

- Leia o texto abaixo e, em seguida, faça a atividade proposta.

Um dos exemplos mais clássicos de seleção natural é o das mariposas da espécie *Biston betularia*, encontradas na região de Manchester, na Inglaterra. No início do século XIX, observava-se que a maioria das mariposas apresentava cor clara nas asas e no corpo. A variedade melânica (escura) era rara. Percebeu-se que, ao longo do século, a situação se inverteu: o número de mariposas melânicas passou de 1% para mais de 90% em algumas áreas.

Os cientistas relacionaram essa mudança drástica com a alteração ambiental mais evidente na época: a poluição do ar, resultante da atividade de um número cada vez maior de fábricas no período da Revolução Industrial. As áreas nas quais mariposas melânicas tornaram-se mais abundantes eram justamente áreas urbanas e industriais.

Na situação anterior à Revolução Industrial, as mariposas claras ficavam camufladas ao pousar sobre troncos cobertos por líquens esbranquiçados. Já as mariposas escuras ficavam bem visíveis nesse substrato, tornando-se presas fáceis de seus predadores – os pássaros. Com o aumento da industrialização, a fumaça e a fuligem lançadas pelas fábricas provocaram a morte dos líquens e o escurecimento dos troncos das árvores. As mariposas melânicas passaram, então, a ser mais abundantes na população do que as mariposas claras, devido à atuação da seleção natural: os pássaros atacavam mais as formas claras que passaram a ser mais visíveis, enquanto as melânicas estavam camufladas.



Breck P. Kenz/Animals Animals/Keystone Brasil

Mariposas sobre tronco sem líquens e mais escuro. A forma clara é facilmente visível, enquanto a forma escura confunde-se com o substrato (camuflagem). Essa espécie de mariposa mede cerca de 50 mm da ponta de uma asa até a da outra.



Bill Coster/Mary Evans Picture/Esyapk

Mariposas sobre tronco coberto de líquen e mais claro, comum nas áreas menos industrializadas. A forma escura é facilmente visível, enquanto a forma clara confunde-se com o substrato (camuflagem).

58

#### Leitura complementar

[...]

#### As mariposas salpicadas

Muitos livros-textos de biologia e outras ciências biológicas usam o melanismo industrial como exemplo de seleção natural, mostrando uma ilustração da mariposa salpicada sofrendo evolução. Infelizmente, muitas das fotos das mariposas usadas nos livros consistem de espécimes preservadas presas às cascas de árvores (se seu livro-texto tem essas fotos, perceba que as asas das mariposas podem estar montadas em

posições artificiais). Essa “falsificação” da distribuição das mariposas foi usada para testar a preferência da predação baseada na visibilidade da presa. Entretanto, isso também foi armado por antievolucionistas como prova de que a evolução nunca aconteceu. No entanto, o melanismo industrial é um fenômeno genuíno e o caso da mariposa salpicada se sustenta muito bem no escrutínio científico. A população de mariposas escuras cresceu e diminuiu sim em resposta à poluição industrial e isso foi mais pronunciado em regiões interiores com altas taxas de poluição.

MANTER-SE atualizado. *Entendendo a evolução*. Disponível em: <[www.ib.usp.br/evosite/footshooting/IVthe\\_times.shtml](http://www.ib.usp.br/evosite/footshooting/IVthe_times.shtml)>. Acesso em: out. 2018.

Depois, em função das leis de controle à poluição do ar na Inglaterra, percebeu-se a melhoria da qualidade do ar nos centros urbanos. O número de mariposas melânicas caiu rapidamente e os cientistas logo associaram à dificuldade de camuflagem e ao aumento da predação por pássaros.

A ideia de que se tratava de um exemplo de seleção natural ganhou força na década de 1950, principalmente devido ao trabalho do biólogo inglês Bernard Kettlewell (1907-1979). Ele coletou mariposas com os dois padrões de cor e colocou-as em ambientes controlados, com troncos de árvores de diferentes colorações e pássaros predadores. Ao analisar as populações sobreviventes em cada ambiente, Kettlewell observou que a cor das mariposas estava relacionada com a coloração dos troncos. O pesquisador produziu uma série clássica de fotografias semelhantes às anteriores com as mariposas pousadas nos troncos, mostrando a camuflagem ou não de acordo com a presença ou ausência de líquens no tronco e cor da mariposa.

Esse exemplo foi questionado por alguns pesquisadores. Apesar disso, atualmente ele é bem aceito como exemplo de seleção natural em que um dos fatores envolvidos foi a predação diferencial pelos pássaros. Outros experimentos testaram novamente essa hipótese: entre 2001 e 2007, quase 5 000 mariposas claras e melânicas foram soltas na natureza e acompanhadas de perto. A sobrevivência desproporcional das mariposas claras, que agora encontram árvores menos poluídas, foi suficiente para corroborar a hipótese de que a seleção natural poderia explicar a mudança de cores.

Em 2016, foi localizado o gene relacionado à cor nessa espécie e também foi descoberto que uma mutação explicaria a mudança de cor. Ou seja, é uma característica hereditária.

Desse debate científico, da experimentação e do avanço da Genética, veio mais uma evidência que reforça a teoria da evolução como explicação para a diversidade da vida na Terra.

- Como atividade em grupo, façam uma pesquisa a respeito das explicações dadas para a mudança de cor da mariposa *Biston betularia* na Inglaterra que contestaram os experimentos de Kettlewell. Quais argumentos foram levantados contra o uso desse exemplo para explicar a seleção natural? Como esse exemplo passou a ser considerado válido depois da polêmica? Apresentem os dados obtidos aos demais colegas e ouçam a apresentação deles.
- Outro exemplo clássico para explicar evolução é contestado: o tamanho do pescoço da girafa. Porém, nesse caso, a contestação continua válida. Em grupo, façam uma pesquisa a respeito das explicações dadas para o surgimento do longo pescoço das girafas, com base nas interpretações lamarquistas e darwinistas, e as atuais explicações a respeito da evolução dessa característica. Apresentem os dados para a turma usando recursos visuais (cartazes, vídeos, fotografias, etc.).
- Considerando esses dois casos, discutam a importância do debate científico para o conhecimento.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## PROJETO ANUAL em construção

### Incentivos à pesquisa científica

As pesquisas necessitam de investimentos para compra de equipamentos, material e despesas com pessoal, serviços, transporte e registros. Para obter recursos, é necessário que pesquisadores apresentem seus projetos para agências de incentivo à pesquisa, as chamadas agências de fomento.

As Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Disponível em: <<http://confap.org.br/news/informacoes-sobre-faps/>>. Acesso em: out. 2018.) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Disponível em: <[www.cnpq.br](http://www.cnpq.br)>. Acesso em: out. 2018.) são exemplos de instituições financiadoras da pesquisa no Brasil.

Em grupos, pesquisem a respeito de projetos científicos na área de Evolução que estejam sendo financiados por uma das agências de fomento acima. Escolham o projeto que acharem mais interessante e apresentem-no à turma.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## Orientações didáticas

Com relação ao exemplo das mariposas, mais informações podem ser obtidas no *Conheça também* a seguir, para aprofundamento na compreensão e no desenvolvimento do assunto.

Se possível, promova o compartilhamento das informações pesquisadas para enriquecer a situação de aprendizagem. Também é interessante incentivar uma conversa coletiva sobre a construção do conhecimento científico, de modo que os estudantes apresentem suas opiniões sobre o tema utilizando os exemplos dos naturalistas e dos conhecimentos estudados neste capítulo.

### Conheça também

#### Sobre girafas, mariposas, corporativismo científico e anacronismos didáticos

O artigo apresenta uma reconstrução histórica do uso de exemplos clássicos, como o pescoço das girafas, ressaltando as características das obras de Lamarck e Darwin e a apropriação, muitas vezes indevida, de exemplos desarticulados de seu contexto histórico e científico.

Disponível em: <[www.lain.signia.org/2002/septiembre/cyt\\_001.htm](http://www.lain.signia.org/2002/septiembre/cyt_001.htm)>. Acesso em: out. 2018.

### Projeto anual em construção

Ressalte aos estudantes a fundamental importância de investimentos para o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro. Se possível, oriente a busca por mais informações nas páginas das agências de fomento para esclarecer a relação entre projetos e financiamento. Comente com eles que os grupos de pesquisadores necessitam de diversos recursos para execução das etapas de investigação científica, bem como de divulgação e extensão.

Após a busca por projeto de pesquisa na área de biologia evolutiva, promova uma roda de conversa para que cada estudante apresente de forma breve o tema do estudo pesquisado. A seguir, é possível ampliar a conversa para levantar contribuições às áreas de conservação, Ecologia, Genética, entre outras. Finalmente, proponha a elaboração individual de uma pequena nota de divulgação que apresente os temas que despertaram mais interesse e sua contribuição para a pesquisa científica nacional.

## Habilidade da BNCC abordada

**(EF09CI12)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Conservação da biodiversidade.
- Patrimônio genético.
- Fragmentação de *habitat*.
- Unidades de Conservação: objetivos e categorias.
- Populações tradicionais.
- Corredores ecológicos.
- Restauração florestal.
- Terras Indígenas.

### Conteúdos procedimentais

- Análise de mapas e imagens.
- Articulação entre conteúdos estudados e situações cotidianas.
- Elaboração de textos e materiais de divulgação.
- Reconhecimento de problemas e proposição de soluções.
- Apresentação de ideias embasadas em argumentos válidos.

### Conteúdos atitudinais

- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa das tarefas no trabalho em grupo.
- Defesa da integridade ambiental.
- Análise crítica de situações polêmicas.
- Desenvolvimento da capacidade de elaborar e receber críticas.
- Reconhecimento da importância da linguagem científica.
- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.

# Conservação da biodiversidade

CAPÍTULO

3



Vitor Marinho/Opção Brasil Imagens

Cataratas do Iguaçu, no Parque Nacional do Iguaçu (PR), 2018.

Com tantos desafios ambientais nas sociedades atuais, a conservação da biodiversidade é, ao mesmo tempo, complexa e extremamente necessária. Neste capítulo, vamos entender um pouco mais sobre a importância da conservação da biodiversidade em nosso país. Vamos, também, conhecer algumas estratégias, como a criação de unidades de conservação, compreendendo melhor os diversos fatores e desafios envolvidos nesse processo.

## O que você já sabe?

 Não escreva no livro

1. Você acha que o ambiente retratado possui diversidade biológica? Explique sua resposta com exemplos.
2. Na sua opinião, ambientes como o retratado na fotografia devem ser protegidos? Por quê?
3. Você acha que é possível conciliar a conservação do meio ambiente com a exploração de recursos naturais? Justifique sua opinião.
4. Quais critérios você utilizaria para definir por que uma área deve ser protegida e quais ações humanas seriam permitidas? Para ficar mais interessante, discuta esses critérios com os colegas e organizem um quadro com as seguintes informações: motivos para proteger, objetivos, atividades humanas permitidas e atividades proibidas.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

60

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Explore a imagem de abertura como estratégia para discutir biodiversidade. Espere que os estudantes comentem sobre a diversidade de fauna e flora e os recursos hí-

dricos. Aproveite para incentivá-los a formular justificativas e levantar conhecimentos prévios. Ao longo das atividades, identifique argumentos e fatores que eles apontam para proteger uma área. Conduza a conversa para que considerem as atividades humanas no ambiente, como agricultura, caça, coleta de vegetais, uso de rios, turismo, mineração, pesquisa científica, etc. Verifique quais atividades eles identificam como prejudiciais ou benéficas ao ambiente. Utilize as informações indicadas nas questões para orientar a discussão e estimular a reflexão sobre conservação ambiental, avaliando seus objetivos e as atividades humanas envolvidas.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

# 1 Desafios da conservação da biodiversidade

O Brasil apresenta um território muito amplo que abriga diferentes paisagens e recursos naturais. Com fauna e flora exuberantes, nosso país destaca-se por sua diversidade biológica, com **biomas** que estão entre os mais variados do planeta. A biodiversidade não está restrita à riqueza de espécies de plantas e animais, mas compreende também a variedade de microrganismos, ecossistemas, interações ecológicas e recursos naturais, incluindo substâncias de interesse médico e comercial. A responsabilidade de conservar e utilizar de modo **sustentável** a biodiversidade de um território é uma tarefa muito complexa e que exige ações integradas. Em um país megadiverso como o Brasil, e também muito populoso, a conservação da biodiversidade é um desafio.

Atualmente, uma das grandes preocupações relacionadas à biodiversidade brasileira é a conservação do **patrimônio genético**. Esse conceito representa o conjunto de todas as informações genéticas contidas: nos seres vivos nativos, como plantas, animais, fungos e microrganismos; nas suas diferentes partes, por exemplo, em cascas, folhas e penas; e nas substâncias produzidas naturalmente por esses organismos, como resinas de plantas ou veneno de animais. Como visto anteriormente, os diferentes genes variam entre indivíduos e populações, definindo a diversidade de fenótipos, que pode ser transmitida para novas gerações por meio da hereditariedade. Logo, o patrimônio genético brasileiro compreende características únicas dos seres vivos nativos, de importância fundamental para a compreensão da sua evolução e ecologia. Essas informações possibilitam maior conhecimento aplicado à conservação e ao manejo sustentável dos recursos.

Nas últimas décadas, a **fragmentação de habitat** representa um dos maiores problemas ambientais do país. A redução ou a perda de paisagens naturais são acompanhadas pela degradação de recursos naturais, diminuição da biodiversidade e aumento do número de espécies ameaçadas de extinção. Dentre as causas da fragmentação, destacam-se o desmatamento, a expansão de zonas urbanas e agropecuárias e a exploração de recursos naturais, além da poluição das águas e dos solos.

## Conheça também

### Portal da Biodiversidade

Quão biodiverso é o nosso país? Por meio do Portal da Biodiversidade, organizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), é possível explorar o número de espécies da fauna e flora brasileiras, registros de ocorrência, lista de espécies ameaçadas e conhecer mais a biodiversidade na sua localidade.

Disponível em: <<https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/portal/>>. Acesso em: jul. 2018.

Adriano Gambarnini/  
Arquivo do fotógrafo

A fotografia aérea mostra fragmentos de Mata Atlântica em meio a áreas de plantação de cana-de-açúcar em São José da Laje (AL), 2015. A implementação de grandes áreas de monoculturas geralmente depende do desmatamento da vegetação, causando perda de *habitat*.

Capítulo 3 Conservação da biodiversidade

Unidade 1 Vida e evolução

61

## Leitura complementar

[...] Hoje mais de 50% da superfície terrestre encontra-se degradada pela atividade humana, destacou o biólogo Jean Paul Metzger. De acordo com o pesquisador, isso significa que estamos rapidamente invadindo áreas naturais, seja por meio da extensão de novas fronteiras agrícolas ou ocupações urbanas. “Isso não só leva ao desaparecimento de *habitat*, como também à fragmentação de ecossistemas, isto é, à subdivisão espacial e funcional dessas áreas.” Metzger ressaltou ainda que esse processo é uma das principais causas de perda de biodiversidade biológica, no Brasil e no mundo.

“Quanto mais fragmentada for uma paisagem, maior será a taxa de extinção das espécies que por lá vivem. Por outro lado, quanto menor for essa fragmentação, menor será o isolamento entre fragmentos de *habitat*, possibilitando o aumento ou a manutenção das taxas de colonização e recolonização de espécie nessa região”, explicou o biólogo do Instituto de Biociências da USP. [...]

ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. Entre desafios, conceitos e ameaças. *Pesquisa Fapesp*, n. 205, mar. 2013. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/03/15/entre-desafios-conceitos-e-ameacas/>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao longo deste capítulo vamos explorar diferentes estratégias de amplo alcance para a conservação da biodiversidade. Recomendamos iniciar retomando alguns elementos centrais da biodiversidade brasileira, como os biomas, estudados ao longo do capítulo 1 do volume do 7º ano. O resgate das características e da importância dos ecossistemas brasileiros é um componente de grande valor nas situações de aprendizagem propostas aqui. A indicação do Portal da Biodiversidade no *Conheça também* do Livro do Estudante pode ser um recurso interessante para explorar esses assuntos com base nas características de sua região. Além disso, diferentes impactos ambientais também foram estudados no volume do 7º ano e podem ser retomados no contexto de ameaças à biodiversidade, por exemplo: queimadas, desmatamentos e desertificação, processos resultantes de ações humanas pouco sustentáveis e de fragmentação de *habitat*. Para aprofundar o tema, confira a *Leitura complementar* a seguir.

Converse com os estudantes a respeito de a conservação ambiental ser um desafio da atualidade. Espera-se que eles compreendam que a preservação de ecossistemas nem sempre é fácil, pois diferentes necessidades humanas estão envolvidas e podem gerar conflitos, como ocupação de território para construção de moradias, para plantações e pastagens, para exploração de minério e recursos hídricos, etc. Dessa forma, os estudantes devem ser incentivados a avaliar a conservação da biodiversidade de modo crítico, compreendendo a necessidade de planejamento e estudo para conciliar ações humanas e integridade ambiental.

## Conheça também

### Patrimônio genético e conhecimentos tradicionais associados

Página do Ministério do Meio Ambiente com informações sobre patrimônio genético e sua importância no contexto socioambiental.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/patrimonio-genetico.html](http://www.mma.gov.br/patrimonio-genetico.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

É fundamental que os estudantes compreendam que as preocupações ambientais são antigas, porém a articulação entre governos e órgãos internacionais é relativamente recente, tendo sido fortalecida nas últimas décadas. Os prejuízos causados pela fragmentação de *habitat* e outras ameaças à biodiversidade vêm se agravando, justificando a busca por estratégias variadas para conservação ambiental. Destacamos aqui a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que representa um marco norteador em políticas de conservação ambiental. Se achar pertinente, oriente o desenvolvimento da atividade de extra sugerida a seguir para ampliar a aprendizagem. Esse tema será abordado também no capítulo seguinte, ao tratar do histórico de preocupações que levaram ao reconhecimento da importância de um desenvolvimento sustentável.

### Atividade extra

#### Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)

Apresente aos estudantes o documento da CDB, disponível em: <[www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_dpg\\_arquivos/cdbport.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dpg_arquivos/cdbport.pdf)> [acesso em: out. 2018] e proponha que eles o analisem e interpretem, especialmente no que tange a sua importância para as atuais estratégias de conservação ambiental e a valorização da integração das diferentes áreas do conhecimento. Em grupos, solicite que confirmem quais orientações a CDB propõe com relação a: conservação de áreas sob proteção; uso sustentável de recursos naturais; pesquisa científica e uso de tecnologias; recursos financeiros e investimentos; educação e divulgação.

Cada grupo deverá fazer suas anotações e compartilhá-las com o restante da turma, promovendo uma conversa coletiva a respeito das diretrizes de conservação.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Unidades de conservação, do 2º bimestre, disponível no Manual Digital do Professor que acompanha esta obra.

A primeira grande convenção internacional a discutir o ambiente foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo e realizada na Suécia em 1972. No entanto, as principais estratégias para conservação e uso sustentável de recursos naturais foram definidas durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco-92, realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro. Incluindo cerca de 175 países além do Brasil, a conferência definiu a **Agenda 21**, um documento contendo ações e metas internacionais para promover a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Entre essas ações, estabeleceu a **Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)**, um importante instrumento internacional que deve guiar os planos e estratégias para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Entre as principais exigências, destacam-se a criação de áreas protegidas, o planejamento para exploração e utilização de recursos naturais, a inclusão de **populações indígenas e tradicionais**, além da repartição de benefícios oriundos do uso da biodiversidade.

Essas estratégias serão discutidas a seguir.

### Aplique e registre

 Não escreva no livro

1. Por que o Brasil é importante para a conservação da biodiversidade do planeta? Cite alguns elementos da biodiversidade brasileira. *Porque é um país megadiverso, com grande variedade de recursos hídricos, mananciais, riqueza de espécies da fauna e flora, tipos de solo e ecossistemas únicos.*
2. Qual a importância do patrimônio genético para a biodiversidade brasileira?
3. Por que a fragmentação de *habitat* é considerada um dos principais problemas ambientais da atualidade? Quais são as causas desse problema? *A fragmentação de habitat causa redução de biodiversidade, degradação de recursos naturais e ameaça de extinção de espécies. Entre as causas, pode-se citar o desmatamento, a poluição das águas e dos solos e a expansão agropecuária.*

2. O patrimônio genético tem importância fundamental para o conhecimento e a proteção da diversidade genética entre espécies e populações, além do potencial das substâncias produzidas pelos organismos, que podem ter aplicações tecnológicas, biomédicas e farmacêuticas.

## 2 Unidades de conservação

A criação de **unidades de conservação (UC)** é uma das estratégias mais eficazes de conservação a longo prazo e em termos de abrangência territorial. As UCs correspondem a **áreas protegidas** delimitadas pelos governos com função de assegurar a conservação de diferentes populações, *habitat*, ecossistemas, além de outros recursos ambientais, como nascentes e rios. O planejamento e a gestão das UCs são realizados pelo **Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Esse sistema segue as diretrizes da CDB, visando a conservação do meio ambiente com base em dados científicos, fatores econômicos e sociais. Além disso, o SNUC é vinculado ao **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**, órgão administrativo que faz parte do Ministério do Meio Ambiente.

Uma condição comum a todas as unidades de conservação é a elaboração do **plano de manejo**, que estabelece as regras de uso e manutenção da unidade de conservação. Esse documento define quais restrições se aplicam ao território, quais ações humanas podem ser desenvolvidas e como os recursos naturais devem ser manejados. Por exemplo, é o plano de manejo que define, respeitando os objetivos de criação da UC, se pode haver visitação e quais tipos de atividades humanas podem ocorrer em cada área da unidade. Esse documento deve ser elaborado com base em diversos estudos dos meios físico, biológico e social da unidade e de seu entorno.

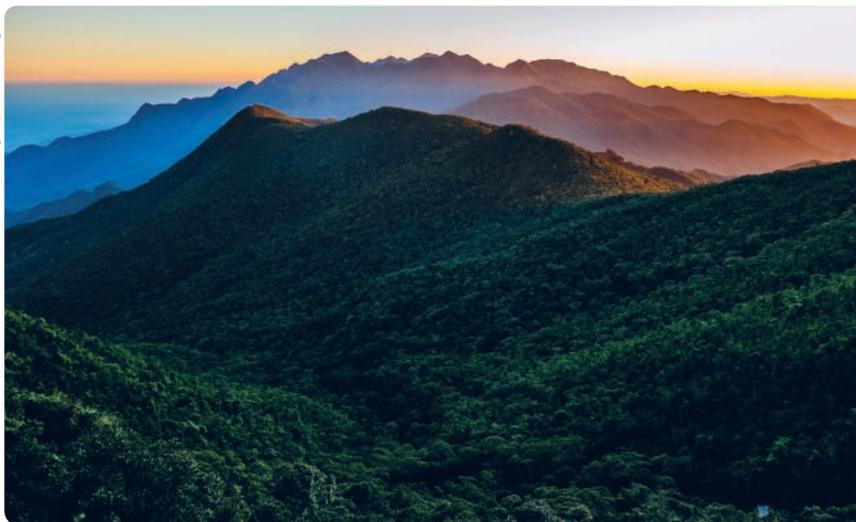
Ao trabalhar a conservação da biodiversidade, as unidades de conservação (UCs) recebem grande ênfase devido à sua área de abrangência e capacidade efetiva de proteção. Ao longo do capítulo, estudaremos as principais categorias de UCs como forma de explorar a importância dessa estratégia. Esperamos, assim, que temas socioambientais de grande relevância sejam aproximados ao contexto dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento de uma postura crítica e sustentável, pautada em conhecimentos científicos e no respeito a valores históricos e culturais.

### Aplique e registre

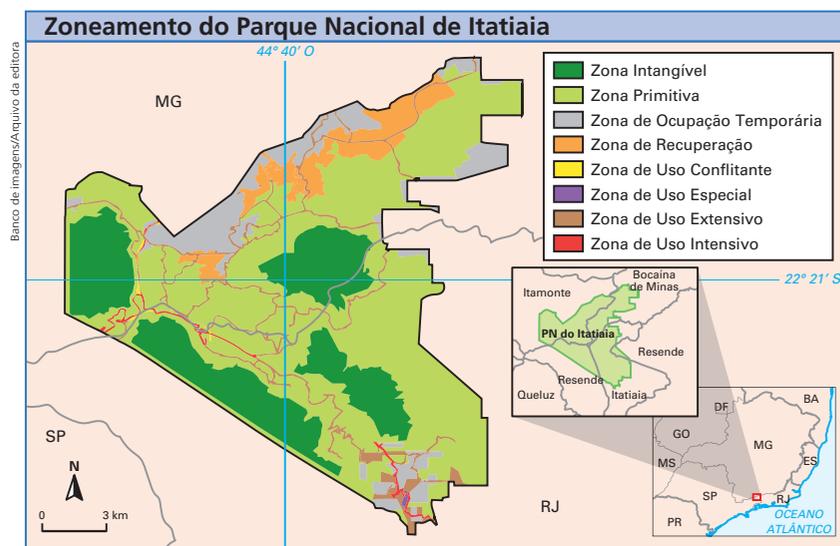
As atividades visam incentivar a reflexão dos estudantes a respeito da diversidade biológica, mobilizando conhecimentos prévios e novos com base nas características brasileiras. Se necessário, retome alguns exemplos de biomas e impactos ambientais já estudados para enriquecer a conversa. Outro objetivo dessa seção é auxiliar os estudantes a compreender que a conservação ambiental depende do conhecimento acerca da diversidade biológica e dos impactos que a ameaçam.

O **zoneamento** é uma das ferramentas mais importantes do plano de manejo, pois define a organização do território em zonas com diferentes graus de proteção e regras de uso. A **zona de amortecimento** é outro aspecto comum às UCs e consiste na definição de uma área que não faz parte da UC, mas está localizada ao seu redor, na qual algumas atividades estão sujeitas a normas e restrições. O objetivo desse setor, também chamado de zona tampão, é filtrar e reduzir impactos negativos externos, como os diferentes tipos de poluição. Dessa maneira, a zona de amortecimento possui um papel fundamental em reduzir o chamado **efeito de borda**, nome dado ao conjunto de alterações na distribuição e composição de espécies provocado por fatores externos próximos da borda. Esse efeito é particularmente acentuado em fragmentos menores, sendo a zona de amortecimento uma estratégia física para atenuar impactos mais internos.

Victor Marigo/Opção Brasil Imagens



O Parque Nacional de Itatiaia está localizado na fronteira dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro e, em seu zoneamento, apresenta áreas destinadas para diferentes usos. Pôr do sol na parte alta do Parque Nacional de Itatiaia, na serra da Mantiqueira (RJ), 2016.



Exemplo de zoneamento implementado no Parque Nacional de Itatiaia. Observe a região chamada Zona Intangível, dedicada à conservação máxima da paisagem. Atente também para a presença de outras, como a Zona de Uso Intensivo e Zona de Uso Extensivo, que permitem diferentes atividades humanas, como visitação e turismo.

Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional de Itatiaia – Encarte 4. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm\\_parna\\_itatiaia\\_enc4.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm_parna_itatiaia_enc4.pdf)>. Acesso em: jul. 2018.

Capítulo 3 Conservação da biodiversidade

Unidade 1 Vida e evolução

63

## Orientações didáticas

Pergunte aos estudantes quais exemplos de UC eles conhecem; é interessante um levantamento de conhecimentos prévios para explorar o tema. Se possível, apresente uma UC próxima de seu município como forma de exemplificar o assunto estudado. Para auxiliar na explicação a respeito do plano de manejo, é possível indagar os estudantes sobre como eles definiriam uma área para ser protegida. Se julgar pertinente, retome alguns fatores e argumentos levantados por eles no início do capítulo.

Com auxílio do mapa, explore com os estudantes a importância do zoneamento para definição das regras de uso de uma UC e cumprimento de seus objetivos. Confira, a seguir, mais informações a respeito do Parque Nacional de Itatiaia para complementar o exemplo tratado no texto.

### Conheça também

#### Parque Nacional de Itatiaia

Conheça mais essa UC, seus objetivos e atividades permitidas. Outros recursos valiosos também são disponibilizados, como explicações sobre o plano de manejo, galeria de imagens e boletins de pesquisa.

Disponível em: <[www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia](http://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia)>. Acesso em: out. 2018.

A zona de amortecimento e o efeito de borda são conceitos fundamentais para garantir o manejo e a integridade das áreas de proteção. Confira mais informações na *Leitura complementar* desta página, que podem ser utilizadas para desenvolver o assunto com os estudantes.

### Leitura complementar

[...] É óbvio que ecossistemas reagem de forma diferenciada às pressões causadas pela fragmentação, mas alguns mecanismos básicos parecem ser válidos para quase todos os ambientes de floresta tropical úmida, como os que predominam na Amazônia e eram a regra no litoral do Brasil antes da chegada dos portugueses.

Nesse tipo de bioma, retalhar a floresta causa efeitos que vão muito além da mera redução de *habitat* para

animais e plantas. Um parâmetro importante, nesse caso, é quão recortado ou irregular é o perímetro do fragmento florestal que sobrou. Quanto mais sinuoso for seu recorte, maior será a área de contato com a chamada matriz – o entorno do fragmento, que pode estar ocupado pela agropecuária, por áreas urbanas ou simplesmente abandonado, com vegetação nativa em diferentes estágios de regeneração. Quanto maior a área de contato, pior tende a ser o efeito de borda – termo que engloba boa parte dos danos ambientais que a fragmentação traz.

Na prática, o efeito de borda faz com que a vegetação realmente original que sobrou num fragmento ocupe um trecho inferior à sua área total. Isso acontece porque, na borda, o microclima úmido e escuro que a floresta cria para si mesma é perturbado pela maior quantidade de luz solar e calor. [...]

LOPES, Reinaldo José. Diversidade aos pedaços. *Scientific American Brasil*. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/diversidade\\_aos\\_pedacos.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/diversidade_aos_pedacos.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao apresentar as duas categorias principais de UCs, isto é, Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, converse com os estudantes a respeito dos objetivos gerais dessas categorias. Levante quais impressões prévias eles possuem das atividades permitidas nessas áreas. Ressalte a importância da diversidade de categorias como estratégia para conciliar diferentes interesses, priorizando objetivos variados, porém complementares.

Explore o mapa com os estudantes, ressaltando a localização de seu município e os principais ecossistemas da região. Verifique a opinião deles a respeito do número e da extensão das UCs. Peça a eles que analisem e justifiquem se a situação é satisfatória e o que poderia ser modificado. Se achar pertinente, comente também sobre a dificuldade de manutenção, fiscalização e planejamento para um elevado número de áreas de grande extensão. Essas são algumas das características que representam um desafio às políticas de conservação.

### Conheça também

#### Unidades de Conservação

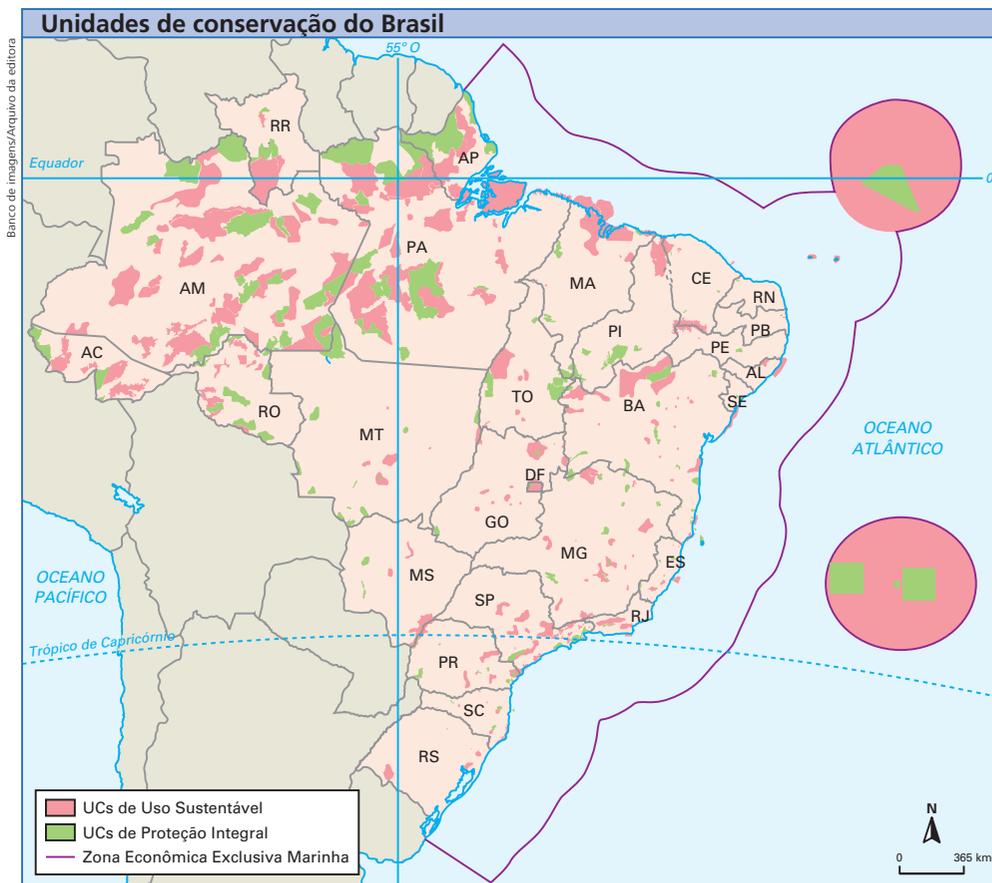
Página em que é possível consultar o número atual e a área das UCs, além dos biomas abrangidos.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-consolidados](http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-consolidados)>. Acesso em: out. 2018.



Atualmente o Brasil conta com mais de 2200 unidades de conservação, cobrindo mais de 2000000 km<sup>2</sup> de áreas sob políticas de proteção em todos os biomas brasileiros e sob responsabilidade federal, estadual e municipal. Mesmo assim, ainda há muito o que conservar para garantir a manutenção da biodiversidade brasileira.

As UCs são compostas de 12 categorias divididas em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, como mostra o mapa abaixo. Veremos a seguir essas categorias, sua importância e alguns exemplos.



Elaborado com base em: <<http://mapas.mma.gov.br/3geo/>>. Acesso em: jul. 2018.

Distribuição territorial das unidades de conservação no território brasileiro segundo as categorias Área de Proteção Integral e Área de Uso Sustentável.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- A implementação de unidades de conservação é um processo longo e trabalhoso que envolve diferentes forças políticas, interesse civil, numerosas pesquisas científicas e diálogo com populações locais. Caso você liderasse a criação de uma nova unidade de conservação:
  - Em que região do país e em qual bioma estaria essa nova unidade? *Resposta pessoal.*
  - Como você explicaria a importância da proteção dessa área? *Resposta pessoal.*

64

### Aplique e registre

As atividades visam auxiliar no desenvolvimento da habilidade [EF09CI12], promovendo a reflexão do tema com base no contexto geográfico mais próximo dos estudantes. Outro objetivo é incentivar a argumentação deles, de modo que possam apresentar elementos que justifiquem a proteção da área. Para isso, eles podem indicar, por exemplo, a diversidade de fauna e flora, a presença de corpos hídricos, espécies ameaçadas de extinção e a ocorrência de paisagens únicas. Aproveite essa oportunidade para conversar a respeito da participação dos diferentes setores da sociedade mencionados no enunciado, dos quais o sucesso das UCs depende fortemente – tanto para a compreensão de sua importância, como para a cooperação em sua implantação.

## Quem já ouviu falar em...

### ... espécies guarda-chuva?

Espécies guarda-chuva são espécies que necessitam de uma área muito extensa para sobrevivência e reprodução. Essas espécies são frequentemente utilizadas como indicadores no planejamento e gestão de áreas para conservação. Como dependem de grandes áreas, promover ações para a preservação de uma espécie guarda-chuva também oferece condições para a proteção de muitos *habitat* e, conseqüentemente, de dezenas de outras espécies animais e vegetais. Por essa razão é dado o nome guarda-chuva. Um exemplo emblemático é o mico-leão-dourado, primate endêmico do Brasil, utilizado como bandeira de conservação da Mata Atlântica. Essa espécie de mico, que já esteve gravemente ameaçada de extinção, é um exemplo bem-sucedido de ações governamentais e não governamentais na proteção de fragmentos de Mata Atlântica, garantindo também a proteção de diversos outros *habitat* e comunidades. Outros exemplos de espécies guarda-chuva incluem a onça-pintada, o lobo-guará e o gavião-real.



Adriano Gambarini/Arquivo do fotógrafo

▲ Mico-leão-dourado, exemplo de espécie guarda-chuva na conservação da Mata Atlântica. Mede cerca de 26 cm de comprimento, sem considerar a cauda.

## Unidades de Proteção Integral

As **Unidades de Proteção Integral** têm como principal objetivo o máximo de proteção de uma região, seus ecossistemas e patrimônio biológico. Por esse motivo, são unidades com regras mais **restritivas**, onde, por exemplo, recursos naturais não podem ser explorados diretamente, como por meio de coleta ou consumo. Nessas unidades, as ações humanas devem ser controladas, incluindo atividades de turismo, recreação e pesquisa. As Unidades de Proteção Integral podem ser de cinco tipos:

- **Estação Ecológica (ESEC)**: área de grande restrição para preservação da natureza onde atividades humanas são restritas a pesquisa científica ou visitas de cunho educativo.
- **Reserva Biológica (REBIO)**: área de preservação da diversidade biológica onde ações humanas são permitidas apenas para fins educativos ou de restauração e manejo dos ecossistemas.
- **Parque Nacional (PN)**: área para preservação de ecossistemas e diferentes tipos de paisagens naturais. Essa categoria é menos restritiva e permite atividades educativas, recreativas, turísticas e de pesquisa científica.
- **Monumento Natural (MONA)**: área para preservação de locais ou paisagens raras e de grande apelo cênico, podendo haver vários tipos de visitação. Diferente das anteriores, essa categoria pode ocorrer em áreas particulares.

Ao trabalhar as Unidades de Proteção Integral, é importante ressaltar o objetivo principal de preservação das áreas com políticas restritivas, a fim de evitar intervenções humanas diretas e de potencial impacto negativo. Contudo, uma ampla diversidade de atividades é permitida em alguns casos, incluindo pesquisa, turismo, educação e recreação.

## Orientações didáticas Quem já ouviu falar em...

Se achar pertinente, apresente as informações da *Leitura complementar* desta página aos estudantes como forma de explorar um pouco mais outros exemplos de espécies guarda-chuva, como a onça-pintada. Além das espécies guarda-chuva, há outro conceito muito empregado em políticas de conservação: espécies-bandeira. Trata-se de espécies que, em geral, exercem amplo apelo carismático ou despertam grande interesse nas pessoas, sendo usadas para divulgação e conscientização da necessidade de conservação de um ecossistema. São exemplos de espécies-bandeira as tartarugas marinhas, os peixes-boi e as araras-azuis.

## Orientações didáticas

Com base na sugestão do *Conheça também* do Livro do Estudante, explore os Parques Nacionais mais próximos de sua região. Verifique se os estudantes já visitaram essas UCs e promova o compartilhamento das informações. Além disso, é interessante incentivar a visita para fins tanto educativos quanto recreativos, de modo que eles possam ampliar seus conhecimentos e experiências a partir de vivências associadas à conservação de áreas biodiversas.

## Saiu na mídia

As informações apresentadas visam a ampliar a aprendizagem dos conteúdos do capítulo, indicando a expansão das políticas de conservação da biodiversidade para os ecossistemas marinhos. Assim como nos ecossistemas terrestres, a implementação de UC em ambientes oceânicos visa à exploração sustentável de recursos naturais, como no caso da pesca, viabilizando pesquisas e a integridade das comunidades e populações de organismos. As informações sugeridas no *Conheça também* abaixo podem enriquecer a conversa com os estudantes.

### Conheça também

#### Unidades de Conservação costeiras e marinhas

Conheça mais a respeito dessas unidades, incluindo sua distribuição ao longo da costa brasileira e sua extensão territorial.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/unidades-de-conservacao-e-mosaicos.html](http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/unidades-de-conservacao-e-mosaicos.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Refleta e responda

As atividades visam a desenvolver a habilidade (EF09CI12) com a interpretação do texto, ampliando a aprendizagem do tema. Se necessário, auxilie os estudantes na identificação dos trechos que apresentam as ideias centrais. Se possível, confira com eles a sugestão de texto no *Conheça também* a seguir, como forma de aprofundar um pouco mais a importância dos recifes de corais e a necessidade de sua conservação.

## Conheça também

### Visite os parques

Que tal visitar uma unidade de conservação? Nos Parques Nacionais é possível fazer diferentes passeios turísticos, trilhas, encontrar mirantes, além de atividades de educação ambiental. Acesse a página *Visite os parques* do ICMBio e descubra o mais próximo de você. Disponível em: <[www.icmbio.gov.br/portal/visitaacao1/visite-os-parques](http://www.icmbio.gov.br/portal/visitaacao1/visite-os-parques)>. Acesso em: jul. 2018.

- **Refúgio de Vida Silvestre (REVIS):** área destinada à preservação de ambientes e condições favoráveis à reprodução e sobrevivência da fauna e flora locais. Pode haver visitação e também ocorrer em territórios particulares.



Estação Ecológica Taiamã, em Cáceres (MT), 2015.

Andre Dib/Pulpar Imagens

## Saiu na mídia



### Unidades de conservação marinhas

Os dois pontos mais remotos do território nacional – os arquipélagos São Pedro e São Paulo, em Pernambuco, e o de Trindade e Martim Vaz, em Vitória (ES) – são as novas unidades de conservação (UC) federais marinhas. [...]

[...] o Monumento Natural de Trindade e Martin Vaz somará 6 milhões de hectares e o de São Pedro e São Paulo, 4 milhões de hectares. [...]

Os dois arquipélagos são ricos em biodiversidade e cumprem uma função estratégica na delimitação e proteção do mar territorial brasileiro e da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). [...]

São Pedro e São Paulo, localizados em Pernambuco, é o menor e mais isolado arquipélago tropical do planeta [...]. Devido ao seu isolamento geográfico, apresenta elevada concentração de espécies endêmicas (só existentes no local) e ameaçadas de extinção. As características únicas da área atraem as atenções de cientistas desde o século 19, incluindo trabalhos realizados por Charles Darwin a bordo do navio HMS Beagle, em 1832.

[...]

Brasil cria quatro novas unidades marinhas. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/9509-brasil-cria-quatro-novas-unidades-marinhas>>. Acesso em: jul. 2018.



Marcus Leon/Folhapress

O arquipélago de São Pedro e São Paulo abriga apenas uma pequena base científica utilizada para a realização de pesquisas de diversas áreas. Fotografia de 2017.

## Refleta e responda

1. Com base em informações do texto, aponte dois motivos para a conservação dos arquipélagos mencionados. **Arquipélagos ricos em biodiversidade e presença de espécies endêmicas.**

2. Quais tipos de *habitat* e ecossistemas estão sendo protegidos? **Ecossistemas oceânicos, incluindo habitat como costões rochosos, recifes de corais e mar aberto.**

66

## Conheça também

### Importância dos corais

Mais informações a respeito dos recifes de corais no mundo e no Brasil, suas características e a importância de sua conservação.

Disponível em: <<https://marsemim.com.br/a-importancia-dos-corais>>. Acesso em: out. 2018.

a) Esse tipo de categoria é de fundamental importância para a conservação de fragmentos dos diferentes biomas, reduzindo ao máximo a interferência humana e seus impactos.

### Aplique e registre

 Não escreva no livro

- Considerando o avanço da fragmentação de *habitat* e a perda significativa de áreas de diversos biomas, como Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, responda:

- a) Qual a importância da implementação de Unidades de Proteção Integral?
- b) Como as Unidades de Conservação Integral podem ser relevantes para populações humanas?

Além de preservar grandes paisagens, tais unidades garantem a conservação de recursos naturais, por exemplo, hídricos. Permitem, também, mais diretamente, atividades de turismo, educação ambiental e pesquisa científica.

## Unidades de Uso Sustentável

As **Unidades de Uso Sustentável** visam a conservação do meio ambiente e o uso sustentável dos recursos. Nesse caso, são permitidos a coleta e o uso de recursos naturais, contanto que isso não prejudique processos ecológicos e não cause desequilíbrios ou o esgotamento de recursos. Um dos aspectos mais importantes dessa categoria é conciliar a conservação da biodiversidade com a **presença humana** nas áreas protegidas. As Unidades de Uso Sustentável são divididas em sete categorias:

- **Área de Proteção Ambiental (APA):** área muito extensa formada por terras públicas e privadas, incluindo diversas paisagens e ambientes. Tem finalidade de proteger a diversidade biológica, além de ordenar a ocupação humana e o uso de recursos.
- **Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE):** área geralmente de pequena extensão formada por terras públicas e privadas. Visa proteger ambientes singulares e ecossistemas locais.
- **Reserva de Fauna (REFAU):** área com populações de animais nativos com principal objetivo de proteger essas espécies, organizar o manejo adequado dos recursos para fins econômicos e facilitar estudos científicos.
- **Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN):** área de propriedade privada criada a partir do interesse do proprietário para diferentes fins de conservação, incluindo atividades recreativas, turísticas, científicas e educativas. Geralmente conta com orientação de órgãos do SNUC para gestão.

Como as APAs são geralmente extensas, muitas podem conter em seu interior outras unidades de conservação, nas quais a atividade humana é mais restrita. APA Costa de Itacaré/Serra Grande (BA), 2018.



Luciano Queiroz/Pulsar Imagens

Capítulo 3 Conservação da biodiversidade

Unidade 1 Vida e evolução

67

Ao apresentar as Unidades de Uso Sustentável, é fundamental ressaltar aos estudantes o objetivo de conciliação entre conservação da biodiversidade e atividades humanas. Nesse caso, atividades de coleta, extração e exploração de recursos naturais são possíveis, desde que sustentáveis, ou seja, de modo que os recursos não sejam comprometidos ao longo do tempo nem outros fatores do ambiente sejam prejudicados de modo irreparável.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A atividade incentiva a articulação entre conteúdos prévios e novos, favorecendo também o desenvolvimento da habilidade [EF09CI12]. Partindo de exemplos do contexto brasileiro de diversidade e conservação, espera-se que os estudantes apontem as contribuições das Unidades de Proteção Integral. Além disso, eles são incentivados a valorizar e respeitar as atividades humanas permitidas nessas áreas, compreendendo as políticas de restrição.

## Orientações didáticas

Converse com os estudantes a respeito de experiências prévias com Unidades de Uso Sustentável. É interessante levantar conhecimentos prévios oriundos de visitas, notícias ou outros meios de divulgação. Ressalte que, nesse tipo de UC, a presença de populações humanas residentes é possível, assim como a exploração de recursos naturais.

Ao tratar as populações tradicionais, é fundamental ressaltar o conjunto de valores culturais, historicamente construídos, que fundamentam o modo de vida das comunidades. O conhecimento tradicional reflete a diversidade e os recursos da região que sustentam a dinâmica de relações com o meio ambiente, incluindo, por exemplo, atividades extrativistas e uso medicinal de plantas. Outro aspecto muito importante a destacar é o papel dessas categorias de unidades de conservação para valorização e preservação dos modos de vida, cultura e história das populações tradicionais.

### Conheça também

#### Quem são as populações tradicionais?

Página que explora o conceito de populações tradicionais, comunidades brasileiras que se enquadram nessa definição e a importância da preservação e valorização de seus conhecimentos.

Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/territorios-de-ocupacao-tradicional/quem-sao-as-populacoes-tradicionais>>. Acesso em: out. 2018.

Confira, a seguir, as categorias de atividades humanas organizadas em classes e as UCs onde são permitidas. Essas informações podem ser apresentadas aos estudantes como forma de aprofundar o estudo, integrando conservação e atividades econômicas.

Comunidade ribeirinha da Reserva Extrativista Verde para Sempre (PA), 2017.



Luciana Whitaker/Fuair Imagens

- **Floresta Nacional (Flona):** área pública extensa de cobertura florestal que visa a proteção e estudo da diversidade, além do uso sustentável dos recursos naturais florestais. Permite-se a ocupação de populações tradicionais que já habitavam a área anteriormente à criação da unidade.
- **Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS):** área onde vivem populações tradicionais que adotam práticas sustentáveis de exploração de recursos naturais, desenvolvidas e adaptadas às condições ecológicas locais ao longo de gerações.
- **Reserva Extrativista (RESEX):** área utilizada por populações tradicionais extrativistas, que dependem de atividades de extrativismo, agricultura de subsistência e criação de pequenos animais. Essa área protegida visa assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, bem como a proteção dos meios de vida e cultura das populações.

É interessante notar que as três últimas categorias abordam explicitamente a questão das **populações tradicionais**. Esse é um conceito bastante abrangente e compreende populações cujo conhecimento sobre elementos da natureza e sua dinâmica é utilizado como meio de sobrevivência. Esse conjunto de saberes é passado por gerações e expressa um valor cultural próprio. São povos quilombolas, ribeirinhos, sertanejos, caiçaras, entre outros, que possuem longa história com o lugar onde vivem. Sendo assim, comunidades tradicionais utilizam o território e seus recursos naturais como condição para produção cultural, social e econômica, por meio de saberes e práticas transmitidas pela tradição. Outro aspecto relevante dessas populações locais é a adoção de práticas pouco impactantes, caracterizando um manejo mais adequado dos recursos naturais.

68

Classe	Principais tipos de uso, contemplados na Lei nº 9985/2000	Categoria de manejo
Classe 1 – Pesquisa científica e educação ambiental	Desenvolvimento de pesquisa científica e de educação ambiental	Reserva biológica; estação ecológica
Classe 2 – Pesquisa científica, educação ambiental e visitação	Turismo em contato com a natureza	Parques nacionais e estaduais; reserva particular do patrimônio natural
Classe 3 – Produção florestal, pesquisa científica e visitação	Produção florestal	Florestas nacionais e estaduais
Classe 4 – Extrativismo, pesquisa científica e visitação	Extrativismo por populações tradicionais	Reservas extrativistas
Classe 5 – Agricultura de baixo impacto, pesquisa científica, visitação, produção florestal e extrativismo	Áreas públicas e privadas onde a produção agrícola e pecuária é compatibilizada com os objetivos da UC	Reserva de desenvolvimento sustentável; refúgio de vida silvestre; monumento natural
Classe 6 – Agropecuária, atividade industrial, núcleo populacional urbano e rural	Terras públicas e particulares com possibilidade de usos variados visando a um ordenamento territorial sustentável	Área de proteção ambiental; área de relevante interesse ecológico

Fonte: POTENCIAIS tipos de uso permitidos nas Unidades de Conservação brasileiras por categoria. Diretoria de Áreas Protegidas da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente [DAP/SBF/MMA], 2009. Disponível em: <[www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/usuarios-permitidos.html](http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/usuarios-permitidos.html)>. Acesso em: nov. 2018.

## Um pouco de história

### Populações tradicionais

Embora reunidas sob um mesmo conceito, as populações tradicionais representam uma ampla diversidade sociocultural que compreende povos quilombolas, seringueiros, quebradeiras de coco-babaçu, apanhadores de flores sempre-vivas, caiçaras, ribeirinhos, pantaneiros e diversos outros grupos. Em geral, são povos com longo histórico de ocupação de um território e grande riqueza cultural atrelada ao uso do ambiente. Contudo, a história dessas populações também é marcada por conflitos no reconhecimento de seu território e da sua identidade. Muitas dessas comunidades enfrentaram, e ainda enfrentam, a expansão da agropecuária e a diminuição dos recursos naturais. A regulamentação e o reconhecimento das suas atividades econômicas dentro de áreas de proteção representam, muitas vezes, um processo longo e burocrático. O estabelecimento de categorias de unidades de conservação que permitem a ocupação dessas populações representou grande avanço nessas questões, mas muitas ainda continuam lutando pelo reconhecimento e valorização de sua identidade cultural.



Andre Dib/Pulsar/Imagens

Coletora de plantas ornamentais da comunidade quilombola Kalunga do Engenho II, em Cavalcante (GO), 2017.

### Aplice e registre

a) Sim, alguns tipos de UCs são estruturados para permitir atividades humanas controladas e promover o uso sustentável dos recursos naturais.

ⓧ Não escreva no livro

- Há algum tempo, a preservação do meio ambiente acompanhava o discurso de proteção intocável. Com o passar dos anos e com estudos científicos, diálogos e trocas de informações, essa noção foi se modificando. Com base no texto e nos elementos discutidos ao longo do capítulo, responda:
  - É possível conciliar atividades humanas e unidades de conservação?
  - Cite alguns exemplos de atividades sustentáveis que podem ser realizadas dentro de unidades de conservação.  
*Resposta pessoal.*
  - Justifique a importância das Unidades de Uso Sustentável para assegurar o modo de vida de populações tradicionais que dependem de recursos locais.
  - Qual a importância, do ponto de vista ecológico e cultural, do reconhecimento e da proteção de comunidades tradicionais?  
*Manutenção e incentivo de práticas sustentáveis, com baixo impacto ambiental, e a valorização e a preservação da cultura e da história dessas populações.*

c) Esse tipo de unidade de conservação delimita territórios e contribui para a conservação de recursos locais. A partir de regras, a exploração deve ser sustentável, viabilizando sua continuidade. Além disso, a unidade pode contribuir para reduzir ou impedir impactos externos sobre os ecossistemas dos quais as populações locais dependem.

69

### Aplice e registre

As atividades visam trabalhar a habilidade (EF09CI12), buscando uma análise mais cuidadosa entre conservação ambiental e atividades humanas. Espera-se que os estudantes reconheçam e justifiquem a existência de diferentes tipos de UC com objetivos variados para integração entre conservação e desenvolvimento econômico. Se possível, comente que a existência de Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, em sua totalidade, representa uma estratégia de diversificação para assegurar a conservação do meio ambiente e a interação com populações humanas. Além disso, cria-se outra oportunidade para avaliar a importância das populações tradicionais no contexto de conservação, valorizando seus conhecimentos e modos de vida.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

Para maior aprofundamento do tema, sugerimos a leitura complementar a seguir.

### Leitura complementar

[...] Não é só a riqueza ambiental que torna a região do Vale do Ribeira singular. Seu patrimônio cultural é igualmente valioso. Em seu território se encontram o maior número de comunidades remanescentes de quilombos de todo o estado de São Paulo, comunidades caiçaras, índios Guarani, pescadores tradicionais e pequenos produtores rurais. Trata-se de uma diversidade cultural raramente encontrada em locais tão próximos de regiões altamente urbanizadas, como São Paulo e Curitiba.

Cerca de 80 comunidades caiçaras, formadas por 2.456 famílias, vivem ao longo dos 140 km de extensão do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananeia-Paranaguá. Seu modo de vida caracteriza-se principalmente pela relação de interação com a natureza, seus ciclos e recursos renováveis. A atividade pesqueira de subsistência, sua principal atividade econômica, é realizada de modo artesanal e com baixo impacto ambiental. [...]

Todas estas iniciativas, muitas das quais contam com apoio de órgãos de governo, instituições de pesquisa e organizações da sociedade civil, têm mostrado que o Vale do Ribeira pode apresentar um novo modelo de desenvolvimento. Neste modelo a geração de renda para as famílias mais pobres é aliada da conservação da natureza, estimulando o desenvolvimento local e aumentando as oportunidades de crescimento e melhor qualidade de vida para um número cada vez maior de pessoas.

VALE do Ribeira, Populações tradicionais. *Quilombos do Ribeira*. Disponível em: <[www.quilombosdoribeira.org.br/vale-do-ribeira](http://www.quilombosdoribeira.org.br/vale-do-ribeira)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Para complementar o estudo dos corredores ecológicos e a importância da conectividade entre fragmentos, confira a sugestão de leitura a seguir.

### Leitura complementar

[...]

#### Corredores verdes

Parte da solução para o problema de degradação da Mata Atlântica pode estar associada à identificação de áreas-chave, nas quais a restauração da paisagem facilitaria o fluxo biológico entre fragmentos de *habitat*, como corredores biológicos. “A noção de conectividade pode contribuir para a integração no entendimento de aspectos estruturais e funcionais de áreas fragmentadas”, disse Metzger [biólogo]. Também o intervalo entre o início do processo de fragmentação e a extinção de espécies poderia contribuir para a ação mais rápida e precisa do poder público na restauração de áreas de conexão biológica entre *habitat* fragmentados. “É fundamental que a identificação dessas áreas seja feita não apenas em termos estruturais, mas também em termos funcionais”, acrescentou. [...]

ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. Entre desafios, conceitos e ameaças. *Pesquisa Fapesp*, n. 205, mar. 2013. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/03/15/entre-desafios-conceitos-e-ameacas>>. Acesso em: out. 2018.

Além das UCs e dos corredores ecológicos, optamos por apresentar outras estratégias de amplo alcance relacionadas à conservação da biodiversidade e com destaque crescente no cenário brasileiro. A restauração ecológica é um bom exemplo, sendo interessante apresentar suas características para os estudantes como forma de ampliar o conhecimento do tema. Se necessário, apresente a sucessão ecológica como um conceito que descreve as mudanças sequenciais de um ecossistema, passando de comunidades mais simples para comunidades mais complexas, isto é, com maior riqueza de espécies e maior complexidade nas relações entre fatores bióticos e abióticos.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática *Fragmentação de habitat e corredores ecológicos*, do 2º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

## 3 Outras estratégias de conservação

Como vimos anteriormente, a **fragmentação de habitat** é uma das principais causas da redução de biodiversidade e, conseqüentemente, da maior vulnerabilidade das espécies à extinção. A urbanização, a ocupação de terrenos para diferentes usos e o desmatamento causam alterações em áreas naturais, criando fragmentos cada vez mais isolados. O tamanho e a geometria dos fragmentos, além dos tipos de microambientes inclusos, são de grande relevância para a conservação da biodiversidade.

Uma importante estratégia para minimizar os efeitos da fragmentação da paisagem e promover a conservação da biodiversidade é a criação de **corredores ecológicos**. Eles consistem em áreas que **conectam** diferentes unidades de conservação ou fragmentos florestais isolados e possibilitam o deslocamento dos animais (ou, no caso das plantas, das sementes e dos frutos). Em outras palavras, a existência dos corredores ecológicos é fundamental para que a fauna e a flora, além de outros organismos, tenham condições favoráveis para dispersão, movimentação e recolonização de áreas degradadas. Ao conectar diferentes paisagens, os corredores também possibilitam o **fluxo gênico**, isto é, a troca de genes entre diferentes populações. Esse fluxo é essencial para a **variabilidade genética** das populações.

Vale lembrar que os corredores não são unidades políticas ou administrativas, mas representam áreas sob ações coordenadas que visam proteger a diversidade biológica na escala de **biomas**. Destacam-se no Brasil dois amplos corredores ecológicos com grande importância: o Corredor Central da Amazônia (CCA) e o Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA).



Marcos Amend/Pulsar Imagens

Outra estratégia aliada à conservação da biodiversidade é a **restauração ecológica**, que corresponde à intervenção humana planejada sobre áreas degradadas para facilitar ou acelerar a **sucessão ecológica** a fim de retornar às condições similares às originais. As ações de restauração possuem importante papel na conectividade de fragmentos de paisagens, além do restabelecimento de processos ecológicos naturais que foram impactados. Diferentes técnicas e métodos podem ser empregados, como plantio de mudas e sementes de plantas pioneiras nativas e até mesmo alocação de serapilheira, que consiste em uma camada de folhas e outros materiais orgânicos em decomposição sobre o solo de áreas florestais.

O reflorestamento de áreas degradadas é um exemplo de ação planejada para a restauração ecológica. Além do plantio de mudas e sementes, essas áreas precisam ser periodicamente manejadas para garantir a sucessão ecológica e o restabelecimento da floresta. Área de restauração florestal da Mata Atlântica, em Rio Claro (RJ), 2015.

### Leitura complementar

No Brasil, quando se fala em Terras Indígenas, há que se ter em mente, em primeiro lugar, a definição e alguns conceitos jurídicos materializados na Constituição Federal de 1988 e também na legislação específica, em especial no chamado Estatuto do Índio (Lei 6.001/73) [...].

A Constituição de 1988 consagrou o princípio de que os índios são os primeiros e naturais senhores da terra. Esta é a fonte primária

## Quem já ouviu falar em...

### ... sistemas agroflorestais?

Também conhecido como SAF, o sistema agroflorestal é um tipo de manejo sustentável da terra que concilia o cultivo agrícola com a manutenção da flora e da fauna de florestas. Frequentemente, esse tipo de sistema emprega práticas e elementos culturais de populações tradicionais locais. Os SAFs representam uma importante estratégia para diversificação dos produtos agrícolas, combinando produção com conservação. Esse é um bom exemplo de proteção à biodiversidade aliada à agricultura. Recentemente, os SAFs vêm ganhando destaque como método para restauração de paisagens, auxiliando no controle de erosão do solo, ciclagem de nutrientes e reestruturação de paisagens parcialmente degradadas.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Plantio de banana, mandioca, erva-mate, cúrcuma e pitanga no sistema agroflorestal, em ambiente de Mata Atlântica, da aldeia Kalipety, da etnia guarani, em Parelheiros (SP), 2017.

## 4 Terras Indígenas

Segundo a legislação brasileira, Terras Indígenas são reconhecidas e geridas por outro órgão do governo, a **Fundação Nacional do Índio (Funai)**. Desse modo, unidades de conservação e Terras Indígenas são áreas separadas e com objetivos distintos. Ainda assim, é preciso destacar como o reconhecimento de Terras Indígenas tem um papel essencial na conservação do meio ambiente. Semelhante ao que foi descrito para populações tradicionais, as comunidades indígenas abrangem estilos de vida, culturas e tradições próprias, profundamente enraizadas em sua forma de se relacionar com o ambiente e manejar os recursos naturais. Atualmente, mais de 300 **etnias** diferentes ocupam diversas regiões do país.

O Brasil conta hoje em dia com mais de 50 reservas indígenas e mais de 400 Terras Indígenas regularizadas. Além de garantir o direito legítimo de ocupação e uso dos recursos, o estabelecimento de territórios indígenas auxilia na conservação de paisagens, servindo de barreira contra desmatamentos e outros impactos. Contudo, o reconhecimento de territórios indígenas ainda enfrenta muitas dificuldades, como os interesses conflitantes com o setor agropecuário e da mineração, a sobreposição de territórios indígenas com unidades de conservação e a ocupação irregular dessas áreas.

Dança tradicional na aldeia Aiha, da etnia Kalapalo, no Parque Indígena do Xingu, 2018. Kalapalo é uma das várias etnias que ocupam o Parque Indígena do Xingu (MT), que é uma Terra Indígena regularizada.



Delfim Martins/Pulsar Imagens

71

## Orientações didáticas Quem já ouviu falar em...

Diversos outros exemplos por todo o país indicam a viabilidade e os benefícios dos sistemas agroflorestais para restauração de paisagens. Se possível, solicite que os estudantes busquem exemplos e tragam informações para compartilhar em sala de aula, discutindo como as medidas contribuem para a conservação da biodiversidade.

### Conheça também

#### Restauração ecológica com sistemas agroflorestais

Confira mais informações a respeito da restauração ecológica por meio de sistemas agroflorestais e seus benefícios para conciliar conservação ambiental e desenvolvimento econômico.

Disponível em: <[www.florestal.gov.br/publicacoes/873-guia-tecnico-restauracao-ecologica-com-sistema-agroflorestais-conciliar-conservacao-com-producao-opcoes-para-cerrado-e-caatinga](http://www.florestal.gov.br/publicacoes/873-guia-tecnico-restauracao-ecologica-com-sistema-agroflorestais-conciliar-conservacao-com-producao-opcoes-para-cerrado-e-caatinga)>. Acesso em: out. 2018.

#### Dendê em sistemas agroflorestais é caso de sucesso

Confira a matéria para ampliar com os estudantes a implementação de sistemas agroflorestais como alternativa à exploração de recursos vegetais aliada à conservação da biodiversidade.

Disponível em: <[www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2310622/dende-em-sistemas-agroflorestais-e-caso-de-sucesso](http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2310622/dende-em-sistemas-agroflorestais-e-caso-de-sucesso)>. Acesso em: out. 2018.

Apesar de as Terras Indígenas não se enquadrarem como UCs e serem geridas por outros órgãos do governo, optamos por reforçar seu papel na conservação da biodiversidade brasileira aliada à valorização e preservação das culturas indígenas. Para aprofundar o tema, confira mais informações na *Leitura complementar* da página anterior e desta.

ria de seu direito, que é anterior a qualquer outro. Consequentemente, o direito dos índios a uma terra determinada independe de reconhecimento formal.

A definição de terras tradicionalmente ocupadas pelos índios encontra-se no parágrafo primeiro do artigo 231 da Constituição Federal: são aquelas “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”.

No artigo 20 está estabelecido que essas terras são bens da União, sendo reconhecidos aos índios a posse permanente e o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes. [...]

TERRAS indígenas. *Unidades de Conservação no Brasil*. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/territ%C3%B3rios-de-ocupa%C3%A7%C3%A3o-tradicional/terras-ind%C3%ADgenas-0>>. Acesso em: out. 2018.

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

**O que você aprendeu?**

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a visitar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes apliquem os conteúdos estudados nas justificativas das respostas. As UCs devem ser mencionadas como estratégias com base em suas diferentes categorias e objetivos. Resgate quais critérios os estudantes indicaram anteriormente para definir uma área de proteção e discuta se eles mudariam algo. É esperado que acrescentem outros fatores, ampliando os exemplos. Ao final, eles devem compreender a importância de políticas ambientais para a conservação da biodiversidade e reconhecer diferentes estratégias que contribuem para esse objetivo.

**Análise e resposta**

As atividades visam explorar os conteúdos tratados de modo integrado, valorizando diferentes situações de aprendizagem que contribuem para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI12).

A atividade 2 deve auxiliar os estudantes na compreensão do efeito de borda e das causas da fragmentação de *habitat*, principal ameaça à biodiversidade brasileira.

# Atividades

Não escreva no livro

**O que você aprendeu?**

- 2. b)** Conjunto de alterações na distribuição e composição de espécies que ocorrem na margem de um fragmento, resultando em impactos negativos à biota nativa. O efeito é muito mais intenso em fragmentos menores.
- 1.** Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

**Análise e resposta**

- 2.** Sobre a fragmentação de *habitat* e seus impactos na biodiversidade:
- a) Quais são as principais causas para a fragmentação de *habitat*? *Desmatamento, expansão agropecuária, exploração de recursos e expansão urbana.*
  - b) O que é efeito de borda?
- 3.** Muitas espécies de araras e papagaios estão ameaçadas de extinção no Brasil. A caracterização da variabilidade genética entre populações dessas aves de diferentes regiões é o tema de pesquisas lideradas pela pesquisadora Cristina Miyaki, da Universidade de São Paulo. Com essas informações, é possível um manejo mais adequado das espécies, contribuindo para melhorar o planejamento das estratégias de conservação da biodiversidade.
- a) Quais são as principais causas para a fragmentação de *habitat*?
  - b) O que é efeito de borda?
- 4.** Unidades de conservação podem ser de proteção integral ou de uso sustentável. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
- a) Quais as diferenças entre as categorias?
  - b) Caracterize as atividades humanas que são permitidas nos dois tipos de unidade.
- 5.** Leia abaixo a notícia sobre a criação de unidades de conservação no Jalapão, Tocantins, em 2016. A combinação de unidades federais, estaduais e municipais formam um mosaico destinado à conservação da biodiversidade local.



Alamy/Fotoarena

Três espécies de araras são chamadas popularmente de arara-azul. De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), a arara-azul-pequena é atualmente classificada como criticamente ameaçada de extinção, a arara-azul-grande é considerada vulnerável e a arara-azul-de-lear é considerada ameaçada. Na fotografia, a arara-azul-grande, que mede aproximadamente 100 cm de comprimento.

- a) O que é patrimônio genético? Qual sua importância para a conservação da biodiversidade?

Comemoramos nesta semana a criação de mais um Mosaico de Unidades de Conservação: o Mosaico do Jalapão, entre os estados de Bahia, Tocantins, Piauí e Maranhão. Ele foi reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente no dia 30 de setembro e soma nove UCs.

Embora inserido parcialmente na Amazônia Legal, o mosaico está sob o domínio do Bioma Cerrado, a maior, mais diversa e mais ameaçada savana do planeta – e o segundo maior bioma no Brasil, aproximadamente 24% do território nacional.

cias produzidas pelos organismos e que podem ter aplicações tecnológicas, biomédicas e farmacológicas. **b)** Não. Por conta do isolamento, as populações apresentarão variabilidades distintas. Por exemplo, diferentes mutações podem surgir em cada população, podendo ou não se fixar entre elas. **c)** Com base no conhecimento das estruturas genéticas das populações de diferentes biomas, é possível saber qual a região de origem de um animal capturado. Assim, a reintrodução pode ser feita no ambiente e em populações originais, aumentando as chances de sobrevivência dos animais reintroduzidos.

A atividade 3 incentiva os estudantes a aplicar seus conhecimentos sobre patrimônio genético com base em informações reais. Além de favorecer a valorização da pesquisa científica, a atividade permite trabalhar com diferentes contextos que mobilizam informações genéticas e ambientais em torno da conservação da biodiversidade. Respostas esperadas: **a)** Patrimônio genético é toda a diversidade genética das espécies nativas de uma nação, incluindo substâncias produzidas por elas. Possui importância fundamental para conhecer e proteger a diversidade genética entre espécies e populações, além de assegurar exploração nacional de substâncias

**5. b)** Para a conservação da biodiversidade do Cerrado, bem como proteção das comunidades tradicionais e locais e seus valores socioculturais, faz-se necessária uma combinação de Unidades de Uso Sustentável (APA) e de proteção integral (Estação Ecológica e Parques). Desse modo, diferentes fragmentos podem se manter conectados, ao mesmo tempo que diferentes restrições são aplicadas para as atividades humanas, garantindo o cumprimento dos objetivos.

O mosaico de UCs é uma das figuras jurídicas do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), e esse, do Jalapão, é o 15º mosaico federal a ser criado. Eles são importantes instrumentos de gestão integrada de áreas protegidas, permitindo compatibilizar os diferentes aspectos necessários à conservação de cada uma das áreas e promover a valorização da sociodiversidade regionalmente – o que ajuda a proteger ainda mais as unidades.

[...]

O Mosaico do Jalapão surge com a missão de promover a integração e a conectividade entre as áreas protegidas, instituições e comunidades da região do Jalapão, favorecendo o modo de vida e a cultura das populações tradicionais, o desenvolvimento econômico e social sustentável e a conservação da biodiversidade.

FUTADA, S. e CHIARETTI, S. Mosaico do Jalapão é criado. Instituto Socioambiental. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-monitoramento/mosaico-do-jalapao-e-criado>>. Acesso em: ago. 2018.



Marcos AmendPulsar/Imagens

Cachoeira da Velha no Parque Estadual do Jalapão, em Mateiros (TO), 2018.

- Com base nas informações do texto, aponte duas justificativas para a criação do mosaico de unidades de conservação.
- O mosaico do Jalapão inclui Parques Nacionais e Estaduais, Estação Ecológica e Áreas de Proteção Ambiental. Justifique a importância de incluir esses tipos de unidades de conservação considerando os objetivos do mosaico.

**5. a)** Valorização da sociodiversidade regional e conservação de biomas, nesse caso, o Cerrado.

- Leia os textos abaixo: o texto 1, sobre um importante conceito que conecta patrimônio genético e populações tradicionais; e o texto 2, sobre exemplos de conhecimentos tradicionais em uma comunidade localizada em Santa Catarina. Em seguida, converse com os colegas a respeito do assunto.

#### Texto 1

Conhecimento Tradicional Associado (CTA) é a informação ou prática, individual ou coletiva, de povo indígena ou comunidade tradicional, com valor real ou potencial, associada ao patrimônio genético. Os conhecimentos tradicionais associados ao patrimônio genético estão relacionados à natureza, aos seres vivos e ao meio ambiente, e fazem parte da prática cotidiana de povos e comunidades. Este conhecimento integra o patrimônio cultural brasileiro e pertence aos povos indígenas e comunidades tradicionais, grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tal. [...]

Conhecimento Tradicional Associado ao Patrimônio Genético. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/694>>. Acesso em: ago. 2018.

#### Texto 2

[...] A diversidade de plantas medicinais conhecida no Sertão do Ribeirão é bastante elevada e a obtenção das plantas na própria comunidade sugere uma forte correlação entre uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais e a possibilidade de obtê-las no local. O conhecimento etnobotânico sobre plantas medicinais não difere entre homens e mulheres e o uso de medicamentos industrializados e de plantas medicinais indica uma complementaridade entre a medicina moderna e a medicina popular. A transmissão do conhecimento feita na própria comunidade, com pais/avós e vizinhos, demonstra uma rica herança cultural local sobre plantas medicinais. [...]

GIRALDI, M. & HANAZAKI, N. Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão. *Acta Botanica Brasilica*. Florianópolis, 2010. v. 2 n. 24. p. 395-406.

- Justifique a importância do reconhecimento e da proteção dos conhecimentos tradicionais e comente as possíveis aplicações desse conhecimento na sociedade de modo geral.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

Na atividade 5, deve-se avaliar as informações fornecidas para justificar a importância das UCs, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI12]. Além disso, o exemplo do mosaico do Jalapão representa uma oportunidade para explorar a integração de diferentes tipos de UC como estratégia para conciliar cuidado ambiental e atividades humanas. Se necessário, ressalte a importância do mosaico como medida que facilita a conectividade das áreas protegidas e aumenta a eficácia da estratégia.

A atividade 6 visa trabalhar com diferentes textos envolvendo conhecimento tradicional, permitindo ampliar e integrar temas estudados: patrimônio genético, biodiversidade, populações indígenas e tradicionais. Espera-se que os estudantes reconheçam que o conhecimento tradicional, além de possuir valor cultural intrínseco, reflete conhecimento acumulado por gerações. Esses saberes possuem vínculo com o bem-estar e cuidados dentro da comunidade e devem ser reconhecidos como originários de tradições, evitando, assim, apropriações indevidas. Muitos conhecimentos tradicionais possuem grande interesse comercial e biomédico.

Para saber mais sobre o assunto, confira o *Conheça também* a seguir.

#### Conheça também

##### Patrimônio genético, conhecimento tradicional associado e repartição de benefícios

Documento que explora definições, leis e orientações gerais de biodiversidade e diversidade étnico-cultural dentro do contexto brasileiro.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/images/\\_noticias\\_fotos/2018/Guia\\_PG.pdf](http://www.mma.gov.br/images/_noticias_fotos/2018/Guia_PG.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

- A atividade 4 deve auxiliar na diferenciação das categorias de UC, de modo que os estudantes expliquem quais atividades humanas são permitidas nos diferentes contextos. Respostas esperadas: **a)** Unidades de Proteção Integral são mais restritivas quanto às ações humanas e apenas permitem exploração indireta de recursos naturais. Unidades de Uso Sustentável são mais flexíveis e permitem exploração direta de recursos. **b)** Ocupação por populações humanas é permitida apenas em Unidades de Uso Sustentável, assim como as atividades de extrativismo. Em ambas as categorias, a visitação é geralmente permitida, podendo incluir turismo, recreação, atividades educativas e pesquisa científica.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Analise e responda

A atividade 7 favorece a articulação de diferentes conteúdos com base em situações reais apresentadas pela notícia. Espere-se que os estudantes reconheçam as estratégias para conservação da biodiversidade e a importância de políticas ambientais, nacionais e internacionais, para atingir esse objetivo.

#### Pesquisa

A atividade 8 permite desenvolver a habilidade (EF09CI12), aprofundando os conteúdos, favorecendo o reconhecimento da realidade brasileira e possibilitando diferentes formas de expressão. Auxilie os estudantes na escolha das UCs, privilegiando o contexto geográfico deles. Incentive a criatividade dos estudantes na elaboração do cartaz e promova o compartilhamento das informações para enriquecer essa situação de aprendizagem. Se possível, organize uma exposição na escola para divulgação dos materiais produzidos.

Na atividade 9, os estudantes são incentivados a pesquisar e analisar outro tema atual de grande relevância para a conservação ambiental: os serviços ecossistêmicos. Confira mais informações sobre o tema no texto a seguir.

7. Leia abaixo uma notícia relacionada à proteção do Pantanal.

#### Brasil, Bolívia e Paraguai assinam Declaração para a Conservação do Pantanal

Representados pelos seus respectivos ministros do Meio Ambiente, Brasil, Bolívia e Paraguai assinaram nessa quinta-feira [22 de março de 2018] a Declaração para a Conservação, Desenvolvimento Integral e Sustentável do Pantanal. A cerimônia fez parte da programação do Processo Regional do 8º Fórum Mundial da Água.

O documento propõe que os três países trabalhem para promover o desenvolvimento sustentável no Pantanal, incluindo o respeito aos habitantes do local. [...]

“A disposição é grande e já tem se concretizado por parte de cada um. O Pantanal não é só patrimônio dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, é parte do mundo. Uma joia rara a ser preservada”, declarou o ministro do Meio Ambiente do Brasil, Sarney Filho.

Para o ministro do Meio Ambiente e Água da Bolívia, Carlos Otuño, “este dia será lembrado como exemplo de irmandade e solidariedade, desprendimento e entrega. [...]”

O Pantanal atravessa as fronteiras brasileiras e se une com Bolívia e Paraguai. Com mais de 200 mil km<sup>2</sup>, o Pantanal é a maior planície de inundação contínua do mundo. E um terço dele está em território mato-grossense. Berço de 4.700 espécies animais e vegetais, é considerado Patrimônio Natural Mundial pela Unesco.

Brasil, Bolívia e Paraguai assinam Declaração para a Conservação do Pantanal. 8º Fórum Mundial da Água. Disponível em: <<http://www.worldwaterforum8.org/pt-br/news/brasil-bol%C3%ADvia-e-paraguai-assinam-declara%C3%A7%C3%A3o-para-conserva%C3%A7%C3%A3o-do-pantanal>>. Acesso em: ago. 2018.

- a) Com base no texto, cite uma característica do Pantanal que é importante para sua proteção.

*Maior planície alagável do mundo com 4 700 espécies de animais e plantas.*

- b) Qual a importância de políticas públicas internacionais para a proteção do bioma Pantanal?

*Considerando que parte desse bioma também se localiza em países vizinhos, apenas ações integradas internacionais podem garantir estratégias mais adequadas de conservação.*

#### Pesquisa

8. Escolha uma unidade de conservação brasileira para uma pesquisa mais aprofundada. Ela pode ser federal, estadual ou municipal. Para orientar sua escolha, você pode usar diferentes ferramentas na internet para descobrir, por exemplo, qual unidade é mais próxima de você. Organize-se em grupo com os colegas e pesquisem as seguintes informações: nome da unidade de conservação, tipo de UC, localização, bioma, se abriga espécies ameaçadas de extinção, quais atividades humanas são permitidas, se houve dificuldades na implementação da unidade, entre outras informações.

Em seguida, elaborem um cartaz de divulgação a respeito da unidade de conservação pesquisada e apresentem-no à turma. Se possível, acrescentem imagens ao cartaz e também um mapa para localização da unidade. Finalmente, comparem as características da UC pesquisada com as demais apresentadas pela turma.

*Resposta pessoal.*

9. Um aspecto que contribui para a conservação da biodiversidade é o conceito de serviços ecossistêmicos. Essa noção vem ganhando atenção por envolver diferentes tipos de pesquisas, de políticas e de interesse econômico. Serviços ecossistêmicos são bens ou serviços realizados naturalmente por um ecossistema e que beneficiam, direta ou indiretamente, as populações humanas e sua qualidade de vida. Uma particularidade desse conceito é que ele pode ser valorado, ou seja, pagamentos por serviços ambientais podem ocorrer entre beneficiários e provedores dos serviços. Em grupo, pesquisem mais a respeito de serviços ecossistêmicos, buscando exemplos desses serviços e de estratégias de conservação que utilizam esse conceito como ferramenta. Compartilhem as informações que encontraram com os colegas.

*Resposta pessoal.*



Fabre Colomin/Acevo do fotógrafo

A polinização é um exemplo de serviço ecossistêmico que resulta em duas consequências fundamentais: a reprodução das plantas e o desenvolvimento de frutos, ambas essenciais para a produção de alimentos. A abelha-europeia (*Apis mellifera*) operária mede cerca de 1,5 cm de comprimento.

74

#### Leitura complementar

[...] A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), referência no tema, avaliou as consequências que as mudanças nos ecossistemas trazem para o bem-estar humano e as bases científicas das ações necessárias para melhorar a preservação e uso sustentável desses ecossistemas. Desde então, vários autores e projetos têm realizado classificação, avaliação, quantificação, mapeamento, modelagem e valoração dos serviços dos ecossistemas em todo o mundo, a fim de

subsidiar a tomada de decisão em relação aos ecossistemas. A abordagem ecossistêmica tem como premissas: visão sistêmica e interdisciplinar; valorização dos serviços ecossistêmicos ao relacioná-los com o bem-estar humano, internalização dos custos de manutenção dos serviços ecossistêmicos nos sistemas produtivos e aproximação de ciência e políticas públicas.

Há uma classificação dos serviços ecossistêmicos proposta por MEA, 2005, que vem sendo aplicada na maioria dos estudos recentes:

- Leia atentamente o trecho da notícia abaixo e siga as instruções para o desenvolvimento de um debate sobre a criação de unidades de conservação.

### Criação de Unidades de Conservação em Rondônia gera polêmica

Em março [de 2018], Rondônia ganhou e perdeu 11 Unidades de Conservação (UCs) em questão de dias. No dia 27, a Assembleia Legislativa aprovou por unanimidade a suspensão dos decretos do governador Confúcio Moura, que haviam sido publicados no dia 20. Ao todo, são cerca de 600 mil hectares que seriam cobertos com diferentes graus de proteção ambiental: as propostas sugeriam a criação de dois parques estaduais, duas estações ecológicas, uma área de proteção ambiental, uma floresta estadual, uma reserva de fauna e quatro reservas do desenvolvimento sustentável.

De acordo com o biólogo Reuber Brandão, professor da Universidade de Brasília e membro da Rede de Especialistas em Conservação da Natureza, as áreas preservadas são de grande valor ambiental e ajudam a proteger o remanescente de Cerrado que existe em meio à região amazônica. “As Unidades de Conservação, criadas e depois canceladas, estão situadas no vale de importantes rios do Estado, preservando não só a grande biodiversidade da fauna e da flora, mas também os recursos hídricos da região. Além de florestas, as UCs estaduais protegem também importantes formações de savana que ainda restam no estado”, comenta. [...]

Historicamente, o estado de Rondônia sofre com o desmatamento e o avanço de áreas agropecuárias. De acordo com dados do Projeto MapBiomas, entre os anos de 2000 e 2016, o Estado desmatou cerca de 11,13% de seu território – mais de 2 milhões de hectares de floresta que se tornaram espaço para pastos e plantações.

Rede de Especialista em Conservação da Natureza. Criação de Unidades de Conservação em Rondônia gera polêmica. *Central Press*. Disponível em: <<http://www.centralpress.com.br/criacao-de-unidades-de-conservacao-em-rondonia-gera-polemica/>>. Acesso em: ago. 2018.

A relação entre unidades de conservação, populações tradicionais e produção agropecuária pode resultar em conflitos quanto ao tipo de unidade, à regularização e ao reconhecimento das comunidades. Se, por um lado, é essencial que medidas de conservação sejam implantadas em regiões como esta, por outro, as populações tradicionais têm o direito ao seu modo de vida e cultura. Fatores econômicos também influenciam nessas decisões; a agropecuária é uma das principais atividades econômicas de Rondônia. Sendo assim, muitos fatores devem ser considerados na criação de uma UC e na definição do tipo e do manejo desse território. Para isso, deve haver diálogo entre todos os grupos que, de alguma maneira, estão relacionados a essa decisão.

Organize-se em grupos com os colegas e escolham um dos seguintes setores para representar: agronegócio, populações tradicionais, sociedade civil, comunidade científica ou representantes políticos. Com os grupos organizados, realizem a atividade de acordo com as etapas a seguir:

- Preparação:** Busquem mais informações relevantes para cada grupo e considerem também situações que já ocorreram em outras unidades de conservação. Pesquisem dados nacionais ou locais sobre desmatamento, populações, recursos e biodiversidade. Lembrem-se de estudar também possíveis argumentos a serem utilizados por outros grupos. Levem anotações para o debate.
- Debate:** Cada grupo deverá apresentar argumentos favoráveis ou contrários à implementação das unidades de conservação. Sigam as orientações do professor para a organização do debate.
- Relatório final:** Produzam um relatório com um resumo do que foi debatido e a decisão final da turma sobre a implementação ou não das unidades de conservação. Lembrem-se de utilizar uma linguagem mais técnica e científica, referenciando as informações e citando as fontes de dados.  
Veja subsídios nas **Orientações didáticas**.



Para a criação de unidades de conservação, devem ser realizadas audiências públicas, que são reuniões abertas a todos os setores da sociedade para promover a comunicação e a participação pública no processo de decisão.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Fórum de debates

A atividade visa promover uma situação de aprendizagem ampla a partir da pesquisa, elaboração e apresentação de diferentes informações e justificativas na forma de debate. A atividade também contribui para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI12], privilegiando a análise de fatores biológicos, econômicos, sociais e culturais. Além de discutir assuntos polêmicos, os estudantes devem compreender os conflitos existentes e tentar justificar as diferentes visões que representam diversos setores da sociedade.

O tema apresentado é pautado na polêmica relacionada à criação de UCs em Rondônia. Para fins didáticos, a resolução do caso foi omitida. Contudo, seria interessante informar, ao final do debate, que o caso foi encerrado com aprovação.

As falas devem ser sequenciais e a ordem, definida por sorteio. A única exceção se aplica ao grupo dos representantes políticos. Este deverá ser sempre o primeiro grupo, pois sua função será apresentar propostas de conciliação ou levantar questões a serem debatidas. Uma segunda rodada deverá ocorrer para réplicas e apresentação de novos argumentos. Finalmente, a terceira rodada deverá ser breve e apresentar as conclusões e exigências de cada grupo. Oriente cada etapa de modo que a atividade se desenvolva de forma tranquila e respeitosa às opiniões apresentadas. Os relatórios finais, juntamente com a participação dos estudantes ao longo do debate, podem servir como instrumentos de avaliação integrada dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

### Serviços Ecossistêmicos

**Serviços de Regulação:** Exemplos: Regulação climática, de doenças, biológica, de danos naturais, regulação e purificação da água e polinização.

**Serviços de Provisão (abastecimento):** Exemplos: Alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos e recursos genéticos.

**Serviços Culturais:** Exemplos: Ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização e cultural.

**Serviços de Suporte:** Exemplos: Formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária. [...]

SERVIÇOS ambientais. *Embrapa*. Disponível em: <[www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema](http://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema)>. Acesso em: nov. 2018.

## Habilidade da BNCC abordada

**(EF09CI13)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Questões ambientais como temática transversal.
- Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.
- Iniciativas sustentáveis e a política dos 7Rs.
- Consumo responsável.
- Reciclagem.
- Coleta seletiva do lixo.
- Compostagem.

### Conteúdos procedimentais

- Análise de imagens.
- Articulação entre conteúdos estudados e situações cotidianas.
- Avaliação crítica de questões de consumo.
- Elaboração de textos.
- Reconhecimento de problemas e proposição de soluções.
- Criação de campanhas e materiais de divulgação.
- Apresentação de ideias embasadas em argumentos válidos.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da investigação e da análise rigorosa na ciência.
- Valorização da cooperação nos trabalhos em equipe.
- Desenvolvimento da capacidade de elaborar e receber críticas.
- Reconhecimento da importância individual e coletiva na defesa da integridade ambiental.
- Reflexão sobre hábitos de consumo e de descarte de lixo.

# Iniciativas e ações sustentáveis

CAPÍTULO

4



Luiz Salvatore/Pulsar Imagens

Projeto de reciclagem ("escovódromo") feito de pneus reciclados na Escola Municipal Desembargador Pedro de Queiroz, em Beberibe (CE), 2017.

Enfrentar problemas ambientais é uma tarefa complexa e cada vez mais necessária, que depende da ação individual e coletiva, além da articulação de diversos grupos. A reciclagem do lixo é uma das medidas adotadas para conciliar as necessidades humanas e a preservação do meio ambiente. Neste capítulo, veremos outras ações como essa que, desempenhadas individual ou coletivamente, têm o potencial de minimizar o impacto ambiental de determinadas atividades humanas.

## O que você já sabe? Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Não escreva no livro

1. Você tem o hábito de encaminhar lixo para reciclagem? Por que reciclar o lixo é importante?
2. Você acha que seus hábitos cotidianos causam algum tipo de impacto ao meio ambiente? Em caso afirmativo, qual ou quais?
3. É possível enfrentar problemas ambientais, como excesso de lixo, com ações coletivas e individuais? Como?

76

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Espera-se que os estudantes comentem a respeito da produção de lixo e da importância da reciclagem. É interessante que eles indiquem exemplos cotidianos de suas

residências ou mesmo da escola. Verifique a opinião deles com relação aos impactos ambientais causados por ações rotineiras, como descarte de resíduos, uso de energia elétrica, consumo de água, tipo de transporte, além do consumo de produtos e embalagens. É interessante que a conversa forneça condições iniciais para levantar as impressões prévias que os estudantes têm a respeito de ações individuais e coletivas para enfrentar problemas ambientais. Além disso, incentive a reflexão de como preocupações com o ambiente estão presentes desde decisões individuais até acordos internacionais.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

# 1 Enfrentando problemas ambientais

Vimos, no capítulo anterior, como algumas estratégias em ampla escala – por exemplo, as unidades de conservação – são fundamentais para a conservação da biodiversidade. A partir deste momento, o foco será em **ações sustentáveis** que contribuem para a conservação do meio ambiente com base em iniciativas comunitárias, de grupos e individuais.

A preocupação com o meio ambiente não é recente. Desde meados da década de 1950, o esgotamento de recursos naturais e os consequentes prejuízos desse esgotamento são cada vez mais foco da atenção de governantes, populações e empresas. Mas como conciliar o crescimento populacional em escala mundial e a maior demanda de energia, comida e espaço com o bem-estar ambiental? Diversas iniciativas públicas e privadas vêm sendo desenvolvidas a fim de lidar com essa questão. Você já ouviu os termos “eco” ou “verde” agregados a diferentes expressões? Como em “ecoturismo” e “tecnologias verdes”? Esses são apenas alguns exemplos de tendências que priorizam causar menos dano ambiental.

Inicialmente, as preocupações ambientais eram levantadas principalmente por grupos ambientalistas, ecólogos e demais membros da comunidade científica. Contudo, tornou-se cada vez mais evidente que outros segmentos da sociedade também eram significativamente afetados por problemas ambientais, ao mesmo tempo que podiam ser considerados importantes agentes causadores de muitos desses problemas. Por exemplo, quando um manancial é contaminado, as consequências não são pontuais. Além de afetar diversas espécies da fauna e da flora que dependem desse ambiente, a qualidade da água distribuída para os domicílios é comprometida, assim como a água necessária para o abastecimento de diferentes setores do comércio e da indústria. Isso significa que impactos ambientais têm consequências para todos os grupos da sociedade e, justamente por isso, devem ser avaliados de forma integrada. Em outras palavras, a preocupação com o meio ambiente é uma temática **transversal**, ou seja, que não está só associada ao meio natural, mas, sim, interligada aos fatores econômicos e sociais das sociedades atuais.



Paulo Manz/Arquivo da editora

• A abordagem de questões ambientais deve ser transversal, conciliando as dimensões sociais, ambientais e econômicas. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.

77

## Orientações didáticas

Este capítulo progride no estudo da conservação da biodiversidade, abordando a proposição e a implementação de medidas sustentáveis para enfrentar problemas ambientais e promover a integridade do meio ambiente. Retome algumas estratégias de ampla escala com os estudantes, como a criação de UCs.

Vamos explorar ações sustentáveis da atualidade, visando à formação de jovens críticos, conscientes e capazes de tomar decisões sustentáveis, solidárias e éticas frente a problemas socioambientais.

É fundamental que os estudantes compreendam que a preocupação com o meio ambiente é transversal, ou seja, envolve vários segmentos da sociedade e diferentes dimensões da vida humana. Ao explorar os impactos ambientais, retome exemplos discutidos no volume do 7º ano.

Para abordar os assuntos que serão tratados, pode-se levantar onde e como os estudantes viram as palavras “eco”, “verde” e “sustentável” aplicadas a produtos ou serviços de baixo impacto ambiental. Faça uma lista no quadro de giz e discuta esses exemplos como forma de reflexão sobre diferentes estratégias para minimizar impactos ambientais.

Sugerimos o *Conheça também* sobre turismo sustentável no Brasil, que pode ser utilizado para contextualizar e exemplificar a transversalidade do tema. Esse tipo de turismo é cada vez mais comum e objetiva a proteção de elementos ambientais e culturais aliada ao desenvolvimento socioeconômico. Converse com os estudantes sobre exemplos em sua região.

### Conheça também

#### Turismo sustentável no Brasil

Conheça iniciativas premiadas de turismo sustentável em diferentes regiões do país que visam conciliar conservação ambiental, sustentabilidade, valorização sociocultural e desenvolvimento econômico.

Disponível em: <<http://iniciativassustentaveis.turismo.gov.br/>>. Acesso em: out. 2018.

### Leitura complementar

A sustentabilidade não é um conceito abstrato. O turismo é um exemplo de atividade que promove a cultura de paz, leva conhecimento aos viajantes e promove o desenvolvimento social e econômico das comunidades visitadas. A distribuição da riqueza é uma das maiores características da economia do turismo. Mas o desenvolvimento socioeconômico só é completo quando a atividade e os projetos são explorados de forma racional. A comercialização do destino turístico deve, ainda, respeitar a natureza e os costumes locais, contribuindo significativamente para promover a região.

O assunto é tão importante que a ONU elegeu 2017 como o Ano Internacional do Turismo Sustentável para o Desenvolvimento. E são muitos os exemplos de ações sustentáveis. Somente a Associação Brasileira das Operadoras de Turismo (Braztoa) já revelou, nos últimos cinco anos, mais de 200 empresas e parceiras comprometidas com o turismo sustentável. [...]

GURGEL, Geraldo. Turismo sustentável: conceito inspira empresas. *Agência de notícias do turismo*. 1º fev. 2017. Disponível em: <[www.turismo.gov.br/%C3%BAltimas-not%C3%ADcias/7478-turismo-sustent%C3%A1vel-desenvolvimento-econ%C3%B4mico-e-social-com-respeito-a-natureza-e-a-diversidade-cultural.html](http://www.turismo.gov.br/%C3%BAltimas-not%C3%ADcias/7478-turismo-sustent%C3%A1vel-desenvolvimento-econ%C3%B4mico-e-social-com-respeito-a-natureza-e-a-diversidade-cultural.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

Trabalhe o texto com os estudantes a fim de facilitar a compreensão de que questões socioambientais estão incorporadas às mais variadas dimensões da vida humana. Desde decisões internacionais envolvendo dezenas de países, passando por medidas adotadas por indústrias e empresas, legislação, até ações cotidianas no trabalho, escola e residência. Todos são exemplos de contextos em que preocupações com o bem-estar humano e o meio ambiente devem estar sempre presentes.

### Conheça também

#### Da Eco-92 à Rio+20: Duas décadas de debate ambiental

A matéria aborda os objetivos das conferências e as principais mudanças no cenário brasileiro. Esse pode ser um recurso interessante para trabalhar com os estudantes a construção histórica da conservação ambiental e sua evolução no contexto do país.

Disponível em: <[www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/06/120612\\_grafico\\_eco92\\_rio20\\_pai](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/06/120612_grafico_eco92_rio20_pai)>. Acesso em: out. 2018.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Poluição ambiental pelo plástico, do 2º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

## Um pouco de história

### De iniciativas internacionais a ações individuais

Apesar de diversos problemas ambientais terem se agravado ao longo de todo o século XX, o movimento ambientalista é relativamente recente e começou a se consolidar somente a partir da década de 1960.

A bióloga americana Rachel Carson (1907-1964) teve um papel fundamental na divulgação da questão ambiental para outros meios, além do científico. Em 1962, Carson publicou o livro *Primavera silenciosa*, obra considerada um marco internacional para o surgimento da consciência ambiental moderna. Nesse livro, a pesquisadora problematiza o uso indiscriminado dos defensivos agrícolas, discutindo seus impactos no meio ambiente e na saúde humana.

O livro se tornou um *best-seller* mundial e influenciou tanto populações quanto instituições governamentais e privadas, que se organizaram para discutir esses problemas e propor soluções para eles.

A partir de então, o debate sobre meio ambiente foi ampliado para além do problema dos defensivos agrícolas. Diversos grupos regionais e internacionais começaram a levantar questões ambientais relacionadas à exploração de recursos naturais e às consequências das atividades humanas, de maneira geral, no planeta.

Na década de 1970, a questão ambiental passou a ser reconhecida globalmente. Como vimos no capítulo anterior, a primeira conferência internacional sobre o assunto, a Conferência de Estocolmo, foi realizada em 1972. Desde então, ocorreram conferências periódicas, sendo as principais a Rio-92, em 1992, no Rio de Janeiro; a Rio+10, em 2002, na África do Sul; a Rio+20, em 2012, novamente no Rio de Janeiro; e a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2015, nos Estados Unidos. O principal objetivo desses encontros é debater os problemas ambientais em escala global, e propor metas, documentos e diretrizes para a conservação do meio ambiente e a promoção do desenvolvimento social, com base em ações sustentáveis que conciliem proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

No Brasil, seguiu-se a tendência internacional, com o fortalecimento da legislação ambiental, das instituições não governamentais e da implementação de ações mais sustentáveis.

No entanto, essas ações não estão restritas à esfera pública e aos governos. O desenvolvimento da consciência global depende, em grande parte, da consciência ambiental e das ações individuais. Mudanças nos hábitos (como consumo consciente) e cobrança por medidas socioambientais, por exemplo, são ações essenciais para a resolução efetiva desses problemas. Contudo, conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental nunca foi tarefa fácil. Esta depende do esforço mútuo e integrado de todos os segmentos da sociedade, como já vimos anteriormente.



Rachel Carson em fotografia de 1964.

Identificar os problemas ambientais é o primeiro passo para o planejamento de soluções. Atualmente, o Brasil, por exemplo, concentra inúmeras dificuldades ambientais graves. Vimos no capítulo anterior que o **desmatamento** é um dos maiores causadores da fragmentação de *habitat*. Outros problemas sérios estão relacionados à **poluição** e à contaminação das águas e dos solos, por meio do acúmulo e descarte inadequado de lixo, por exemplo. Além disso, o **consumo** exagerado e o **desperdício** de recursos como água e energia, são problemas recorrentes e frequentemente subestimados.

78

### Leitura complementar

[...] Avaliar até que ponto o nosso impacto já ultrapassou o limite da capacidade biológica é essencial para buscar padrões de vida, tecnologias e processos mais sustentáveis. É a pegada ecológica tem sido utilizada ao redor do mundo como um indicador de sustentabilidade. Ela pode ser útil para mensurar e gerenciar o uso de recursos naturais em toda atividade econômica. Também representa uma ferramenta importante para incentivar a sustentabilidade dos estilos de vida individuais, dos produtos, serviços, organizações, indústrias, cidades e nações.

[...] De maneira geral, nenhum país dá conta do desafio de oferecer o bem-estar social da sua população, sem comprometer a disponibilidade de recursos naturais.

“A pegada ecológica é uma ferramenta que permite ampliar a percepção das pessoas a respeito da sua contribuição pessoal às pressões sobre os recursos ambientais. Facilita a percepção das pressões causadas por diferentes países e seus padrões de produção e consumo”, reforça Genebaldo Freire Dias, autor do livro “Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana”.



O acúmulo de lixo, principalmente plástico, é um dos problemas ambientais da sociedade atual. Lixo na praia da Ilha do Fundão, Rio de Janeiro (RJ), em 2016.

Em uma escala menor em comparação ao poder público, todos nós temos responsabilidades por impactos ao meio ambiente em nossas ações cotidianas. Você já parou para pensar como seu estilo de vida pode impactar a natureza? Quais recursos naturais você utiliza direta e indiretamente em seu dia a dia?

Sob essa perspectiva, foi criado o conceito de **pegada ecológica**. Considerado um indicador socioambiental, ela representa a extensão de áreas produtivas terrestres e aquáticas que são necessárias para sustentar indivíduos, populações e comunidades, com base nos gastos de recursos materiais e energéticos. Entre os diversos fatores que são levados em conta para calcular a pegada ecológica, destacam-se a área de terra necessária para fornecer alimento, a quantidade de madeira e minérios utilizados, o uso de combustíveis fósseis e até mesmo o padrão de consumo de diferentes bens. A redução da pegada ecológica representa um avanço individual e coletivo na conservação do meio ambiente. Medidas simples podem ser adotadas para essa finalidade, como preferência por transporte público e consumo consciente de produtos, escolhendo principalmente aqueles que economizam energia e têm maior durabilidade.

Para aprofundar um pouco mais nessa temática, veremos a seguir diferentes estratégias que visam à sustentabilidade e diferentes exemplos de medidas empregadas para alcançar esse objetivo.

### Conheça também

#### Teste sua pegada ecológica

Diversas fontes disponíveis na internet permitem o cálculo da pegada ecológica com base em informações simples do cotidiano. Você já imaginou quanto é preciso do ambiente para manter seu estilo de vida? Calcule a sua pegada ecológica. Disponível em: <[www.suapegadaecologica.com.br/](http://www.suapegadaecologica.com.br/)>. Acesso em: ago. 2018.

Representação dos diferentes componentes considerados no cálculo da pegada ecológica. Esses componentes revelam os diferentes recursos naturais dos quais dependemos, de acordo com o estilo de vida. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



## Orientações didáticas

O termo “pegada ecológica” foi originalmente criado em 1990 como forma de medir a utilização dos recursos naturais por atividades humanas. Desse modo, o conceito está diretamente relacionado ao desenvolvimento sustentável e à conscientização do uso racional, solidário e equitativo dos recursos. Se possível, incentive os estudantes no cálculo da pegada ecológica como forma de explorar diversos elementos do cotidiano que se enquadram no tema, por exemplo, consumo de energia elétrica, água, roupas, alimentos, estilo de vida, transporte e outros.

Como recurso didático adicional, confira a cartilha sugerida no *Conheça também* a seguir.

### Conheça também

#### Pegada ecológica: qual é a sua?

Cartilha desenvolvida para explicar o conceito de pegada ecológica, explorando questões de consumo e hábito.

Disponível em: <[www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Cartilha%20-%20Pegada%20Ecológica%20-%20web.pdf](http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Cartilha%20-%20Pegada%20Ecológica%20-%20web.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

Rever atitudes é a melhor forma de reduzir a pegada ecológica. “Devemos reduzir muito o nosso consumo. Tudo o que consumimos provém de recursos naturais. Precisamos adquirir uma nova racionalidade que nos permita perceber o que é essencial e o que é demanda induzida”, afirma Mirian Duailibi [presidente do Instituto Ecoar].

[...] Outro fator importante para redução da pegada ecológica é o uso do poder de compra do consumidor de forma consciente.

Quanto maior o nível de consciência no consumo, mais efetivas podem ser as contribuições para a construção de uma sociedade sustentável. Isso porque, ao basear as suas decisões de compra em critérios socioambientais, os consumidores têm o poder de punir ou recompensar as empresas em decorrência da sua postura, induzindo padrões mais sustentáveis no mercado. [...]

O DESAFIO da redução da pegada ecológica. *Ideia sustentável*. Disponível em: <[www.ideiasustentavel.com.br/o-desafio-da-reducao-da-pegada-ecologica](http://www.ideiasustentavel.com.br/o-desafio-da-reducao-da-pegada-ecologica)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A atividade visa articular os temas tratados com o cotidiano dos estudantes, contribuindo também para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI13). Oriente a conversa incentivando os estudantes a apresentar exemplos. Algumas respostas esperadas podem envolver: lixo, poluição, desperdícios, excesso de veículos e outros fatores que agravam problemas ambientais. Em seguida, os estudantes devem propor medidas para minimizar esses problemas, considerando duas esferas de atuação: a do poder público e a do indivíduo. Espera-se assim que os estudantes reconheçam que ambas são necessárias para enfrentar problemas ambientais. Se possível, acrescente mais exemplos do seu conhecimento para enriquecer a discussão.

Em relação ao desenvolvimento sustentável, é interessante ressaltar que sustentabilidade pode ser um conceito amplo e com variações em diferentes áreas do conhecimento. A própria trajetória histórica do termo reflete usos variados em contextos ambientais, populacionais e econômicos. Assim, optamos por apresentar a sustentabilidade como um conceito abrangente e vinculado a um modelo de desenvolvimento. Acreditamos que essa abordagem seja positiva para a formação de jovens cidadãos, promovendo a reflexão e a ação frente a desafios sociais, econômicos e ambientais.

Retome com os estudantes alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram trabalhados ao longo do Projeto Anual do volume 7. Como forma de resgatar o tema com eles, sugerimos apresentar o vídeo indicado no *Conheça também* desta página.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

1. Você consegue identificar algum problema ambiental no seu percurso até a escola? Pode ser alguma situação que prejudique direta ou indiretamente o meio ambiente e que também possa afetar o bem-estar da população humana. **Resposta pessoal.**
2. Quais medidas individuais seriam necessárias para solucionar ou minimizar os problemas observados? **Resposta pessoal.**
3. E do ponto de vista do poder público local e regional, quais medidas poderiam ser adotadas? **Resposta pessoal.**

## 2 Desenvolvimento sustentável

Você já deve ter ouvido o termo “sustentabilidade” e que determinado recurso ou serviço é sustentável. Mas o que isso significa? Esse termo surgiu a partir da ideia do **desenvolvimento sustentável**, apresentada pela primeira vez no Relatório de Brundtland, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, e intitulado *Nosso Futuro Comum*. Essa ideia se baseia na utilização de recursos e materiais que satisfazem às necessidades humanas, mas sem comprometer a satisfação dessas mesmas necessidades por gerações futuras. Aí está um importante aspecto da sustentabilidade: conciliar as ações atuais com o equilíbrio e o bem-estar futuros. Sendo assim, o uso dos recursos naturais deve dialogar com a capacidade ambiental de modo que não haja esgotamento com o passar do tempo.

No entanto, o desenvolvimento sustentável não está restrito apenas ao modo como utilizamos os recursos do planeta. Com o passar dos anos, esse conceito foi se ampliando e envolvendo outros aspectos relevantes às questões ambientais. O desenvolvimento sustentável pode ser compreendido, entre outras definições, como a conservação ambiental integrada ao desenvolvimento social e econômico.

Pensando nisso, a ONU estabeleceu 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável das populações humanas, já estudados no volume 7 desta coleção. Observe como diferentes questões integram-se sob essa perspectiva.

Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU integram os três pilares do desenvolvimento (econômico, social e ambiental).



Fonte: ONU-BR. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: nov. 2018.

Outro aspecto fundamental do desenvolvimento sustentável é sua fluidez entre diferentes escalas, que abarcam desde o nível global, passando pelo nacional e alcançando até ações individuais. Ou seja, medidas que incentivam o desenvolvimento sustentável podem e devem ser executadas em diferentes esferas do poder público, mas também em contextos mais locais, como comunidades, bairros e escolas. É muito importante notar como todas essas ações devem ser integradas, já que têm objetivos em comum.

### Conheça também

#### O que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU?

Em 2015, 193 países-membros das Nações Unidas adotaram uma nova agenda de desenvolvimento sustentável e um acordo global sobre as mudanças climáticas. Confira mais informações nesse material de divulgação.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=u2K0Ff6bzZ4](http://www.youtube.com/watch?v=u2K0Ff6bzZ4)>. Acesso em: out. 2018.

Com relação à esfera das grandes empresas, corporações e políticas governamentais, destacam-se duas medidas comumente praticadas buscando associar o crescimento econômico às práticas sustentáveis. A primeira é chamada **crédito de carbono** e corresponde a um tipo de certificado relacionado à redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE). Nesse certificado, uma tonelada de CO<sub>2</sub> que deixou de ser emitida na atmosfera representa um crédito de carbono. Apesar do cálculo muitas vezes complexo e da grande movimentação financeira gerada pela compra dos créditos, a medida é, antes de mais nada, uma forma de limitar e reduzir a emissão dos GEE. Outra estratégia comumente adotada é a **compensação ambiental**, muitas vezes já prevista em políticas públicas. O principal objetivo dessa ferramenta é estabelecer, por meio de acordos jurídicos e financeiros, medidas para contrabalançar os impactos ambientais previstos ou já causados por um empreendimento.

## Quem já ouviu falar em...

### ... arquitetura sustentável?

A sustentabilidade é, de fato, uma concepção que abrange diversos componentes da vida humana; por exemplo, a arquitetura. A arquitetura sustentável, também conhecida como ecoarquitetura, é uma tendência mundial. Apesar de não ser recente, vem ganhando cada vez mais destaque por causa da conciliação entre construção e meio ambiente.

O objetivo da arquitetura sustentável é projetar edificações, como casas e edifícios, com o menor impacto ambiental possível e maior otimização dos recursos naturais envolvidos. Várias características compõem esse tipo de planejamento:

- aproveitamento das condições climáticas locais, como calor e luminosidade;
- uso de tecnologias para redução do consumo de energia elétrica, aumentando assim a eficiência energética e reduzindo o desperdício;
- uso de energia limpa, como a solar, por meio de painéis fotovoltaicos;
- uso de materiais sustentáveis, como madeira certificada, materiais reciclados, tijolo ecológico, compostos não tóxicos e que causam menos impacto ambiental;
- otimização do uso da água e de seu reaproveitamento.

Outra tendência mais atual é a implementação dos chamados telhados verdes, compostos de arbustos, flores, jardins e até mesmo hortas. Esse tipo de cobertura, além do apelo estético, auxilia na proteção da laje, na drenagem de água (que pode ser armazenada e utilizada), no controle térmico no interior do edifício e na produção de oxigênio.



João Prudente/Pulsar Imagens

Utilização de painéis fotovoltaicos no topo de um prédio para captação da energia solar em Ribeirão Preto (SP), 2018.



Diego Herculano/Fotoarena

Emprego de telhados verdes para cobertura de uma construção em Recife (PE), 2015.

81

### Quem já ouviu falar em...

Aproveite a oportunidade para conversar com os estudantes sobre quais elementos apresentados no texto já são adotados nas residências e na escola e quais poderiam ser implementados. Essa discussão pode auxiliar no desenvolvimento da habilidade (EF09CI13), incentivando os estudantes a discutir e propor medidas que vão desde o tipo de material utilizado até as características de consumo de energia. A sugestão do *Conheça também* ao lado pode complementar a conversa.

### Conheça também

#### Projeto arquitetônico cria escola sustentável em Passo Fundo (RS)

Conheça exemplos de arquitetura sustentável aplicada a escolas, utilizando placas fotovoltaicas, telhas para isolamento térmico além de iluminação e ventilação naturais.

Disponível em: <<https://queminova.catracalivre.com.br/inova/projeto-arquitetonico-cria-escola-sustentavel-em-passo-fundo-rs/>>. Acesso em: out. 2018.

### Orientações didáticas

Ao discutir estratégias amplas para enfrentar problemas ambientais, retome os gases do efeito estufa, estudados no volume do 7º ano. A redução na emissão desses gases é um dos temas mais debatidos na atualidade em diversos acordos internacionais e políticas nacionais. Caso considere pertinente, confira a seguir mais informações na seção *Conheça também* para aprofundar o tema com os estudantes.

### Conheça também

#### Entenda como funciona o mercado de crédito de carbono

Além de um breve histórico, a matéria apresenta o mercado de créditos de carbono como parte de estratégias internacionais para redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE). O cálculo também é explicado, apresentando os dados brasileiros nesse contexto.

Disponível em: <[www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono](http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A adoção de práticas sustentáveis foi progressivamente incentivada ao longo desta coleção, vinculada a temáticas socioambientais como desmatamento, desertificação, emissão de poluentes, descarte de resíduos, consumo de energia e água. A partir deste momento, e com sua fundamental orientação, esperamos aprofundar as ações sustentáveis, incentivando o protagonismo dos estudantes nos mais variados contextos do cotidiano e na reformulação de seus hábitos e padrões de consumo. Para isso, apresentaremos diferentes tipos de estratégias e atitudes que devem servir como ferramentas para os estudantes, incentivando a mobilização de conteúdos para o desenvolvimento de uma postura crítica, reflexiva e ativa frente a questões socioambientais.

Confira na *Leitura complementar* a seguir alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que podem ser trabalhados com os estudantes de modo integrado à política dos 7Rs.

### Leitura complementar

#### Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis

[...]

12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reúso.

12.6 Incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.

12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais.

12.8 Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.

12.a Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo.

12.b Desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável, que gera empregos, promove a cultura e os produtos locais.

12.c Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circuns-

## 3 Ações sustentáveis: da escola para a comunidade

Já vimos algumas práticas sustentáveis que podem ser adotadas nas esferas do poder público e de empresas. Agora, vamos focar em ações que podem também ser praticadas individualmente. Pequenas iniciativas podem fazer a diferença e contribuir para a construção de um ambiente mais justo, sustentável e diverso a curto e longo prazo.

Um ponto de partida pode ser a própria casa e a sala de aula, sendo possível estender as iniciativas para a vizinhança e a comunidade. Veremos a seguir como a adoção de diferentes medidas simples e criativas pode fornecer soluções para diferentes problemas ambientais. A incorporação de ações sustentáveis no cotidiano é um passo fundamental para a transformação das relações humanas com o meio ambiente.

### A política dos Rs (erres)

Como vimos, o aumento na geração de resíduos sólidos é um dos problemas ambientais que as sociedades humanas atuais enfrentam. A quantidade de lixo produzida supera a capacidade do ambiente de manter-se equilibrado, causando a poluição do solo e das águas e ameaçando a sobrevivência de muitos seres vivos. Para minimizar esses impactos, têm sido propostas diversas políticas sustentáveis que lidam com a geração de resíduos. Uma das mais conhecidas é a política dos **5Rs**:

**Reduza:** você realmente precisa de tudo o que consome? Em casa, busque reduzir o consumo de água e energia. Evite desperdícios de alimento e pense antes de consumir. Algumas pessoas compram coisas desnecessárias ou em excesso, que acabam sendo descartadas sem serem utilizadas ou consumidas.

**Repense:** como você se locomove e que produtos você consome? Optar pelo transporte público, pela bicicleta e por outros meios de transporte coletivo ajuda a diminuir a emissão de gases poluentes e a melhorar o fluxo de veículos. Além disso, sempre que possível prefira consumir produtos produzidos localmente e valorize o comércio do bairro onde você mora, para diminuir a necessidade de grandes deslocamentos.

**Recuse:** atualmente há um excesso de consumo de produtos descartáveis, principalmente embalagens. Evite utilizar sacolas, embalagens plásticas, canudos e qualquer outro produto que possa ser substituído por um que seja reutilizável. Não consuma artigos cuja produção ou cujo consumo causem impactos com os quais você não concorda: procure alternativas que combinem com o estilo de vida mais sustentável.

**Reaproveite:** sempre que precisar de um novo material ou produto, avalie se é possível reutilizar um que você já tem. Pense, também, antes de descartar qualquer objeto, se ele não pode ser reutilizado para outra função.

Uma das atitudes que se pode adotar é recusar o uso de canudos plásticos em estabelecimentos como lanchonetes e restaurantes. Canudos de bambu, vidro, papel ou aço inoxidável têm sido usados como substitutos aos de plástico.



Bruno Santos/Folhapress

82

tâncias nacionais, inclusive por meio da reestruturação fiscal e a eliminação gradual desses subsídios prejudiciais, caso existam, para refletir os seus impactos ambientais, tendo plenamente em conta as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.

OBJETIVO 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. *Nações Unidas no Brasil*. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12>>. Acesso em: out. 2018.

**Recicle:** caso realmente precise descartar um objeto, destine-o para a reciclagem, método pelo qual esses materiais poderão ser processados e aproveitados para a fabricação de novos produtos. É importante sempre estar atento ao descarte adequado para possibilitar a reciclagem. Questione os fabricantes e os pontos de venda dos produtos que você consome sobre como e onde realizar o descarte. Estudaremos esse processo com mais detalhes adiante.

Atualmente, também pode-se falar em até **7Rs**, que representam sete atitudes importantes para diminuir a quantidade de resíduos e otimizar as relações de consumo. A reciclagem, por ser economicamente interessante, é a mais difundida das políticas de descarte consciente. Antes de reciclar, porém, segundo a política dos 7Rs, é preciso exercitar as outras atitudes:

**Responsabilize-se:** você conhece a origem dos produtos que consome? Busque saber se os produtos valorizam o meio ambiente, como são elaborados, quais recursos são utilizados como matéria-prima e como é a condição de trabalho na produção. Responsabilize-se pelo seu consumo, evite desperdícios e faça escolhas conscientes.

**Respeite:** para todas essas ações é necessário o respeito, não só ao ambiente natural, mas também ao social. Promova atitudes que respeitem os contextos sociais e ambientais em que você está, sempre procurando soluções de maneira colaborativa e responsável.



Willian Moreira/Futura Press

• Iniciativas como mutirões para limpeza de áreas públicas são bons exemplos da importância de responsabilizar-se e tomar atitudes que ajudem a conservação do meio ambiente. Mutirão de limpeza do RevitalLiba (projeto de revitalização do bairro da Liberdade), liderado pela organização JCI Brasil-Japão, em São Paulo (SP), 2018.

## Consumo consciente

Considerando ações individuais, uma das medidas mais significativas para redução do impacto ambiental é adotar hábitos de **consumo consciente** e responsável. Isso nada mais é do que planejar e organizar, de modo sustentável, sua relação com a aquisição e o descarte de produtos. Objetos descartáveis, por exemplo, geram quantidades gigantescas de lixo sem necessidade. Muitos desses resíduos se acumularão no ambiente por centenas de anos, representando um grave problema socioambiental. Sempre que possível, opte por materiais mais resistentes e duradouros que possam ser utilizados mais vezes, ou por biodegradáveis, que se degradam rapidamente no ambiente.

83

## Orientações didáticas

A *Leitura complementar* a seguir pode subsidiar a abordagem da temática do consumo consciente e sua fundamental importância na atualidade.

### Leitura complementar

O conceito de consumo consciente não envolve apenas o que, mas também como e de quem você consome e qual será o destino de seu descarte. Pouco adianta usar sacolas retornáveis de uma empresa que não toma o devido cuidado em seu processo de produção. Ou comprar alimentos orgânicos de um produtor que não registra devidamente seus funcionários, utiliza-se de mão de obra infantil ou escrava.

Pesquisa recente promovida pelo Ministério do Meio Ambiente apontou que dois terços dos brasileiros disseram desconhecer o termo consumo consciente. Dos que responderam saber o seu significado, 54% o definiram como ato de consumir produtos ou serviços que não agridam o meio ambiente e nem a saúde humana.

Há diversas abordagens sobre a definição de consumo consciente. De maneira geral, todas elas passam pela prática de consumir produtos com consciência de seus impactos e voltados à sustentabilidade.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), por exemplo, indica que a utilização de bens e serviços precisa cumprir com necessidades básicas e proporcionar melhor qualidade de vida. Ao mesmo tempo, o produto ou serviço deve minimizar o uso de recursos naturais, materiais tóxicos, diminuir a emissão de poluentes e a geração de resíduos.

Para o Ministério do Meio Ambiente, o consumo consciente é uma contribuição voluntária, cotidiana e solidária do cidadão para garantir a sustentabilidade da vida no planeta. É ampliar os impactos positivos e diminuir os negativos causados pelo consumo dos cidadãos no meio ambiente, na economia e nas relações sociais. [...]

DEFINIÇÃO do termo consumo consciente é bem ampla: informe-se. *Governo do Brasil*. 2012. Disponível em: <[www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2012/10/definicao-do-termo-consumo-consciente-e-bem-ampla-informe-se](http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2012/10/definicao-do-termo-consumo-consciente-e-bem-ampla-informe-se)>. Acesso em: out. 2018.

### Conheça também

#### Conheça os 12 princípios do consumo consciente

Página de divulgação do Instituto Akatu, uma organização não governamental que tem o consumo consciente como principal bandeira em suas ações mobilizadoras.

Disponível em: <[www.akatu.org.br/noticia/conheca-os-12-principios-do-consumo-consciente/](http://www.akatu.org.br/noticia/conheca-os-12-principios-do-consumo-consciente/)>. Acesso em: out. 2018.

**Refleta e responda**

Auxilie os estudantes na reflexão sobre as próprias atitudes, incentivando hábitos que favoreçam o consumo consciente e a redução do descarte de plásticos. Para desenvolver a habilidade (EF09CI13), promova uma discussão coletiva a respeito das medidas que podem ser implementadas pela turma que visam à redução do consumo de plásticos. Solicite aos estudantes que registrem as ideias e discutam formas de aprimorá-las. Se for possível, conduza um projeto-modelo para ser implementado na escola.

**Conheça também**

**Como a economia comportamental pode ajudar na redução de consumo de plásticos**

A matéria de divulgação explora um conceito recente, a economia comportamental, que relaciona as decisões de consumo com escolhas melhores para as pessoas e o ambiente. Confira as diversas estratégias e atitudes comentadas para promover a reflexão na hora da compra.

Disponível em: <[www.hufpostbrasil.com/ollie-boesen/como-a-economia-comportamental-pode-ajudar-na-reducao-de-consumo-de-plasticos\\_a\\_23468424/](http://www.hufpostbrasil.com/ollie-boesen/como-a-economia-comportamental-pode-ajudar-na-reducao-de-consumo-de-plasticos_a_23468424/)>. Acesso em: out. 2018.

**Saiu na mídia**



**Como diminuir a pegada de plásticos descartáveis no cotidiano**

[...]

**1. Carregue sacolas retornáveis**

Sacola de pano bem dobrada vai bem na mochila ou na bolsa e serve para aquela paradinha no supermercado na volta para casa. Se você faz compras planejadas, então, é mais fácil ainda. Deixe num local bem à vista. Evite as sacolas plásticas.

**2. Adote um carrinho de feira**

Carrinho de feira é um ótimo aliado contra as sacolinhas plásticas dos supermercados. Adote um e se habitue a colocar os mantimentos sem saquinho dentro dele.

**3. Evite embalagem excessiva de alimentos**

A quantidade de embalagens supérfluas é enorme. Opte por produtos com poucas embalagens nos supermercados.

**4. Compre produtos a granel**

Alguns mercados, empórios e quitandas têm frutas frescas e secas, cereais e grãos a granel. Leve seus potes para trazer cheios e não peça para colocar em saquinhos.

**5. Use garrafa reutilizável para tomar água**

Carregar na bolsa ou na mochila uma garrafa reutilizável cheia é uma ótima maneira de cortar o seu uso de plástico e economizar dinheiro. Garrafas plásticas são os itens mais numerosos da poluição dos plásticos.

**6. Diga não aos canudos de plástico**

Se você gosta ou precisa, compre um de alumínio. E da próxima vez que pedir bebida, rejeite o canudo. Os canudinhos que vêm nos sucos embalados em TetraPak são reciclados pela marca. Coloque dentro da caixa e mande para a coleta seletiva ou para um Posto de Entrega Voluntária.

**7. Caneca pessoal**

Copos de café de plástico ou isopor representam um grande problema de poluição. São leves e voam até mesmo quando são descartadas corretamente nas latas de lixo em espaços públicos. Se você bebe café no escritório, mantenha uma caneca em sua mesa de trabalho e rejeite os copos plásticos.

**8. Diga não aos talheres descartáveis**

Quem costuma fazer lanches ou refeições no trabalho pode deixar um jogo de talheres na gaveta. Nos pedidos de comida pronta entregues em casa, lembre-se de pedir para não trazerem talheres descartáveis.

**9. Evite cosméticos com microplásticos**

Eles estão presentes principalmente em esfoliantes e outros cremes abrasivos ou emolientes. Podem estar em formato de microesferas polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), polimetilmetacrilato (PMMA), politetrafluoroetileno (PTFE) e nylon. São altamente poluentes porque os sistemas de tratamento de esgotos não possuem filtros que possam evitar seu escoamento nos cursos de água. Não compre.

**10. Envie para a reciclagem todos os plásticos que você usar em casa.**

GAMA, M. Como diminuir a pegada de plásticos descartáveis no cotidiano. *Folha de S.Paulo*. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/06/como-diminuir-a-pegada-de-plasticos-descartaveis-no-cotidiano.shtml>>. Acesso em: ago. 2018.

**Poluição Plástica**  
em números globais

- 500 bilhões a 1 trilhão de sacolas plásticas são usadas a cada ano
- 1 milhão de garrafas plásticas são compradas a cada minuto
- 50% dos plásticos consumidos são usados uma única vez
- 13 milhões de toneladas de plástico chegam aos oceanos a cada ano

Reprodução de <https://naoesumidas.org>

Alguns números relacionados à poluição plástica levantados por campanha promovida pela ONU.

**Refleta e responda**

1. Das dez sugestões apresentadas no texto, quais delas você já pratica no seu dia a dia? Faça uma lista no caderno. **Resposta pessoal.**
2. Como você poderia incorporar no seu cotidiano as ações que ainda não realiza? Reflita a respeito dos produtos e das embalagens que você consome e pense em maneiras de reduzir os resíduos que gera. **Resposta pessoal.**

**Leitura complementar**

[...] Com a fabricação de produtos reciclados, há a preservação da natureza, redução da poluição e contaminação do solo, além da economia de energia. Desta forma, o processo acaba contribuindo com a riqueza econômica das regiões, já que há um aumento de renda e diminuição da taxa de desemprego – com o crescimento da indústria recicladora, que investe em tecnologias e capacitação de profissionais para coleta de materiais e produção de novos produtos.

A importância da reciclagem também está atrelada ao desenvolvimento sustentável, que engloba, não só o meio ambiente, mas também aspectos sociais e econômicos. Isso porque quando descartamos os produtos de forma adequada, agregamos valor ao processo e ao material, já que melhoramos os índices de reaproveitamento, barateamos o custo de produção e estimulamos o crescimento da reciclagem.

Por isso, é cada vez mais comum encontrarmos projetos e iniciativas de apoio ao reaproveitamento de materiais nas grandes cida-

Ainda no contexto do consumo consciente, outro passo para reduzir a quantidade de lixo é evitar desperdícios. Toneladas de alimentos são descartadas diariamente nas casas, nos restaurantes, nos supermercados e nas feiras. Além de alimentos, você deve ter constatado que ocorre produção, em excesso, de lixo constituído de embalagens, plásticos e papéis na escola ou em casa. Uma simples questão de planejamento e otimização pode contribuir para minimizar o desperdício ou, ainda melhor, aproveitar os resíduos para outras finalidades.

Atualmente existem muitas maneiras possíveis de reaproveitar materiais antes de jogá-los no cesto de lixo. Garrafas PET, por exemplo, podem se transformar em fios de vassoura ou em vasos para plantas. Caixas de leite ou de suco do tipo longa vida podem servir para a montagem de embalagens de presente, se forem bem lavadas e encapadas com papéis coloridos de revistas velhas, por exemplo. Muitos outros objetivos também podem ser alcançados quando os resíduos recebem um tratamento adequado de reciclagem, possibilitando o reaproveitamento de seus componentes sob inúmeras novas condições.

## Reciclagem

A reciclagem, como vimos, é o processo que possibilita reaproveitar componentes dos resíduos sólidos, gerando uma nova matéria-prima para a fabricação de diversos produtos. É possível reciclar papéis, plásticos, vidros e metais. A decomposição desses materiais no solo é muito lenta, além de existirem materiais que não são biodegradáveis. Daí a importância da reciclagem.



Pacotes de latas compactadas, em processo de preparação para reciclagem em Taquaritinga (SP), 2017.

Veja, no quadro a seguir, a economia de recursos naturais que a reciclagem de alguns materiais pode garantir e o tempo de decomposição desses materiais.

Material reciclado	Preservação	Decomposição
1 000 kg de papel	corte de 20 árvores	1 a 3 meses
1 000 kg de plástico	extração de milhares de litros de petróleo	200 a 450 anos
1 000 kg de alumínio	extração de 5 000 kg de minério	100 a 500 anos
1 000 kg de vidro	extração de 1 300 kg de areia	4 000 anos

Fonte: Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), 2013. Disponível em: <<http://www.educ.org.br/sustentabilidade-ambiental/estimulo-a-reciclagem>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

O quadro desta página apresenta os dados relativos ao tempo de decomposição de diferentes materiais, além da economia de recursos naturais que a reciclagem desses materiais proporciona. Além de sensibilizar os estudantes, esse é um importante recurso para informar, auxiliando na compreensão de que os diferentes materiais do dia a dia são resultado de atividades humanas que consomem recursos. A permanência desses materiais no meio ambiente, na forma de resíduos, também é preocupante, pois favorece a poluição de solo e água, contaminando seres vivos e degradando o ambiente. É interessante que esses conteúdos sejam analisados pelos estudantes, incentivando a mobilização de assuntos vistos em diferentes momentos.

des. Escolas, empresas e ONGs realizam ações para conscientizar as pessoas a terem uma atitude mais sustentável e aderirem ao processo, com a coleta seletiva e reciclagem artesanal. [...]

QUAL a importância da reciclagem para a sociedade? *Pensamento verde*. 27 jun. 2013. Disponível em: <[www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/qual-a-importancia-da-reciclagem-para-a-sociedade](http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/qual-a-importancia-da-reciclagem-para-a-sociedade)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Converse com os estudantes sobre materiais comuns do dia a dia que são frequentemente destinados ao lixo comum. Auxilie os estudantes a identificar situações em que materiais como papel e plástico poderiam ser reutilizados ou destinados para reciclagem. A reflexão coletiva sobre o tema é de fundamental importância para a adoção de novas atitudes e hábitos. Se achar pertinente, ressalte as informações da *Leitura complementar* a seguir com os estudantes como forma de situar a reciclagem no contexto nacional.



Agendas e blocos feitos de papel reciclado.

## Reciclagem de papel

O papel é feito com fibras de celulose, material presente nas árvores. Para produzir papel reciclado em escala industrial, devem-se percorrer as mesmas etapas necessárias para a produção de papel a partir da madeira. No entanto, o papel reciclado é feito com a celulose de papéis já utilizados, em vez de exigir o plantio e a derrubada de novas árvores.

Não se recicla o papel de guardanapos usados ou de papéis higiênicos. Já folhas de papel, papelão, jornal ou revistas podem ser enviados para a reciclagem, desde que não estejam engordurados e, de preferência, não estejam amassados. O fato de estar amassado não impede a reciclagem do papel; porém, para facilitar o processo, rasgue o papel em pedaços em vez de amassá-lo como uma bolinha.

## Reciclagem de plásticos

Como visto anteriormente, resíduos plásticos são um dos maiores problemas ambientais da atualidade, em escala mundial. Mais de 13 milhões de toneladas de materiais plásticos acabam nos oceanos anualmente. Fragmentos plásticos também contaminam a água destinada ao consumo. A produção de sacolas e garrafas plásticas só aumenta, o que faz com que a reciclagem, aliada ao consumo consciente, seja cada vez mais necessária e urgente.

No Brasil, a reciclagem de resíduos plásticos vem ganhando cada vez mais destaque, principalmente pelo retorno econômico e pela redução do gasto de energia quando se usa matéria-prima reciclada.

Para viabilizar esse processo, é fundamental a separação adequada dos diferentes tipos de plástico. Além de serem reutilizados em criações artísticas e artesanais, por exemplo, os resíduos plásticos podem ser destinados a cooperativas e fábricas recicladoras.



Processo de separação de resíduos plásticos, realizado na cooperativa de reciclagem, em Itatiba (SP), 2018.

86

## Leitura complementar

Os resíduos sólidos tornaram-se, nos últimos anos, um dos problemas centrais em termos de planejamento urbano e gestão pública em praticamente todas as grandes cidades do mundo. O estudo *A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária*, do técnico de planejamento e pesquisa do Ipea Sandro Pereira Silva, apresenta estimativas recentes que apontam para uma geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil em torno de 160 mil toneladas diárias – 30% a 40% desse montante são considerados passíveis de reaproveitamento e reciclagem. Com um setor ainda pouco explorado no país, apenas 13% desses resíduos são encaminhados para a reciclagem.

“Mesmo com as dificuldades enfrentadas pelas instituições e pelos catadores no Brasil, alguns avanços foram identificados nos últimos anos, ao menos em alguns materiais específicos, com maior valor de mercado”, destaca Silva. Entre 1994 e 2008, o índice de reciclagem de

Nesses locais, o material é lavado e moído, resultando em aglomerados que servirão de base para a construção de novos materiais. Os termoplásticos, como PET, PEAD e PP, correspondem a cerca de 80% dos plásticos consumidos e reciclados. Uma característica essencial desse tipo de plástico é a capacidade de ser aquecido, moldado e resfriado inúmeras vezes, facilitando assim o processo de reciclagem.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Porta-copos feito de garrafas plásticas recicladas.

1. Milhões de toneladas de resíduos plásticos são diariamente consumidas e descartadas no mundo todo. Entre diferentes destinos, rios e oceanos são os mais afetados, causando enormes danos ao ambiente e à biodiversidade.

Algumas ações sustentáveis para lidar com esse problema que podemos citar são a reciclagem, a redução de consumo e o reaproveitamento.

### Aplique e registre

ⓧ Não escreva no livro

1. Explique com suas palavras por que resíduos plásticos são um grave problema ambiental e como isso pode ser minimizado.
2. Justifique a inclusão de práticas de consumo consciente e reciclagem na categoria de medidas sustentáveis. Em seguida, aponte o principal problema ambiental que é combatido com essas ações.
3. Você conhece iniciativas para reciclagem na região onde mora? Converse com os colegas sobre campanhas, cooperativas ou ações que promovam a reciclagem. Em seguida, façam um cartaz para auxiliar na divulgação dessas iniciativas. *Resposta pessoal.*

### ● Reciclagem do vidro

Os vidros enviados para reciclagem devem estar limpos e sem rótulos colados. Na indústria especializada, eles são triturados e aquecidos a uma temperatura alta o suficiente para derretê-los. Em seguida, são utilizados na fabricação de novos objetos. Vidros coloridos continuam coloridos após a reciclagem, assim como os transparentes continuam transparentes.

2. Ambas as ações são sustentáveis, pois visam satisfazer necessidades atuais, atenuando seu impacto ambiental e preocupando-se com as gerações futuras. O problema ambiental é o excesso de lixo e, conseqüentemente, poluição e contaminação do ambiente.



Thinkstock/Getty Images

Garrafas de vidro separadas para reciclagem.

latas de alumínio variou de 56% para 91,5%, o de papel de 37% para 43,7%, o de vidro de 33% para 47%, o de embalagens PET de 18% para 54,8%, o de lata de aço de 23% para 43,5%, e o de embalagem longa-vida de 10% em 1999 para 26,6% em 2008.

Os dados ainda revelam a composição dos resíduos descartados no país: 57,41% de matéria orgânica (sobras de alimentos, alimentos deteriorados, lixo de banheiro), 16,49% de plástico, 13,16% de papel e papelão, 2,34% de vidro, 1,56% de material ferroso, 0,51% de alumínio, 0,46% de inertes e 8,1% de outros materiais. [...]

APENAS 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.*  
Disponível em: <[www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296)>.  
Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A coleta seletiva é uma estratégia fundamental para o gerenciamento de resíduos sólidos de modo sustentável e economicamente positivo. Contudo, esse tipo de serviço ainda é pouco explorado no Brasil, atendendo menos de 20% dos municípios. Para aprofundar o estudo do tema com os estudantes, confira as sugestões a seguir.

### Conheça também

#### Para onde vai a latinha?

Confira mais informações a respeito da reciclagem de alumínio no Brasil.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=FF-sHAP5afM](https://www.youtube.com/watch?v=FF-sHAP5afM)>. Acesso em: out. 2018.

#### Coleta e reciclagem

Pesquisa mostra que brasileiro sabe pouco sobre coleta e reciclagem.

Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/06/pesquisa-mostra-que-brasileiro-sabe-pouco-sobre-coleta-e-reciclagem.shtml>>. Acesso em: out. 2018.

## Reciclagem de metais

O metal mais reciclado no Brasil é o alumínio, material das latinhas de bebidas gaseificadas. Segundo dados da Associação Brasileira de Alumínio (Aba), 97,7% das latas de alumínio para bebidas consumidas no Brasil foram recicladas em 2016.

A reciclagem de latas de alumínio no país passou a ter grande importância econômica e social, já que o processo de coleta e de venda das latas usadas para as cooperativas de reciclagem garante a geração de renda a milhares de famílias.

Em geral, os metais são aquecidos e derretidos, em um processo semelhante ao de reciclagem do vidro. No entanto, cada tipo de metal deve ser reciclado separadamente.

Latinha feita de alumínio reciclado. Observe o símbolo de reciclável na fotografia.



Luiza Henriquetta/Imagens

## Coleta seletiva de lixo

Para que haja o reaproveitamento dos materiais recicláveis, é preciso que eles sejam descartados de forma separada de acordo com o tipo de material e à parte dos resíduos não recicláveis. Esse processo recebe o nome de **coleta seletiva de lixo**.

A coleta seletiva é uma das maneiras pelas quais a população pode contribuir para o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos sólidos, separando-os por tipo de material e limpando-os, quando possível. Muitas prefeituras, associações de bairro, condomínios e escolas têm adotado a coleta seletiva, na qual o material deve ser descartado de maneira adequada para a coleta por empresas de reciclagem.



Amarildo Oliveira/Fuocup Imagens

Caminhão de coleta seletiva de lixo em Manaus (AM), 2018.



Ernesto Regirano/Pulsar Imagens

Lixeiras para coleta seletiva.

88

## Leitura complementar

[...]

### Como funciona a coleta seletiva?

As formas mais comuns de coleta seletiva hoje existentes no Brasil são a coleta porta a porta e a coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A coleta porta a porta pode ser realizada tanto pelo prestador do serviço público de limpeza e manejo dos resíduos sólidos (público ou privado) quanto por associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. É o tipo de coleta em que um caminhão ou outro veículo passa em frente às residências e comércios recolhendo os resíduos que foram separados pela população.

Já os pontos de entrega voluntária consistem em locais situados estrategicamente próximos de um conjunto de residências ou instituições para entrega dos resíduos segregados e posterior coleta pelo poder público.

Veja no quadro a seguir o que pode e o que não pode ir para a coleta seletiva.

	Vai para a coleta seletiva	Não vai para a coleta seletiva
<b>Papéis</b>	Sulfite, colorido, cartolina, jornal, revista, folheto, cartaz, papelão	Vegetal, celofane, carbono, higiênico usado, papel toalha usado, guardanapo usado, papel engordurado, fotografias, fitas e etiquetas adesivas, papéis plastificados, papéis metalizados, papéis encerados ou impermeabilizados
<b>Plásticos</b>	Embalagens e recipientes de xampu, de detergente, de refrigerante, de produtos de limpeza; tampas diversas, embalagens de ovos, escovas de dentes, baldes, canetas esferográficas	Plástico metalizado (salgadinhos, bolachas, barrinhas de cereal), cabos de panela, tomadas, eletrodomésticos em geral
<b>Vidro</b>	Garrafas, frascos, potes, cacos desses produtos	Espelhos, vidros de janela, vidro de automóvel, lâmpadas, tubos de televisão, ampola de medicamentos, cristal, vidro temperado, pratos refratários, cerâmica
<b>Metais</b>	Latinhas de alumínio, latas de conserva, latas de óleo, embalagens longa vida, chapas de raios X	Clipes, grampos, esponjas de aço
<b>Fique atento!</b>		
<p><b>Lâmpadas fluorescentes:</b> quando quebradas, essas lâmpadas emitem gases e contêm substâncias nocivas à saúde do ser humano e ao meio ambiente, como o mercúrio metálico. Se houver quebra, deve-se evitar respirar próximo à lâmpada. O ideal é sempre guardar as caixas de papelão da embalagem para recolocá-las de volta, no momento do descarte.</p> <p><b>Pilhas e baterias:</b> apenas a presença de um coletor ou lixeira especial não quer dizer que as pilhas estejam sendo recicladas. É importante procurar locais onde descartar as pilhas, tendo antes se certificado de que esses resíduos estão realmente sendo enviados para reciclagem. Baterias de celular podem ser entregues ou enviadas aos fabricantes.</p> <p><b>Eletrodomésticos e eletrônicos:</b> caso o eletrodoméstico não tenha reparo e não possa ser destinado para doação, certifique-se de descartá-lo em um local adequado. Apesar de não poder ser destinado à coleta seletiva comum, muitas cooperativas de reciclagem ou pontos de coleta recebem esse tipo de material.</p>		

Elaborado com base em: Site do Movimento dos Catadores de Materiais recicláveis. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/content/view/136/243/>>; Instituto Akatu. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/blog/noticia/descarte-correto-de-eletrodomesticos-e-a-saida-caso-conserto-seja-inviavel/>>. Acesso em: nov. 2018.

### 1. Reciclagem dos resíduos sólidos, compostagem de resíduos orgânicos e práticas de consumo consciente.

#### Aplique e registre



Não escreva no livro

No Brasil, mais de 180 mil toneladas de resíduos sólidos são recolhidas diariamente. Esse é o resultado de atividades de origem urbana, industrial, rural e de serviços de saúde. Muitos desses resíduos também são potencialmente matéria-prima e/ou insumo para a produção de novos produtos ou fonte de energia.

1. Quais medidas sustentáveis podem contribuir para minimizar esse grave problema ambiental?
2. Como é possível obter energia a partir de resíduos descartados?

É possível gerar energia a partir, por exemplo, da combustão de metano, gás produzido pela decomposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários sob condições favoráveis e controladas.

## Compostagem

Os restos orgânicos podem ser transformados em adubo pelo processo de **compostagem**. Restos de alimentos devem ser separados e colocados em composteiras, onde ocorre a decomposição da matéria orgânica. A decomposição é feita por microrganismos, e o produto restante é um composto rico em sais minerais e ideal para ser usado como adubo. A compostagem também resulta na produção de gás metano, liberado pela atividade dos decompositores. Esse gás pode ser armazenado e usado como fonte de energia.

### Qual a diferença entre Coleta Seletiva e Logística Reversa?

A logística reversa é a obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados tipos de produtos (como pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes...) de estruturar sistemas que retornem estes produtos ao setor empresarial, para que sejam reinseridos no ciclo produtivo ou para outra destinação ambientalmente adequada.

Enquanto a coleta seletiva é uma obrigação dos titulares dos serviços de manejo de resíduos sólidos (poder público), a logística reversa é uma obrigação principalmente do setor empresarial pois, em geral, trata-se de resíduos perigosos. [...]

COLETA seletiva. Ministério do Meio Ambiente.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

As atividades visam ampliar o estudo, incentivando os estudantes a mobilizar diferentes conteúdos e aplicá-los às situações propostas. Para auxiliar na discussão a respeito da geração de energia a partir de resíduos, confira as sugestões a seguir.

### Conheça também

#### Biogás

a) Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario)>. Acesso em: out. 2018.

b) Biogás: a próxima fronteira da energia renovável.

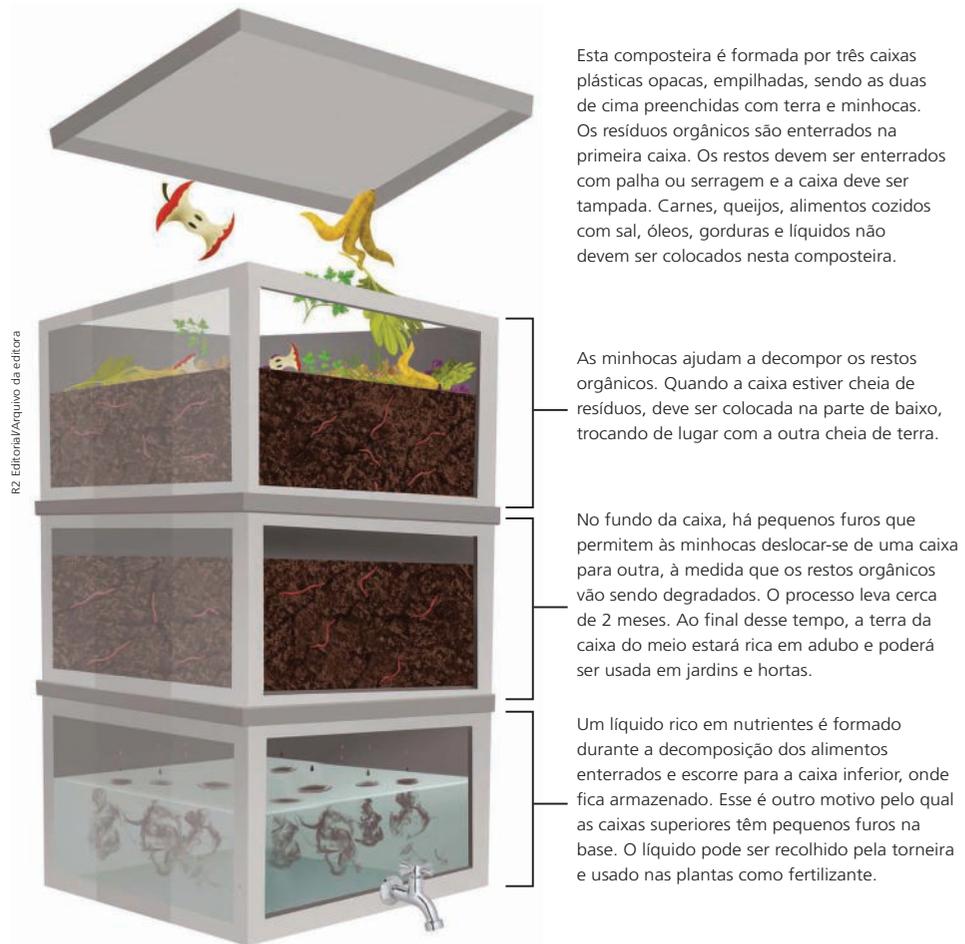
Disponível em: <[www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/biogas](http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/biogas)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A implementação de uma composteira pode ser uma estratégia didática muito valiosa e estimulante, permitindo a organização dos estudantes no desenvolvimento de um projeto sustentável, de longo prazo e com benefícios para toda a comunidade escolar. Caso seja possível a condução dessa atividade na escola, confira as sugestões de recursos a seguir para implementação de composteiras.

Existem vários tipos de composteiras, sendo possível montá-las no quintal de uma casa ou até em um apartamento. Em um pequeno cantinho, os restos de alimentos são misturados à terra e os decompositores do solo acabam transformando-os em um composto rico em sais minerais. É importante cuidar da manutenção da composteira para que ela não atraia animais como ratos e moscas, que podem transmitir doenças. Veja na ilustração a seguir um exemplo de composteira prática, montada com caixas plásticas empilhadas.



Esta composteira é formada por três caixas plásticas opacas, empilhadas, sendo as duas de cima preenchidas com terra e minhocas. Os resíduos orgânicos são enterrados na primeira caixa. Os restos devem ser enterrados com palha ou serragem e a caixa deve ser tampada. Carnes, queijos, alimentos cozidos com sal, óleos, gorduras e líquidos não devem ser colocados nesta composteira.

As minhocas ajudam a decompor os restos orgânicos. Quando a caixa estiver cheia de resíduos, deve ser colocada na parte de baixo, trocando de lugar com a outra cheia de terra.

No fundo da caixa, há pequenos furos que permitem às minhocas deslocar-se de uma caixa para outra, à medida que os restos orgânicos vão sendo degradados. O processo leva cerca de 2 meses. Ao final desse tempo, a terra da caixa do meio estará rica em adubo e poderá ser usada em jardins e hortas.

Um líquido rico em nutrientes é formado durante a decomposição dos alimentos enterrados e escorre para a caixa inferior, onde fica armazenado. Esse é outro motivo pelo qual as caixas superiores têm pequenos furos na base. O líquido pode ser recolhido pela torneira e usado nas plantas como fertilizante.

Representação esquemática de uma composteira de caixas com minhocas que pode ser montada até em pequenos apartamentos. Para melhor funcionamento da composteira, as caixas plásticas devem ser opacas; aqui elas estão representadas por transparência para facilitar o entendimento. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.

### Aplique e registre

Não escreva no livro.

1. Quais são os benefícios da compostagem?
2. Descubra para onde vai o resíduo orgânico da escola onde você estuda. Caso ele seja descartado, verifique as possibilidades de implantar uma composteira em um jardim. **Resposta pessoal.**

**1. A compostagem é uma medida que permite o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, reduzindo assim o descarte desses resíduos. Além disso, o produto pode ser utilizado como adubo em hortas e jardins.**

90

### Conheça também

#### Compostagem

a) Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos.

Disponível em: <[www.resol.com.br/cartilhas/compostasp\\_pdf\\_site.pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/compostasp_pdf_site.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

b) Manual de compostagem doméstica com minhocas.

Disponível em: <[www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao\\_MMA\\_2017-06-20.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.  
Veja subsídios nas *Orientações didáticas*.

## Análise e resposta

2. Leia a seguir o texto sobre descarte de óleo de cozinha e, em seguida, responda às questões.

[...]

Todos os tipos de óleo [...] não podem ter como destino pias, bueiros, ralos ou guias da calçada porque impactam negativamente o encanamento da sua casa e também poluem a água, além de contribuírem para morte de seres vivos.

[...] O descarte incorreto na pia de óleo de cozinha usado provocará o entupimento dos encanamentos e acúmulo de gordura na caixa [de gordura]. Quando isso ocorre, é necessário um processo trabalhoso para limpá-la, além de realizar o mesmo processo nos encanamentos. [...].

A outra parte do óleo descartado que passou pelos encanamentos [...] chega às redes que coletam o esgoto doméstico. [...] nesta passagem [...] o óleo obstrui o fluxo de esgoto que iria para a Estação de Tratamento de Esgoto. [...]

Quando o esgoto sem tratamento chega a um rio, o óleo de cozinha misturado ao esgoto irá poluir esse corpo hídrico [...]. O impacto causado pelo óleo é a diminuição de oxigênio dissolvido na água, por meio da atividade de microrganismos que degradam o óleo e ao mesmo tempo consomem muito oxigênio – isso provoca a morte da fauna aquática.

### Então, o que fazer com o óleo de cozinha?

Após utilizar o óleo de fritura velho [...] você pode armazená-lo em uma garrafa [...]. Após preencher algumas garrafas [...], procure empresas e ONGs especializadas neste tipo de coleta seletiva, assim como postos de entrega voluntária para descartar o seu óleo de forma correta.

[...]

Lembre-se que 50 mg de óleo de cozinha provocam a poluição de mais de 25 mil litros de água. Mesmo que você utilize uma pequena quantidade de óleo de cozinha, é importante [...] não descartá-lo na pia, ralo ou bueiro.

[...]

O óleo descartado corretamente é utilizado para produção de biodiesel, sabão, tintas a óleo, massa de vidraceiro e outros produtos. Isso preserva matéria-prima, incentiva a reciclagem e evita que mais litros de óleo sejam descartados de maneira incorreta. [...]

- a) Evitar que o óleo polua o ambiente, tanto o solo quanto a água, o que causa diversos impactos negativos sobre fatores bióticos e abióticos.** Descarte de óleo de cozinha: como fazer. eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2293-descarte-de-oleo-de-cozinha>>. Acesso em: ago. 2018.

- a) Qual é a importância do descarte correto do óleo de cozinha usado?
- b) Quais medidas simples podem ser adotadas para o descarte correto do óleo usado?
- c) Você conhece iniciativas para recolhimento de óleo usado para fabricação de sabão na região onde vive?

Procure se informar. **Resposta pessoal.**

- b) Armazenar o óleo após o uso em recipientes adequados e encaminhá-lo para cooperativas ou ONGs que reutilizam o resíduo para produção de sabão, biodiesel ou outros produtos.**



Armazenamento do óleo de cozinha já usado, que não deve ser descartado no lixo ou na pia.

YortzaFoto/Shutterstock

## Orientações didáticas

### Atividades

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e a habilidade da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes destaquem ampla variedade de atitudes e estratégias sustentáveis. Além disso, eles também podem especificar exemplos de problemas ambientais e como as ações mencionadas contribuem para solucionar ou minimizar esses problemas. Se possível, incentive o registro de exemplos e discussões tratadas ao longo do estudo do capítulo.

## Análise e resposta

A atividade 2 visa apresentar um sério problema ambiental causado pelo descarte inapropriado de óleo de cozinha. Aproveite esse momento para trabalhar as informações do texto com os estudantes. Outro objetivo da atividade é aproximar esse assunto do cotidiano dos estudantes, incentivando a reflexão a respeito do descarte de óleo. Se possível, promova uma conversa para que os estudantes compartilhem as iniciativas de recolhimento de óleo. É interessante que eles conheçam opções para destinação desse material, servindo também como disseminadores de conhecimento, informando amigos e familiares.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

A atividade 3 deve contribuir para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI13], com base nos temas de transporte e gases poluentes. Nesse momento, é interessante retomar com os estudantes assuntos estudados nos volumes do 7º e 8º ano, quando abordamos, respectivamente, os impactos causados pela queima de combustíveis fósseis, principalmente os gases do efeito estufa [GEE], e as alterações climáticas resultantes. A atividade também visa relacionar os conteúdos estudados com o contexto dos estudantes, promovendo a reflexão sobre os impactos causados pelos meios de transporte. A proposição de uma campanha de divulgação pode ser uma atividade muito valiosa. Oriente os estudantes no desenvolvimento criativo de diferentes tipos de intervenção, incentivando o protagonismo. Se for possível, auxilie-os na implementação dos projetos ou na divulgação das propostas.

A atividade 4 trabalha ações sustentáveis principalmente por meio da abordagem do consumo consciente. Além de contribuir para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI13], essa situação de aprendizagem deve incentivar a reflexão crítica sobre os hábitos de consumo por parte dos estudantes, visando a adoção de atitudes mais sustentáveis. Espera-se também que os estudantes reconheçam como pequenas ações individuais podem gerar impactos ao ambiente.

Na atividade 5, os estudantes são orientados a refletir a respeito das contribuições da compostagem como uma estratégia sustentável. Além disso, é uma oportunidade para eles sistematizarem o conhecimento sobre o assunto. Para enriquecer a atividade, solicite que eles incluam no quadro materiais frequentemente descartados como resíduo em suas residências e na escola.

**3. a)** Poluição da atmosfera. Além da liberação de poluentes no ar, o excesso de fumaça resulta em condições atmosféricas inapropriadas, principalmente em centros urbanos, com impactos no ambiente e na saúde da população.

**3.** O uso de meios de transporte não poluentes é uma importante medida sustentável que parte da iniciativa individual. A escolha de deslocamento por caminhadas, bicicletas e transporte público em lugar de carros e outros automotivos individuais pode representar um considerável avanço na redução de impactos ao ambiente.

Iniciativa para locação de bicicletas, estimulando meios alternativos de transportes menos poluentes, em Manaus (AM), 2017.



Luís Sampaio/Opção Brasil/Imagens

- Quais são os principais problemas ambientais causados pelo uso de transporte poluente, especialmente aqueles que utilizam combustíveis fósseis?
- Como você desenvolveria uma campanha para alertar a comunidade do bairro onde mora dos problemas mencionados na sua resposta anterior e também estimular o uso de transportes não poluentes?

*Resposta pessoal.*

**4.** Leia a seguinte reflexão e então responda às questões:

#### Uma geração global de consumidores

[...]

Os jovens de hoje possuem consciência de que mudanças são necessárias e que é preciso imprimir esforços para reduzir as desigualdades e permitir que essas transformações resultem na preservação ambiental. No entanto, a maioria não tem consciência acerca dos impactos causados por suas ações individuais.

[...] boa parte dos jovens não identifica que suas ações geram impactos dentro de uma cadeia de consumo. Para muitos deles, a forma como viajam, compram, utilizam os recursos naturais e trabalham influem pouco na dinâmica do meio ambiente e da sustentabilidade. Com exceção do descarte de resíduos, eles não vislumbram de que maneira suas ações individuais produzem efeitos negativos dentro de uma cadeia de consumo tornando-a menos sustentável.

Apesar de não reconhecer os impactos individuais de suas ações, os jovens consideram a preocupação com o meio ambiente um valor e ponderam isso como fator de decisão na compra. Cerca de 50% dos jovens reconhece que consumo consciente deve ser valorizado no ato da compra, porém poucos refletem acerca do processo de produção dos bens que consomem.

[...]

TRINIDADE, Denis. *Jovens e o consumo sustentável: o que pensa esta geração?*. Disponível em: <<http://welcome.curupira.com/blog/jovens-e-o-consumo-sustentavel/>>. Acesso em: ago. 2018.

- Você concorda com as ideias contidas no texto? Justifique sua opinião. *Resposta pessoal.*
  - Avalie sua rotina de consumo, uso e descarte de recursos, como água e energia. Como suas ações individuais impactam o ambiente? *Mesmo que em pequena escala, ações individuais são suficientes para produção de grande quantidade de lixo e gasto de recursos naturais.*
  - Como você explicaria o que é consumo consciente? É possível mudar hábitos a partir de uma visão de sustentabilidade? *Resposta pessoal.*
- 5.** Uma forma de diminuir a pegada ecológica individual é por meio do uso de compostagem caseira dos resíduos sólidos orgânicos. **a)** A compostagem é a transformação de restos orgânicos em adubo, pela ação de seres vivos decompositores. Restos orgânicos são rapidamente decompostos nesse processo.
- Explique o que é compostagem e como ela pode evitar a poluição do solo.
  - Monte um quadro com os materiais a seguir, separando-os em “compostáveis” ou “não compostáveis”: baterias, borra de café, cascas de frutas, couro, esterco, folhas, gravetos, isopor, metais, miúdos de animais, papel ou madeira com tinta, papel ou papelão sem tinta, pilhas, plásticos, tecidos e vidros.  
*Não são compostáveis: baterias, isopor, metais, papel e madeira com tinta, pilhas, plásticos, tecidos e vidros.*

## Pesquisa

6. Você conhece ONGs ambientais? Organizações não governamentais (ONGs) são associações, fundações e organizações da sociedade civil, ou seja, não associadas ao governo, que têm objetivos relacionados à prestação de serviços para a sociedade. Esses grupos não visam a obtenção de lucros, mas sim o cumprimento de ações de benefício para a população, incluindo ações socioambientais. Muitas ONGs são particularmente voltadas para questões ambientais e de conservação da biodiversidade. Vale destacar que são iniciativas coletivas e que dependem da disposição individual.

Em grupos, pesquisem sobre uma ONG que atue na região onde vocês moram e que tenha preocupações ambientais. Em seguida, façam um pequeno resumo a ser apresentado à turma sobre os principais objetivos da ONG, seus projetos e formas de colaborar. **Resposta pessoal.**

7. Escolha algumas lojas ou empresas do bairro onde você mora para conhecer os planos de sustentabilidade e descarte de resíduos delas. Pesquise sobre medidas sustentáveis ou outras ações relacionadas à preocupação ambiental que sejam praticadas pelos estabelecimentos. Se necessário, conduza entrevistas com funcionários ou solicite cartilhas e documentos que expliquem essas informações. Em seguida, redija uma pequena matéria para apresentar sua pesquisa à turma e converse com os colegas a respeito das informações obtidas por eles relacionadas a outros estabelecimentos. **Resposta pessoal.**
8. Leia o texto a seguir:

### Meio ambiente e participação juvenil

O grande debate em torno do futuro da humanidade no século XXI tem como foco central um campo específico: o meio ambiente.

Tal perspectiva surge principalmente a partir de alterações objetivas na dinâmica global. Efeito estufa, derretimento de geleiras glaciais, grandes enchentes, maremotos e abruptas mudanças climáticas, amplamente denunciadas no século XX, fazem atualmente parte de nosso cotidiano. A intensidade com que a degradação do meio natural tem atingido nossa sociedade nos obriga a refletir sobre a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento, pautado na sustentabilidade, na preservação e principalmente na educação ambiental.

Temos percebido que, por mais que existam importantes iniciativas ligadas a proibições e multas para aqueles que promovem danos ao meio ambiente, este mecanismo está longe de sanar o problema. É necessário reverter a perspectiva desagregadora e de curto prazo que impera na sociedade atual e impor uma agenda mais positiva, para a preservação de nossa espécie.

[...]

A juventude nesse processo cumpre um papel central para garantir a capilaridade da Agenda 21 e a concretização de um novo modelo de desenvolvimento.

A educação ambiental está no centro dessa questão. A partir de iniciativas que promovam uma cultura civilizada, de respeito ao meio ambiente e à sociedade como um todo, será possível progressivamente garantir um desenvolvimento pautado na sustentabilidade. No entanto, para que essa perspectiva tenha de fato desdobramento, é necessário implementar a variável ambiental no dia a dia da população brasileira.

Os jovens, atores políticos essenciais no debate sobre meio ambiente, empoderados de instrumentos que promovam a consciência ambiental, potencializarão sua capacidade concreta de intervenção social.

[...]

BARBOSA PEREIRA, L. Agenda 21 e Juventude. ONG Instituto Via BR. Rio de Janeiro, n. 3, 2009. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/agenda21juventuden3\\_2009\\_18.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/agenda21juventuden3_2009_18.pdf)>. Acesso em: ago. 2018.

Em grupo, busque mais informações sobre a Agenda 21 e sobre como os objetivos se relacionam com a preservação do meio ambiente. Em seguida, converse com seus colegas sobre exemplos de metas previstas.

**A Agenda 21 é um documento assinado por 179 países que visa a construção do desenvolvimento sustentável. Entre suas metas, podemos citar a integração entre meio ambiente e desenvolvimento, mudanças dos padrões de consumo, conservação da diversidade biológica, etc.**

## Orientações didáticas Atividades

### Pesquisa

A atividade 6 visa aproximar os estudantes de ações sustentáveis na região onde moram com base no conhecimento de ONGs e sua atuação. Após o registro das pesquisas, é interessante promover o compartilhamento das informações, ampliando, assim, o conjunto de ações sustentáveis que podem ser conduzidas de modo coletivo.

Na atividade 7, os estudantes são incentivados a explorar elementos da região onde moram para refletir e avaliar ações sustentáveis. Provavelmente, muitos exemplos serão recolhidos, por isso é muito importante promover o compartilhamento das informações para enriquecer a situação de aprendizagem.

Na atividade 8, é importante que os estudantes relacionem os objetivos da Agenda 21 à preservação do meio ambiente e ao desenvolvimento de uma sociedade sustentável, utilizando argumentos discutidos ao longo do estudo do capítulo.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Integração

A atividade visa trabalhar diretamente a habilidade (EF09CI13), incentivando a identificação de problemas ambientais, a reflexão crítica, a proposição de soluções e a implementação de projetos. Além disso, a proposta também valoriza o contexto local dos estudantes, um aspecto estimulante e facilitador da atividade. Se possível, auxilie-os na implementação e no desenvolvimento dos projetos, para que a situação de aprendizagem seja ainda mais completa e enriquecedora. Para auxiliar, confira alguns exemplos de iniciativas sustentáveis de sucesso que podem incentivar a turma e servir de referência.

- Dicas para projetos de educação e ação ambiental. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/projetos/dicas-para-projetos-de-educacao-e-acao-ambiental>> [acesso em: out. 2018].
- Sugestões de projetos e ações pedagógicas de educação ambiental para trabalhar nas escolas. Disponível em: <[www.olimpiada.fiocruz.br/educacao-ambiental-para-trabalhar-nas-escolas-educacao.org](http://www.olimpiada.fiocruz.br/educacao-ambiental-para-trabalhar-nas-escolas-educacao.org)> [acesso em: out. 2018].
- Como fazer uma escola sustentável. Disponível em: <<https://gestoescolar.org.br/conteudo/653/como-fazer-uma-escola-sustentavel>> [acesso em: out. 2018].

#### Projeto anual – em construção

Neste momento, esperamos formalizar com os estudantes algumas etapas essenciais para o pensamento e investigação científica. Ao dominar a metodologia, isto é, o delineamento dos objetivos, coleta de dados, registro e abordagem, os estudantes devem compreender os diferentes componentes que caracterizam a lógica e operação da pesquisa científica. Após a pesquisa e o compartilhamento das informações, sugerimos ressaltar com os estudantes como as diferentes etapas da pesquisa científica foram desenvolvidas ao longo dos anos do Ensino Fundamental. Nesta coleção, diversas atividades práticas foram propostas com o objetivo de incentivar a curiosidade e refle-

#### Integração

- Hora de fazer a diferença! Veja a seguir diferentes ideias de iniciativas sustentáveis que podem ser aplicadas na sua casa, escola, bairro ou comunidade. São medidas simples e criativas que envolvem a redução ou combate de problemas ambientais.
  - Projetos de arborização, implantação de muros ou tetos verdes, e criação de hortas, jardins e pomares;
  - Criação de sistemas para reaproveitamento de água e captação de água da chuva;
  - Campanhas para coleta seletiva de recicláveis;
  - Reaproveitamento de resíduos para produção de artesanato;
  - Implantação de composteiras e minhocários;
  - Conscientização a respeito do uso de descartáveis e outras propostas para consumo consciente;
  - Campanhas para descarte adequado de resíduos eletrônicos, pilhas e lâmpadas.

Agora é sua vez de colocar essas ideias em prática com os colegas. Organizem-se em grupos e, a partir das informações acima, bem como dos diferentes assuntos tratados ao longo do capítulo e outras iniciativas que vocês conheçam, desenvolvam um projeto com objetivo de trabalhar ações sustentáveis em sua comunidade.

- a) Identifiquem um **problema ambiental** e descrevam suas causas, seus impactos negativos atuais e futuros na comunidade. Para facilitar, vocês podem se guiar por tópicos, como resíduos, água, energia, consumo e degradação de áreas naturais. Exemplos: desperdício de energia, água, ou comida, falta de coleta seletiva ou reciclagem, ausência de áreas verdes, excesso de lixo, uso de descartáveis, etc.
- b) Criem uma **iniciativa com ações sustentáveis** que possam ser implementadas visando combater o problema apontado anteriormente. Vocês também podem pesquisar mais ideias e exemplos sobre como combater esse problema. Essa iniciativa pode ser baseada em intervenções no espaço, como criação de hortas, muros verdes e composteiras, e em propostas de mudanças nos hábitos, como campanhas para reciclagem e consumo responsável.
- c) Desenvolvam uma campanha de **divulgação e conscientização** a respeito do projeto de vocês. Lembrem-se de que questões ambientais também envolvem fatores sociais e econômicos, por isso é muito importante o diálogo com a comunidade. Explicar os impactos ambientais e divulgar soluções é uma etapa fundamental para um projeto bem-sucedido. Sejam criativos! Essa ação pode envolver cartazes, vídeos, mídias sociais, palestras e entrevistas. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

#### PROJETO ANUAL em construção

O conjunto de normas que guiam a elaboração de trabalhos científicos é chamado **metodologia científica**. De acordo com ela, é possível classificar uma pesquisa a partir de características como:

- objetivo;
- forma de coleta de dados;
- fonte de informação;
- abordagem (prática ou teórica).

A metodologia científica também prevê as partes necessárias a um projeto de pesquisa e os requisitos mínimos de cada uma.

Pesquise, em *sites* da internet, para saber mais a respeito da metodologia científica, identificando como classificar uma pesquisa científica e quais as partes essenciais de um projeto de pesquisa. Faça um registro dessas informações.

94

xão, a elaboração de hipóteses, o desenvolvimento de experimentos, a execução de testes e o registro de resultados. É interessante, assim, retomar com eles que os passos da metodologia científica foram progressivamente trabalhados.

#### Conheça também

##### Curso: metodologia científica

Se possível, confira o curso *on-line* gratuito a respeito de metodologia científica na plataforma Aprendizagem Interativa em Ciências e Engenharia (APICE).

Disponível em: <<http://apice.febrace.org.br/>>. Acesso em: nov. 2018.

# NESTA UNIDADE VOCÊ ESTUDOU

## Vida e evolução



Não escreva no livro

### Revise e reflita Respostas pessoais.

1. Quais informações você achou mais interessantes?
2. Você sentiu dificuldade em entender algum assunto? Qual? Por quê?
3. Se ainda tiver dúvida ou dificuldade em algum assunto, anote-a e depois a apresente ao professor.

### Avalie seu aprendizado

1. Explique, de maneira geral, como ocorrem os processos de meiose e mitose, destaque as diferenças e as semelhanças entre eles. *Veja resposta nas Orientações didáticas.*
2. O que são genes? Explique a diferença entre genótipo e fenótipo. *Veja resposta nas Orientações didáticas.*
3. Qual foi importância de Mendel para a Genética? Comente como seus experimentos contribuíram para estabelecer a primeira lei de Mendel. *Os experimentos e as análises de Mendel levaram ao entendimento dos princípios da hereditariedade. Mais subsídios podem ser encontrados nas páginas 26 e 27.*
4. Elabore um pequeno texto comparando as ideias evolutivas de Darwin e Lamarck, destacando as semelhanças e as diferenças e explicando como essas ideias contribuíram para o entendimento do processo evolutivo e da diversidade biológica. *Resposta pessoal. Subsídios podem ser encontrados nas páginas 42 a 48.*
5. Como ocorre a seleção natural? Explique como esse processo está relacionado à manutenção de características adaptativas. *Características hereditárias vantajosas para um indivíduo em relação ao seu meio contribuem para o aumento das chances de sobrevivência e reprodução. Consequentemente, a característica vantajosa é passada aos descendentes e tende a ser mantida ao longo das gerações.*
6. Por que a nomenclatura biológica das espécies é importante? Que informações o nome de uma espécie nos fornece? *Para organizar e padronizar a identificação dos seres vivos. O nome de uma espécie sempre fornece o gênero correspondente.*
7. Qual a diferença entre Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável? Explique a importância dessas duas categorias de unidade de conservação. *Veja resposta nas Orientações didáticas.*
8. Além das unidades de conservação, comente a respeito de outras estratégias para a conservação da biodiversidade. *Resposta pessoal. Exemplos podem incluir corredores ecológicos e restauração ecológica (mais detalhes na página 70).*
9. Por que a preocupação com o ambiente pode ser considerada um tema transversal? Explique quais fatores estão envolvidos com esse tema e como isso afeta as propostas de soluções para os problemas ambientais. *Veja resposta nas Orientações didáticas.*
10. Explique o que é desenvolvimento sustentável. Os 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU são apenas relacionados ao meio ambiente? Como os temas abordados nesses objetivos se integram? *Desenvolvimento sustentável é uma ideia que se baseia na utilização de recursos naturais de modo responsável a fim de não comprometer as gerações futuras. Os objetivos da ONU integram os fatores ambientais, econômicos e sociais. Mais informações estão presentes na página 80.*
11. Práticas como a reciclagem e a reutilização são importantes para redução dos impactos ambientais. O consumo responsável, no entanto, é uma etapa anterior a essas ações. Explique por que o consumo responsável é uma ação fundamental para a redução dos problemas ambientais. *O consumo responsável é fundamental para planejar a aquisição e a utilização de diferentes recursos, como produtos, água e energia elétrica, de modo sustentável.*
12. Como você pode contribuir para minimizar ou solucionar os problemas ambientais que você identificou na comunidade onde você mora? A solução desses problemas depende somente das suas atitudes? *Resposta pessoal. Algumas sugestões estão indicadas nas páginas 82 a 85 e na página 94. É interessante ressaltar que as soluções frequentemente dependem do envolvimento individual e coletivo.*

95

### Orientações didáticas

#### Nesta unidade você estudou

O objetivo desta seção é promover uma oportunidade de integração dos conteúdos trabalhados ao longo da unidade, estabelecendo conexões entre habilidades e competências abordadas, e proporcionar ao estudante um momento de reflexão e autoavaliação sobre o processo de aprendizagem.

Este momento também representa uma boa oportunidade para você, professor, avaliar a eficácia das estratégias didáticas utilizadas e resgatar, se necessário, elementos ou recursos que auxiliem na mobilização de conteúdos pelos estudantes.

#### Revise e reflita

Sugerimos que as respostas fornecidas para essas questões sejam utilizadas como avaliação diagnóstica. Assim, utilize os apontamentos dos estudantes como forma de repensar algumas abordagens e estratégias no processo de ensino e aprendizagem. Além dos conteúdos conceituais, fique atento também para competências abordadas e para os conteúdos procedimentais e atitudinais. Finalmente, proponha uma atividade dialogada para identificar os pontos mais e menos consolidados da aprendizagem. As atividades a seguir podem ser uma boa ferramenta para isso.

#### Avalie seu aprendizado

As atividades propostas nesse momento visam abordar aspectos-chave vistos ao longo dos capítulos da unidade. Caso os estudantes tenham dificuldade na resolução, oriente-os sobre maneiras de trabalhar os conteúdos, como buscar mais informações, revisar as anotações e observar novamente as imagens e os textos sobre o assunto. Valorize as diferentes abordagens solicitadas ao longo das atividades, como esquematização, redação, trabalho em grupo e criação de jogos.

### Respostas

1. Mitose: divisão de células somáticas em que o número de cromossomos da célula inicial é igual ao das células resultantes. Meiose: divisão celular em que a célula inicial origina quatro células-filhas, cada uma com metade do número de cromossomos da célula inicial. Mais informações estão presentes nas páginas 17 a 20.
2. Genes são trechos localizados nas moléculas de DNA dos cromossomos responsáveis pelas características hereditárias dos indivíduos. Genótipo é cada par ou conjunto total de alelos de cada célula de um indivíduo. Fenótipo é a manifestação da interação entre o genótipo e o meio.
7. Unidades de Proteção Integral têm regras mais restritivas para presença humana e uso dos recursos naturais do que as Unidades de Uso Sustentável. Exemplos de importância: conservação da fauna e flora, manutenção da paisagem, uso sustentável dos recursos naturais, etc.
9. Porque os impactos ambientais geram consequências para todos os grupos da sociedade. Assim, fatores ambientais, econômicos e sociais devem ser considerados, além das perspectivas individual, coletiva e política.

## Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.



96

## Objetivos da unidade

- Conhecer as hipóteses científicas a respeito da origem e formação do Universo, do Sistema Solar, do Sol e da Terra.
- Compreender a estrutura do Sol e o ciclo evolutivo das estrelas.
- Reconhecer as características dos planetas do Sistema Solar, assim como de outros astros como planetas-anões, cometas e asteroides.
- Compreender o Sistema Solar como parte da Via Láctea e a existência de bilhões de outras galáxias.

- Conhecer as estrelas e constelações, bem como sua importância para o planejamento e a organização de diferentes atividades humanas.
- Conhecer as hipóteses científicas a respeito da origem da vida na Terra.
- Reconhecer as características fundamentais que definem um ser vivo.
- Compreender as condições necessárias à existência da vida e discutir sua viabilidade fora da Terra.
- Compreender o que são zonas habitáveis no contexto do Sistema Solar e fora dele.
- Identificar as características do corpo humano relacionadas à sobrevivência fora da Terra.

**C**onhecer o Sistema Solar e o planeta Terra, saber como são os corpos celestes e onde se situam no Universo nos possibilita perceber como ainda temos muito a desvendar. O interesse pelo Universo não vem de hoje. Perguntas das mais variadas são feitas nas diferentes culturas desde a Antiguidade. Será que estamos sozinhos no Universo? Como são os outros planetas e suas Luas? E as constelações e galáxias?

As novas tecnologias têm possibilitado a realização de viagens espaciais cada vez mais longas e mais distantes. Telescópios, sondas e robôs são aprimorados e têm viabilizado novas descobertas, o aprofundamento e a revisão de estudos anteriores. Tudo isso tem ajudado a ciência a responder, pelo menos em parte, algumas dessas e de outras indagações.

Nesta unidade vamos avançar nesses conhecimentos e perceber que ainda não temos todas as respostas. Você verá como este tema pode ser instigante.

Viagens espaciais têm nos possibilitado entender melhor a vida na Terra, buscar evidências de vida em outros corpos celestes e conhecer melhor o Universo.

### Orientações didáticas

O estudo do Universo, nesta unidade, visa caracterizar os corpos celestes, principalmente no contexto do Sistema Solar, mas também ressaltando a existência de bilhões de galáxias e um número ainda maior de estrelas e sistemas planetários. Os textos e as atividades visam incentivar os estudantes a observar o céu e valorizar o conhecimento astronômico em diferentes contextos.

Na mídia (jornais, revistas, telejornais e sites), encontramos com frequência informações a respeito do Universo decorrentes de estudos recentes. A dinâmica celeste, a história de origem e formação dos astros, sua composição e até mesmo a possibilidade de vida fora do planeta Terra são temas sob intensa investigação. Esse cenário ativo de pesquisa é excelente exemplo de como a ciência está em contínua construção, o que pode aproximar os estudantes do estudo do tema. Outro ponto a ser discutido é a importância do desenvolvimento de novas tecnologias, como telescópios mais potentes, radiotelescópios e espaçonaves, para ampliar os conhecimentos astronômicos.

No capítulo 5, trabalharemos a origem do Universo e do Sistema Solar, discutindo as características do Sol e dos ciclos estelares. Além disso, os estudantes terão oportunidade de conhecer mais sobre os diferentes astros do Sistema Solar, como os planetas, planetas-anões, cometas e meteoros. Em seguida, o estudo será dirigido para as estrelas e constelações, buscando aproximação ao contexto dos estudantes, valorizando a importância de leituras do céu por diferentes povos.

No capítulo 6, a partir do estudo de hipóteses sobre a origem da vida na Terra, vamos explorar as características dos seres vivos e as condições necessárias à existência da vida. Com base nessa compreensão, os estudantes serão incentivados a explorar a possibilidade de vida fora da Terra, discutindo conceitos como zonas habitáveis. Também será possível explorar as condições para a sobrevivência humana fora da Terra, com base nas características do corpo humano e nas tecnologias atuais. Esperamos, assim, possibilitar que os estudantes consigam avaliar e discutir temas complexos e transversais às áreas de Biologia, Química, Física e Astronomia.

### Orientações didáticas

Para iniciar o estudo desta unidade, explore a imagem de abertura com os estudantes. Pergunte a eles o que conhecem sobre astronautas e viagens espaciais. Pode ser um momento interessante para conversar sobre tecnologias associadas ao conhecimento astronômico. Aborde também quais outros planetas e astros eles conhecem. Espera-se que eles falem do Sol e outros planetas, como Marte. Peça a eles que se lembrem de um céu estrelado à noite. Levante conhecimentos prévios sobre estrelas e constelações que os estudantes possuem. Finalmente, é possível também indagar o que há no Universo além do Sistema Solar como forma de explorar inicialmente a existência de outros planetas, estrelas e galáxias.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI14)** 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).

**(EF09CI15)** 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.).

**(EF09CI17)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Origem do Universo e do Sistema Solar.
- Estrutura e composição do Sol.
- Ciclo evolutivo das estrelas.
- Astros que formam o Sistema Solar: Sol, planetas, planetas-anões, asteroides e cometas.
- Características dos planetas do Sistema Solar.
- Via Láctea e outras galáxias.
- Estrelas e constelações.
- Importância das informações astronômicas para diferentes povos e culturas.

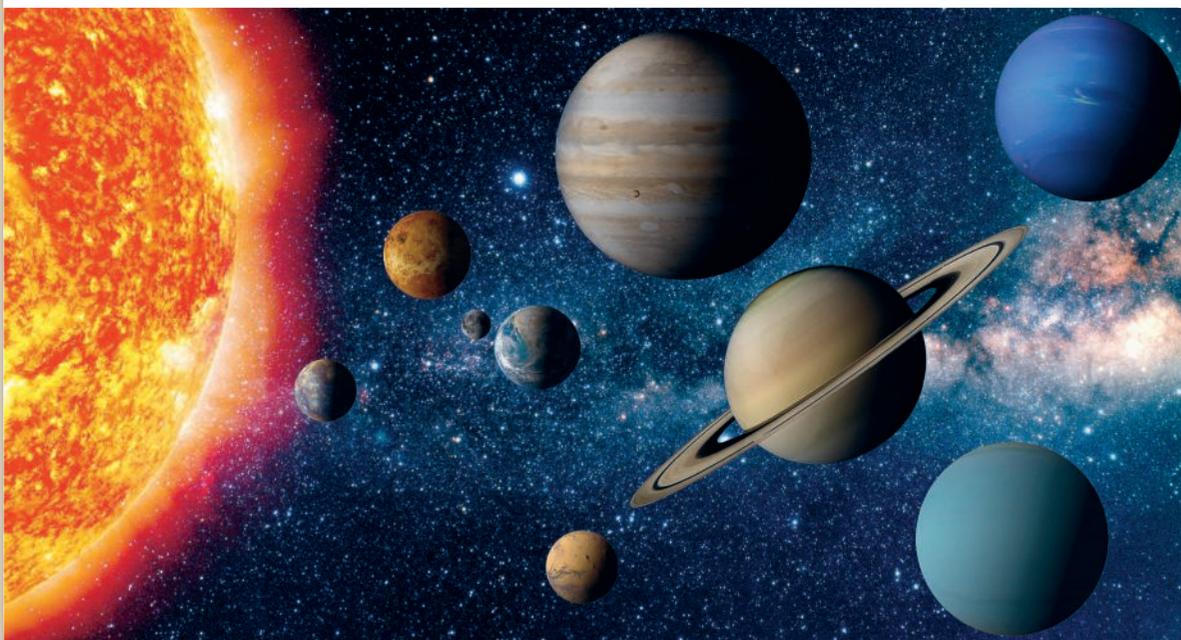
### Conteúdos procedimentais

- Relação dos conteúdos abordados com situações e observações cotidianas.
  - Análise e comparação de ilustrações e esquemas.
  - Execução cuidadosa de roteiros de atividade prática.
  - Compreensão de ilustrações que representam astros celestes, como Sol e Terra, não respeitarem as proporções astronômicas por uma questão didática e de adequação ao espaço da página.
  - Pesquisa em fontes de informações variadas (livros, revistas e internet).
  - Elaboração de esquemas, textos e história em quadros.
- ### Conteúdos atitudinais
- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa de tarefas no trabalho em grupo.

# Sistema Solar, Via Láctea e Universo

CAPÍTULO

5



janez\_voimajer/Shutterstock

Concepção artística do Sistema Solar. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

A concepção artística acima, que representa o Sol e os planetas do Sistema Solar, foi elaborada com base em dados fornecidos por diferentes fontes, como fotografias obtidas por telescópios e imagens de satélites. Os planetas estão representados em diferentes posições, aproximadamente de acordo com a posição deles em relação ao Sol. No caso da Terra, a Lua também está representada, e no de Saturno também estão presentes os anéis que existem ao redor desse planeta. Neste capítulo, vamos conhecer um pouco mais a respeito dos planetas do Sistema Solar, assim como estudar características da Via Láctea e do Universo.

## O que você já sabe?

Não escreva no livro

1. Com base nessa imagem e no que você já sabe a respeito dos planetas do Sistema Solar, relacione os oito planetas em ordem crescente de distância em relação ao Sol.
2. Cite uma característica que já saiba a respeito de cada planeta que você relacionou.
3. Além do Sol, cite o nome de mais uma estrela que você conheça. Você sabe em qual galáxia essa estrela está localizada? Será que é a mesma galáxia em que está o Sol?
4. Além dos planetas, quais outros corpos celestes ocorrem no Sistema Solar?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

98

- Reconhecimento da importância da linguagem científica.
- Interesse em aprender conceitos científicos.
- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Valorização da história da ciência, reconhecendo a importância do conhecimento astronômico de filósofos e cientistas do passado.

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

# 1 O Sistema Solar

O Sistema Solar é formado pelo Sol e pelos corpos celestes que estão em órbita ao redor dele. Esses corpos celestes podem ser planetas, planetas-anões, asteroides e cometas. Além desses corpos que orbitam o Sol, há luas, ou satélites naturais, que orbitam alguns planetas, como a Lua, que orbita a Terra.

Os oito **planetas** do Sistema Solar, desde o mais próximo ao Sol até o mais distante, são **Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno**. Além deles, compõem o Sistema Solar os **planetas-anões**, caso de **Plutão, Ceres, Haumea, Makemake e Eris**. Entre Marte e Júpiter há uma concentração de asteroides, conhecida como **cinturão de asteroides**; e depois da órbita de Netuno, próximo a Plutão, há o **cinturão de Kuiper**, rico em gases congelados e rocha.

Na representação artística a seguir é possível notar que os planetas que ficam entre o Sol e o cinturão de asteroides são menores que os demais. Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são planetas rochosos e os demais são de composição gasosa, chamados de planetas gigantes gasosos.



A classificação dos **corpos celestes** é feita pela União Astronômica Internacional, que reúne astrônomos de diversos países. De acordo com a resolução desse órgão, é considerado planeta todo corpo celeste que esteja em órbita em torno do Sol, que tenha forma esférica e que não tenha, na vizinhança de sua órbita, outros corpos de massa semelhante ou maior à sua, orbitando-o.

Ainda de acordo com a resolução acima citada, um planeta-anão é um corpo celeste que está em órbita em torno do Sol, tem forma esférica, mas não tem a vizinhança de sua órbita livre de outros corpos e não é satélite de nenhum planeta.

Todos os demais objetos, exceto os satélites naturais, são chamados de “pequenos corpos do Sistema Solar”, que correspondem a asteroides e cometas.

A teoria científica mais aceita para explicar a origem do Universo é a de que todo ele era inicialmente formado por matéria extremamente comprimida, ocupando, assim, um espaço muito pequeno. Calcula-se que, há cerca de 15 bilhões de anos, teria ocorrido um processo de expansão dessa matéria, evento conhecido atualmente como *big-bang* (na tradução do inglês, algo equivalente a “grande explosão”). Desse processo de expansão teria surgido toda a matéria e o espaço que constituem o Universo.

Representação esquemática da posição relativa dos oito planetas e dos cinturões de asteroides e de Kuiper em relação ao Sol. Estão indicados também os planetas-anões. Os tamanhos dos planetas são aproximadamente proporcionais, apenas para mostrar quais são maiores ou menores entre eles. Elementos representados em distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Ao longo deste capítulo, vamos explorar mais detalhadamente os corpos celestes que compõem o Sistema Solar, situando-o na Via Láctea, uma das bilhões de galáxias presentes no Universo. Temas de Astronomia também podem despertar a curiosidade dos estudantes, por isso aproveite esse interesse para enriquecer as situações de aprendizagem. Inicialmente vamos apresentar a origem do Universo, destacando a formação e as características do Sistema Solar. Os planetas serão caracterizados a seguir, assim como outros astros. As constelações também serão exploradas, auxiliando os estudantes na compreensão da leitura do céu e sua importância para diferentes necessidades humanas.

Como forma de introduzir o estudo, pergunte aos estudantes se eles imaginam como o Universo, o Sol e a Terra foram formados. Além disso, é possível instigá-los perguntando como é possível construir o conhecimento científico a respeito de diferentes corpos celestes.

Um dos critérios para que um corpo celeste do Sistema Solar seja considerado um planeta é possuir massa suficiente para que sua gravidade supere as forças de corpos rígidos, resultando em forma aproximadamente esférica devido ao equilíbrio hidrostático. Contudo, optamos por destacar apenas a forma esférica, para fins de simplificação. Se considerar pertinente, explique aos estudantes que um planeta adquire formato esférico porque tem massa suficiente para que sua força gravitacional compense todas as pressões externas.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Investigando o Sistema Solar, do 3º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

99

Capítulo 5 Sistema Solar, Via Láctea e Universo

Unidade 2 Terra e Universo

## Conheça também

### Ensino de Astronomia no Brasil

Confira o artigo que discute a importância do ensino de Astronomia, reconhecendo a abordagem do tema em diferentes níveis de escolarização e tipos de ensino. Além de fornecer um panorama geral sobre o assunto no contexto brasileiro, o material também discute propostas e questões relevantes à prática docente.

Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/8317>>. Acesso em: out. 2018.

▶ Espera-se trabalhar inicialmente as concepções prévias dos estudantes a respeito dos planetas do Sistema Solar e algumas de suas características, como tamanho e distância do Sol. Além disso, essa é uma oportunidade para explorar quais concepções os estudantes têm acerca de outros corpos celestes fora do Sistema Solar. Valorize as respostas indicadas, buscando incentivar a reflexão sobre a Via Láctea e a existência de bilhões de outras galáxias.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

## Orientações didáticas

Optamos por apresentar as hipóteses para o surgimento do Universo e do Sistema Solar de modo mais simplificado e focando a expansão do *big-bang*. Caso queira aprofundar seu estudo com os estudantes, confira as sugestões de textos a seguir.

### Leitura complementar

“*Big Bang* é uma teoria que diz que, no passado, o universo era quente, denso e expandiu muito rápido”, foi o que me contou o físico Martín Makler, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Ele também me disse que o universo continua em expansão, só que mais devagar do que naquela época.

Imagine que, no passado, as galáxias estavam mais próximas umas das outras. O universo era mais denso porque tudo estava comprimido e, pelo mesmo motivo, ele era mais quente.

Com o passar do tempo, as galáxias foram se afastando e o universo se expandiu – e muito. Assim, aquele passado quente e denso ficou para trás. Resumidamente, é isso o que diz a teoria do *Big Bang*.

Alguns cientistas acreditam que esta teoria pode explicar a origem do universo: basta imaginar o universo quente e denso em um passado ainda mais distante, onde a densidade e a temperatura teriam valores infinitos. A ideia, porém, não é aceita por todos os pesquisadores.

Martín explica que existem outras teorias sobre a origem do universo. Uma delas, por exemplo, considera que o seu início está relacionado ao surgimento do próprio tempo. Por outro lado, alguns pesquisadores consideram o universo eterno e, para eles, portanto, não haveria um começo – uma explicação possível é que o universo passaria por vários momentos de contração e expansão.

REX, Blogue do. O que diz a teoria do 'Big Bang'? *Ciência hoje das crianças*. Jul. 2017. Disponível em: <<http://chc.org.br/acervo/o-que-diz-a-teoria-do-big-bang/>>. Acesso em: out. 2018.

A expansão do Universo é observada até os dias atuais e traz subsídios a favor dessa hipótese.

A partir da matéria proveniente do *big-bang* teria surgido o Sistema Solar. Inicialmente uma nuvem de gases e poeira cósmica foi se concentrando e formando as numerosas estrelas e os demais corpos existentes no Universo, como o Sol e os planetas do Sistema Solar.

Se considerarmos que toda a matéria do Universo deriva de um só evento, o *big-bang*, pode-se esperar certa homogeneidade na composição química dos corpos celestes, ou seja, que todos eles sejam compostos de um mesmo conjunto de elementos químicos, mesmo que em diferentes combinações.

Calcula-se que o Sol tenha se formado há cerca de 5 bilhões de anos, a partir de uma nuvem de gás e poeira, chamada **nebulosa solar**, e que a formação da Terra e dos demais planetas do Sistema Solar tenha ocorrido posteriormente, há cerca de 4,5 bilhões de anos.

Após a formação do jovem Sol, a nebulosa solar começou a esfriar, adquirindo a forma de disco. A partir desse resfriamento, a condensação da matéria presente no disco deu origem, dentre outros corpos celestes, aos oito planetas do Sistema Solar.



Representação esquemática de algumas das fases da formação do Sistema Solar. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

A teoria de que a nebulosa solar apresentava forma de disco explica a disposição dos planetas e demais corpos celestes do Sistema Solar em órbitas elípticas (ovais) em praticamente um único plano ao redor do Sol, bem como a composição e o tamanho dos planetas em função da sua distância da estrela.

Atualmente há dados consistentes de que os planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) se formaram a partir de poeira seca, sem água e sem os elementos voláteis que originaram os planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Isso deve ter ocorrido em razão da proximidade com o Sol, o que tornava a temperatura deles mais elevada. Já os planetas gasosos são ricos em hidrogênio, amônia e metano, justamente por estarem em uma região mais afastada do Sol, o que facilitou a condensação dessas substâncias.

As luas que orbitam certos planetas também surgiram da nuvem de gás e poeira originada no *big-bang*. Elas são geralmente menores que os seus respectivos planetas. A lua que orbita a Terra, entretanto, é relativamente grande em relação ao tamanho desse planeta e supõe-se que

### Leitura complementar

Um dia, a Via Láctea – a galáxia em forma de espiral a que pertence o Sistema Solar, onde vivemos – era bastante diferente. Quando tomou forma, há cerca de 15 bilhões de anos, não passava de uma imensa nuvem de gás constituída principalmente por hidrogênio e hélio, os átomos mais simples que existem. Bilhões de anos depois é que se formou a maior parte dos elementos químicos mais pesados – oxigênio, carbono e outros que, em proporções menores, dão

consistência às estrelas, aos planetas e a tudo que os constitui. A compreensão apurada do processo de formação e de evolução das galáxias, que no caso da Via Láctea equivale a 200 bilhões de estrelas, pode levar a um modelo mais claro da origem e da evolução do próprio Universo. [...]

MAIS perto da origem do Universo. *Revista Pesquisa Fapesp*. Ed. 51, mar. 2000. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2000/03/01/mais-perto-da-origem-do-universo/>>. Acesso em: out. 2018.

tenha surgido de modo diferente das demais. Ela teria surgido logo no início da formação do planeta, quando um meteorito aproximadamente do tamanho de Marte teria atingido a Terra. O impacto teria sido suficiente para que uma parte do planeta se separasse, dando origem à Lua. Já abordamos a origem da Lua no volume 8 desta coleção.

Vamos conhecer um pouco a respeito dos corpos celestes do Sistema Solar, começando pelo Sol.

## O Sol

O Sol é uma das muitas estrelas do Universo. As estrelas são grandes corpos celestes que emitem radiação luminosa (luz) e térmica (calor). Na Antiguidade, os gregos se referiam ao Sol como deus Hélios, termo que significa Sol. Em outras culturas, como na dos persas, o Sol era chamado de Mitra, e na dos egípcios, de Rá.

O Sol tem formato esférico e raio aproximado de 695 500 km e não é considerado uma estrela grande. Há estrelas gigantes, que chegam a ser oito vezes maiores que o Sol.

A representação a seguir destaca regiões do interior dessa estrela.

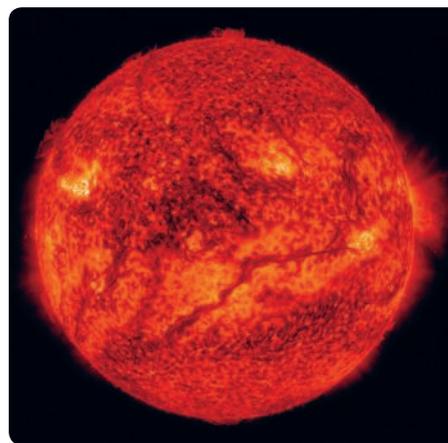
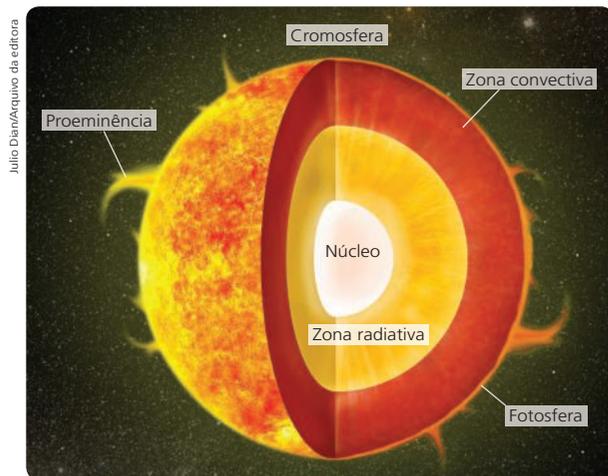


Imagem do Sol obtida pelo Observatório de Dinâmica Solar da Nasa. Fotografia de 2015.

Representação esquemática da estrutura interna do Sol, vista em corte. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

No centro do Sol está o **núcleo**, onde a energia solar é gerada. A seguir, há a **zona radiativa**, onde a energia flui por irradiação. Depois, vem a **zona convectiva**, onde há movimentos de convecção de energia.

A região mais externa do Sol, a **fotosfera**, tem cerca de 330 km de espessura. Nessa região ocorrem as chamadas proeminências solares, que são projeções de matéria solar para fora da superfície do Sol e caracterizam a atividade solar. Nela também são visíveis as manchas solares, regiões escuras associadas a fortes campos magnéticos.

O Sol tem atmosfera formada pela **cromosfera** e pela **coroa**. A cromosfera (do grego *chromo* = cor) tem cor avermelhada e se estende até cerca de 10 mil quilômetros da fotosfera. A coroa é a parte mais externa da atmosfera do Sol.

## Orientações didáticas

Com o auxílio do texto desta página e das imagens, explore com os estudantes as características do Sol, como composição química, energia por fusão nuclear, organização interna e tamanho. Com base nessa compreensão, é possível maior aprofundamento nos temas que serão estudados a seguir, os quais exploram a origem e a evolução das estrelas.

### Conheça também

#### O Sol

Sugestão de consulta para mais informações a respeito das características do Sol. As imagens e animações também podem ser apresentadas aos estudantes como recurso complementar.

Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>>. Acesso em: out. 2018.

### Atividade extra

Com base nas informações deste capítulo, proponha a montagem de um modelo tridimensional da estrutura interna do Sol, usando, por exemplo, massa de modelar. Para isso, o Sol deve ser representado com parte dele removida para evidenciar sua estrutura interna. Em sala de aula, organize a apresentação desse modelo para que os demais estudantes tenham contato com o que foi elaborado individualmente. Proponha uma avaliação coletiva das representações, com o objetivo de sugerir aprimoramentos e esclarecer dúvidas.

## Orientações didáticas

É importante reforçar aos estudantes que, ainda que o brilho da coroa durante os eclipses solares seja mais fraco do que o brilho habitual do Sol, não é recomendável olhar diretamente para o Sol durante eclipses solares, sendo necessária proteção adequada aos olhos.

Se considerar pertinente, comente que as estrelas não são formadas de átomos neutros de hidrogênio e hélio, pois as temperaturas elevadas não permitem a combinação de prótons e elétrons. Desse modo, as estrelas são formadas por núcleos atômicos e elétrons livres, estado físico da matéria a que se dá o nome de plasma.

Ao longo das explicações, é fundamental que os estudantes reconheçam as diferentes etapas do ciclo evolutivo das estrelas, tomando o Sol como referência.

### Leitura complementar

O homem, assim como tudo o que existe no Universo, é feito do mesmo material que as estrelas que costuma observar. Carbono, hidrogênio, hélio e outros gases e metais que formam os astros também estão no nosso organismo, diz a astrônoma e pesquisadora em astrofísica estelar do Observatório Nacional, Simone Dafflon. Ela explica que quando uma estrela morre, parte do material que a compõe acaba voltando para o Universo. “Seja qual for o processo de morte das estrelas, sempre existe uma fração de sua massa que é devolvida ao espaço”, observa. Sobras do processo de formação das estrelas dão origem a planetas como o nosso. [...]

A astrônoma explica que, assim como o homem, as estrelas têm um ciclo de vida. Durante a sua evolução, elas modificam sua composição química inicial. “Elas evoluem em tempos diferentes e terminam suas vidas de formas diferentes, dependendo da sua massa inicial. Em resumo, a massa de uma estrela é o parâmetro fundamental que determina como serão os estágios finais da sua evolução e qual a duração de cada fase intermediária”, explica. [...]

NASCIMENTO e morte das estrelas. *Fapesp na mídia*. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/namidia/noticia/39858/nascimento-morte-estrelas/>>. Acesso em: out. 2018.

A unidade de medida da distância entre astros celestes muito utilizada por astrônomos é o **ano-luz**. Essa unidade de medida está baseada na distância que a luz percorre em um ano.

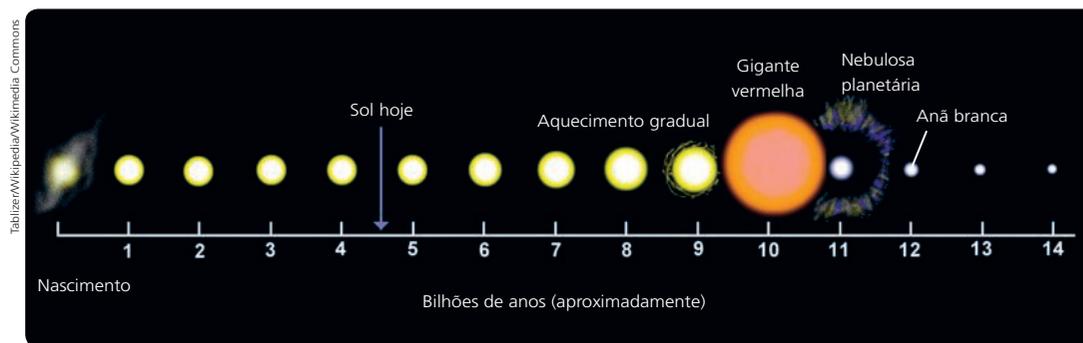
A luz leva pouco mais de 8 minutos para percorrer a distância entre o Sol e a Terra. As outras estrelas estão tão distantes que a luz emitida por elas pode levar anos para chegar à Terra. Elas são avistadas por nós como pequenos pontos brilhantes no céu. Quando dizemos que uma estrela está localizada a 1 000 anos-luz da Terra, significa que sua luz demora 1 000 anos para percorrer a enorme distância que a separa do planeta Terra. Assim, quando olhamos para o céu e vemos a luz dessa estrela, essa luz na verdade foi emitida um milênio atrás.

O Sol, como toda estrela, tem um ciclo de vida, com nascimento e morte. O nascimento de toda estrela é semelhante: a partir de uma nuvem de gás e poeira, conhecida como nebulosa planetária ou nebulosa molecular, que entra em colapso. Nesse processo, boa parte de sua enorme massa fica concentrada na região central. Nessa massa a alta temperatura promove o início da fusão nuclear e o nascimento da estrela. A morte do Sol está prevista para daqui a cerca de 7 bilhões de anos.

A energia do Sol vem de fusões nucleares em que há transformação dos átomos de hidrogênio em átomos de hélio. Essas fusões são contínuas ao longo da vida da estrela, e o hidrogênio é o principal combustível. Quando o combustível for completamente consumido, o hélio passará a desempenhar essa função, o que causará aumento da liberação de energia e aumento de tamanho da estrela. Nessa fase, ela passará a se chamar gigante vermelha e começará a morrer.

A gigante vermelha perderá massa e formará uma imensa nuvem difusa e fria chamada nebulosa planetária, enquanto seu centro encolherá e se tornará uma anã branca. Uma estrela do tipo anã branca não tem mais combustível nuclear e, portanto, não tem mais fonte de energia. Assim, vai sofrendo resfriamento de modo lento, até formar uma anã preta, que será o fim da vida do Sol.

Estrelas menores que o Sol evoluem mais devagar, enquanto as maiores evoluem mais rapidamente, processo que dura, em geral, menos de 100 milhões de anos. As estrelas gigantes já nascem como gigantes vermelhas. Nelas, as reações são tão intensas que acabam explodindo e se tornando supernovas. Você lerá mais sobre elas na próxima página.



Representação artística da escala de evolução estelar. Elementos representados em distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

102

### Conheça também

#### Ano-luz

O vídeo apresenta o conceito de ano-luz, algumas características dessa unidade de medida e suas variadas aplicações na Astronomia. Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=-rYB9sxB9jo](http://www.youtube.com/watch?v=-rYB9sxB9jo)>. Acesso em: out. 2018.

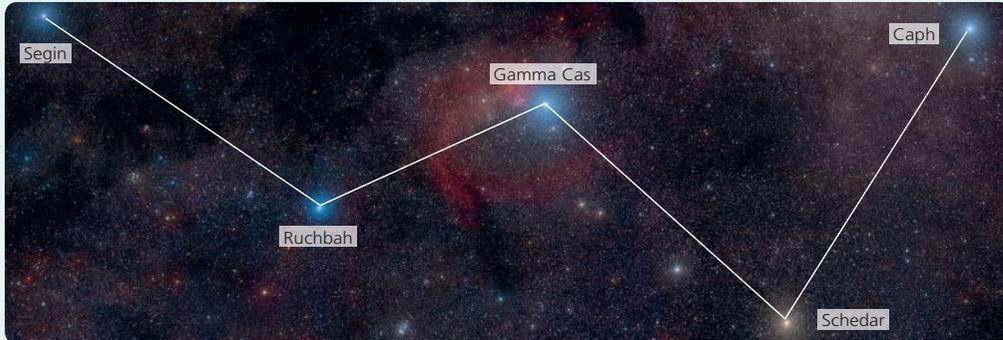
#### Nascimento, vida e morte das estrelas

Série de animações que explicam o ciclo estelar, as forças e energias envolvidas e os compostos químicos. Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=ZMKjm41mwJk](http://www.youtube.com/watch?v=ZMKjm41mwJk)>. Acesso em: out. 2018.

## Um pouco de história

### Tycho Brahe e sua supernova

Em 11 de novembro de 1572, o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), um dos mais famosos e importantes astrônomos do passado, olhava para o conjunto de estrelas que forma a constelação de Cassiopeia, quando viu uma nova estrela na constelação, que chamou de Nova Stella. Hoje sabemos que o que ele realmente viu foi uma supernova.



Alhoy Ahuna Mons/NASA

Constelação de Cassiopeia, que é visível mais facilmente no hemisfério norte. Suas cinco estrelas principais, unidas por linhas imaginárias, formam a letra W.

As supernovas são explosões de estrelas de grande massa que esgotaram suas fontes de energia. Elas brilham tão intensamente que ofuscam bilhões de outras estrelas na galáxia. Por isso conseguimos ver as supernovas a grandes distâncias, e foi por isso que Tycho Brahe a viu; ele não usava telescópios ou outros equipamentos que conhecemos hoje. Em vez disso, utilizava instrumentos como o **sextante**, que ele mesmo aperfeiçoou. Com esses instrumentos, ele foi capaz de organizar muitas informações a respeito do Universo.

O sextante recebe esse nome por ter a forma de um sexto de círculo. Ele era muito utilizado em estudos astronômicos e para a navegação, em especial em alto-mar, pois os referenciais de terra deixam de existir. Os capitães das embarcações do passado costumavam ter conhecimentos aprofundados em Astronomia e era comum a presença de astrônomos para auxiliar na navegação.

JPL-Caltech/UCLA/NASA



Imagem obtida pelo telescópio WISE, da Nasa. Os remanescentes da supernova descrita por Tycho Brahe são vistos mais à esquerda, como um grande círculo vermelho. Mais ao centro da imagem há uma nebulosa, região de formação de estrelas e que é formada por nuvem de gás e poeira.

Representação artística do sextante utilizado por Tycho Brahe em seus estudos.



Jean-loup Charrier/Science Photo Library/Fotostore

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

A supernova observada por Tycho Brahe em 1572 recebeu o nome de SN 1572 em homenagem ao astrônomo dinamarquês. Ela manteve seu brilho intenso somente nos dois anos seguintes à visualização por Brahe, diminuindo gradualmente até não poder mais ser vista a olho nu. A partir da década de 1950, seus remanescentes só puderam ser avistados por meio de telescópios. O que vemos na imagem obtida pelo telescópio WISE, da Nasa, são apenas seus remanescentes.

Além de possibilitar a compreensão da construção do conhecimento científico como um empreendimento humano e histórico, também consideramos fundamental apresentar e discutir a participação de mulheres cientistas nesse processo. A *Leitura complementar* a seguir traz informações sobre Cecilia Payne-Gaposchkin, ícone da Astronomia. Apresente-a aos estudantes para valorizar a participação feminina na história da ciência, além de ampliar as referências quanto às opções de carreira e à igualdade de gênero.

Capítulo 5 Sistema Solar, Via Láctea e Universo

Unidade 2 Terra e Universo

103

### Leitura complementar

[...] Cecilia Payne completava seus estudos na universidade de Cambridge e, após assistir uma palestra pelo astrônomo Arthur Eddington, decidiu dedicar sua vida à pesquisa astronômica. Porém, na época, a Inglaterra não contratava mulheres como pesquisadoras e não as aceitava nos programas de doutorado, então Payne, determinada a alcançar seus objetivos, migra para os Estados Unidos em 1923 e é recebida no Harvard College Observatory.

Harlow Shapley, sucessor de Pickering na direção do observatório, havia acabado de criar um programa de pós-graduação na instituição e persuade Payne a escrever uma tese de doutorado. Payne torna-se a primeira pessoa a receber o título de

PhD pelo observatório, escrevendo uma tese que é considerada por alguns a mais brilhante tese de doutorado escrita na área de astronomia.

Nesta tese, Payne explica a variação das linhas de absorção dos espectros estelares e descobre a proporção entre os elementos químicos de uma estrela. A conclusão mais surpreendente de seu trabalho é que os principais constituintes de uma estrela são átomos de hidrogênio e hélio, sendo estes até um milhão de vezes mais abundantes que os demais elementos. [...]

SATO, Eduardo Akio. Cecilia Payne e as computadoras de Harvard: as mulheres que desvendaram o segredo das estrelas. *Torta de maçã primordial*. v. 4, n. 3, mar. 2018. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/tortaprimordial/cecilia-payne-e-as-computadoras-de-harvard-as-mulheres-que-desvendaram-o-segredo-das-estrelas/>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Comente com os estudantes que todos os planetas do Sistema Solar serão estudados, de modo que é interessante refletir a respeito de alguns fatores para caracterização deles: atmosfera e composição, tamanho e estrutura. Essas e outras características serão evidenciadas ao longo do estudo, porém é interessante ressaltar que a intenção não é a memorização, mas sim a compreensão das condições que definem a diversidade de planetas do Sistema Solar.

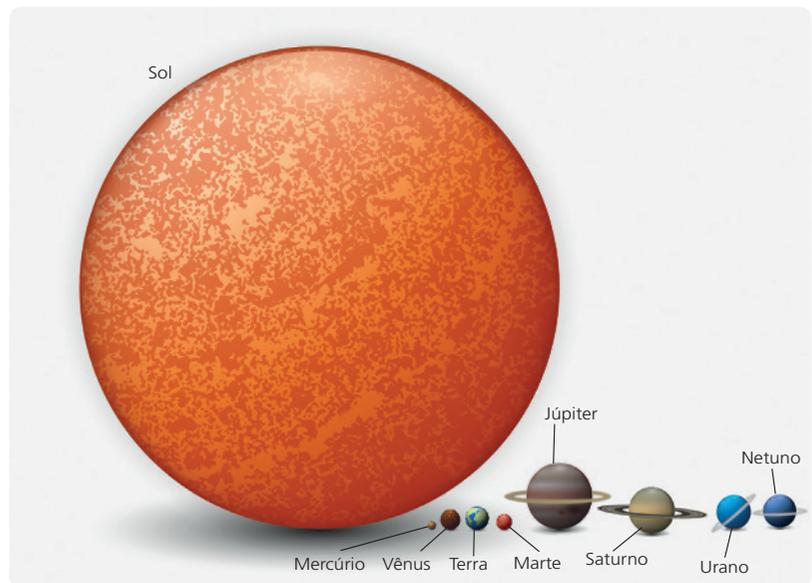
Representação esquemática do Sol e dos planetas do Sistema Solar alinhados para comparação de dimensões. Elementos representados em distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Os planetas

Os planetas não são luminosos e recebem luz e calor da estrela que orbitam. Alguns planetas têm satélites, como é o caso da Terra e seu satélite, a Lua.

Como vimos no início do capítulo, alguns planetas são rochosos, outros são essencialmente gasosos. Astrônomos sabem disso com base em dados coletados por instrumentos especiais, muitos deles lançados no espaço em sondas e telescópios.

A figura a seguir mostra os tamanhos relativos do Sol e dos planetas do Sistema Solar.



Os planetas também têm atmosfera, que é o nome dado à camada de gases que os envolve. No caso da Terra, a atmosfera tem centenas de quilômetros de extensão, e vivemos mergulhados em sua camada inferior, a troposfera.

A seguir, vamos conhecer um pouco mais o planeta Terra e os outros sete planetas do Sistema Solar.

### Terra

Estima-se que a Terra tenha surgido há cerca de 4,5 bilhões de anos. Era extremamente quente no início, mas, depois, passou por um resfriamento gradual. Pouco sabemos a respeito desses primeiros momentos da Terra, pois as rochas — estruturas que guardam registros importantes do nosso passado — só começaram a se formar há cerca de 3,9 bilhões de anos (essa é a idade das rochas mais antigas de que se tem conhecimento na Terra atual). Antes da solidificação das rochas, a superfície do planeta era provavelmente formada por material fluido e quente.

As condições da Terra antes do surgimento dos primeiros seres vivos eram muito diferentes das atuais. A Terra estava passando por mudanças intensas e profundas: entre outras, as rochas estavam se formando por resfriamento de magma, dando origem à crosta terrestre, e as erupções

### Conheça também

#### Sistema Solar e outras estrelas

O vídeo, legendado em português, apresenta as dimensões dos planetas do Sistema Solar e diferentes tipos de estrelas de modo comparativo, facilitando a compreensão da grandeza de tamanho envolvida. Caso seja possível, exiba o vídeo para os estudantes como recurso didático complementar.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=ohIWWFWtNhY](http://www.youtube.com/watch?v=ohIWWFWtNhY)>. Acesso em: out. 2018.

vulcânicas eram muito frequentes, liberando grande quantidade de gases e de partículas na atmosfera. Esses gases e partículas ficaram retidos por ação da força da gravidade e passaram a compor a atmosfera primitiva.

Embora a atmosfera atual da Terra seja muito diferente da primitiva, os cientistas se pautam na análise da composição dos gases eliminados nas atuais erupções vulcânicas para propor hipóteses de como deve ter sido a atmosfera primitiva.



Mark Garlick/Science Photo Library/Fotarena

Quanto ao gás oxigênio ( $O_2$ ), ele ainda não existia ou estava presente em baixíssima concentração.

A Terra primitiva passou por um processo de resfriamento que permitiu o acúmulo de água nas depressões da crosta e formou os mares primitivos. Tem sido proposto que a água na Terra originou-se em grande parte de asteroides, meteoroides e da cauda dos cometas, abundantes naquele período.

As tempestades com raios eram frequentes e violentas, e não havia o escudo de ozônio contra radiações (camada de ozônio), especialmente a ultravioleta, que atingiam a Terra com grande intensidade. Na atmosfera atual há oxigênio livre e ozônio ( $O_3$ ), que formam um escudo protetor contra essas radiações.

Até onde se sabe, a Terra é o único planeta do Sistema Solar com condições de abrigar vida da forma como a conhecemos, assunto que discutiremos no próximo capítulo. Isso se relaciona à distância da Terra em relação ao Sol, à presença de atmosfera rica em gás oxigênio e à presença de água líquida.

Veja no quadro abaixo o resumo das características atuais da Terra e nas páginas a seguir as características dos outros planetas.

**Diâmetro aproximado:** 12756 km.

**Distância média do Sol:** 150 000 000 km.

**Tempo de translação:** 365 dias e 6 horas.

**Tempo de rotação:** cerca de 24 horas.

**Temperatura na superfície do planeta:** de 58 °C a -88 °C.

**Satélite natural:** Lua.

**Atmosfera:** principalmente gases nitrogênio, oxigênio e carbônico.

**Estrutura:** planeta rochoso.

Reconstituição artística da provável condição do ambiente da Terra há cerca de 3,9 bilhões de anos. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

As informações a seguir a respeito dos planetas do Sistema Solar têm como referência a obra *Astronomy*, de Ian Ridpath (Dorling Kindersley, 2006), e o site do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo em São Carlos (SP): <[www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/](http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/)> (acesso em: out. 2018).

## Orientações didáticas

Uma possível abordagem para a caracterização dos planetas do Sistema Solar é organizar uma atividade de registro coletivo no quadro de giz. Por exemplo, inicie a explicação esquematizando todos os planetas, em sua devida sequência a partir do Sol, respeitando o máximo possível as proporções de tamanho entre eles. À medida que cada planeta for apresentado, solicite que um estudante voluntário anote, abaixo do planeta correspondente, as seguintes informações: estrutura (rochoso ou gasoso), presença de satélites e características da atmosfera. Se possível, incentive a participação de diferentes estudantes para complementar cada planeta. Espere-se, assim, que a atividade favoreça uma aprendizagem significativa, de modo dinâmico, não restringindo o estudo à memorização.

Nasa/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/Science Photo Library/Fotoarena



Imagem do planeta Mercúrio obtida pela sonda Messenger, em 2013. As cores mostram diferenças químicas e mineralógicas entre as rochas; as crateras são mostradas em azul ou branco.

## ● Mercúrio

**Diâmetro aproximado:** 4 879 km.

**Distância média do Sol:** 58 000 000 km.

**Tempo de translação:** 88 dias.

**Tempo de rotação:** 59 dias.

**Temperatura na superfície do planeta:** -180 °C a 430 °C.

**Satélite natural:** não tem.

**Atmosfera:** muito fina; não é permanente (pode desaparecer e voltar a se refazer).

**Estrutura:** planeta rochoso, provavelmente muito rico em ferro.

## ● Vênus

**Diâmetro aproximado:** 12 104 km.

**Distância média do Sol:** 108 000 000 km.

**Tempo de translação:** aproximadamente 225 dias.

**Tempo de rotação:** 243 dias.

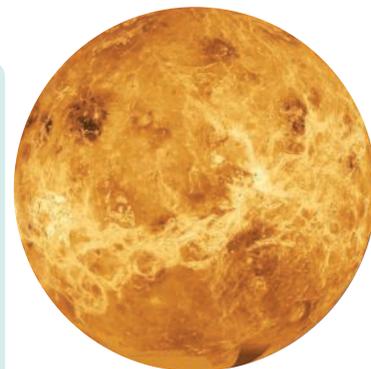
**Temperatura na superfície do planeta:** cerca de 464 °C.

**Satélite natural:** não tem.

**Atmosfera:** rica em gás carbônico, responsável por reter o calor na superfície do planeta.

**Estrutura:** planeta rochoso, com uma região interna onde as rochas estão derretidas.

**Curiosidade:** Vênus é facilmente observado no céu, a olho nu, sendo popularmente conhecido como estrela-d'alva ou estrela da manhã.



JPL/NASA

Imagem do planeta Vênus montada pela Nasa, com dados obtidos pela sonda espacial Magellan, em 2008.

NASA/Eyevine/Glow Images

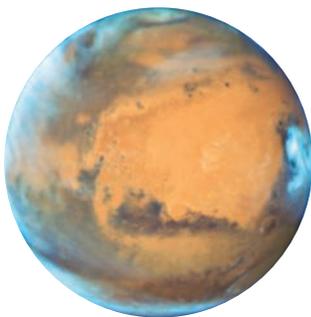


Imagem do planeta Marte obtida pelo telescópio Hubble, em 2016. Pode-se observar calotas polares e nuvens em sua atmosfera.

## ● Marte

**Diâmetro aproximado:** 6 794 km.

**Distância média do Sol:** 228 000 000 km.

**Tempo de translação:** 687 dias.

**Tempo de rotação:** 24,6 horas.

**Temperatura na superfície do planeta:** -125 °C a 25 °C.

**Satélites naturais:** duas luas.

**Atmosfera:** rica em gás carbônico, porém fina. Tem partículas de ferro que dão ao planeta a coloração avermelhada quando visto no espaço.

**Estrutura:** planeta rochoso, no qual já houve intensa atividade vulcânica.

**Curiosidades:** tem estações do ano e calotas polares formadas por camadas de gás carbônico congelado. Existe água congelada e já pode ter havido água no estado líquido.

106

## Leitura complementar

### Como são formados os anéis de Saturno

Há quatro bilhões de anos, quando nosso Sistema Solar ainda não tinha a configuração que possui hoje, uma forte chuva de meteoros e invasão de planetas aconteceu por aqui. O período, denominado de Bombardeio Intenso Tardio, foi um dos principais responsáveis pela criação dos anéis de Saturno. É o que afirmam os astrônomos da Universidade de Kobe, no Japão.

Segundo a simulação feita por eles, ao entrar no campo gravitacional do Sol, Júpiter e Urano ficaram presos um ao outro em um

efeito que leva o nome de ressonância orbital. O que acontece é que ambos os planetas possuem grande massa e, portanto, um campo gravitacional imenso. Como se um empurrasse o outro em um grande balanço, os planetas impulsionavam-se de forma compassada.

Como resultado, os objetos presentes no cinturão de Kuiper foram atraídos para os planetas em torno do Sol. O cinturão de Kuiper é onde se acumularam restos da formação do Sistema Solar. A maior parte deles formada por rochas no interior e uma camada de gelo no exterior. Os cientistas acreditam que milhares destes resíduos tinham o tamanho parecido com o de Plutão.

NASA, ESA, and A. Simon - GSSFC/AP Photo/Glow Images



Imagem do planeta Júpiter montada pela Nasa, em 2017. Os anéis de Júpiter não foram captados na imagem.

## ● Saturno

**Diâmetro aproximado:** 120 536 km.

**Distância média do Sol:** 1 430 000 000 km.

**Tempo de translação:** aproximadamente 29,5 anos.

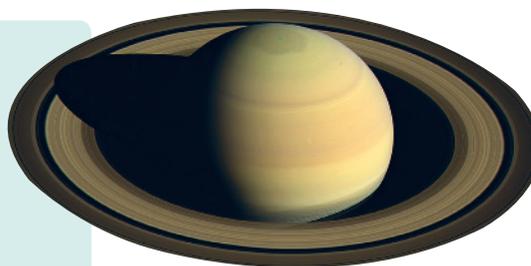
**Tempo de rotação:** 10 h 23 min.

**Temperatura na atmosfera do planeta:** cerca de  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Satélites naturais:** 79 luas conhecidas.

**Atmosfera:** muito espessa, composta principalmente dos gases hidrogênio e hélio.

**Estrutura:** não tem superfície sólida. Em sua parte mais interna, há provavelmente um núcleo rochoso. É circundado por diversos anéis formados por fragmentos de rocha e poeira cósmica.



Nasa/JPL-Caltech/Wesley Science Institute/ Science Photo Library/Fotorena

Imagem do planeta Saturno obtida pela sonda Cassini, em 2016. Os anéis de Saturno são compostos de partículas de gelo.

JPL/NASA



Imagem do planeta Urano obtida pela sonda Voyager 2, em 1986. Os anéis de Urano não foram captados na imagem da sonda.

## ● Urano

**Diâmetro aproximado:** 51 118 km.

**Distância média do Sol:** 2 870 000 000 km.

**Tempo de translação:** 84 anos.

**Tempo de rotação:** 17 h 52 min.

**Temperatura na atmosfera do planeta:** cerca de  $-214\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Satélites naturais:** 27 luas conhecidas.

**Atmosfera:** muito espessa, composta principalmente dos gases hidrogênio, hélio e metano.

**Estrutura:** abaixo da espessa atmosfera, há uma camada de materiais congelados (principalmente água, amônia e metano). É circundado por um anel formado por fragmentos de rocha e poeira cósmica.

## ! Orientações didáticas

À medida que as imagens dos planetas são apresentadas, os estudantes certamente atentarão para o fato de que todos estão representados com superfícies esféricas, o que não corresponde à realidade. Esse é um bom momento para retomar a questão de escala. Da mesma forma como ocorre com a Terra, os demais planetas, em função de seus tamanhos, somente podem ser reapresentados em imagens milhares (ou até bilhões) de vezes menores, o que impede a representação de detalhes de suas superfícies. Explique, por exemplo, que os planetas Júpiter e Saturno, que têm mais de cem mil quilômetros de diâmetro, estão representados nesta página em tamanhos muito menores que seu tamanho real.

Ressalte também que o número de luas desses planetas é aproximado, já que, com o desenvolvimento das observações astronômicas, novos satélites naturais são constantemente descobertos.

Os anéis, como os de Saturno, geralmente despertam interesse e curiosidade dos estudantes. Confira mais informações sobre a origem e a composição deles na *Leitura complementar* desta e da página anterior, de forma a enriquecer a conversa com os estudantes.

Ao sofrerem a puxação exercido pelos dois grandes planetas, os objetos ali presentes bombardearam o interior do sistema e, ao passarem perto de planetas como Saturno, Urano e Netuno, acabavam sendo apanhados por suas órbitas e destruídos por sua força gravitacional. Quando isso acontecia, uma pequena quantidade da massa desses objetos sobrevivia (em torno de 0,1% a 10%) e permanecia orbitando os planetas.

Foi assim que nasceram os anéis, tanto de Saturno quanto de Netuno e Urano. Já a maior quantidade de gelo presente nos anéis sa-

turnianos (em torno de 95%) pode ser explicada a partir da diferença de densidade entre os três planetas, contam os cientistas.

Enquanto Netuno e Urano são muito mais densos, Saturno é bem mais leve. Por causa disso, os objetos atraídos para os dois primeiros acabavam sendo puxados em sua totalidade de rocha e gelo para suas órbitas. [...]

COMO são formados os anéis de Saturno. *Galileu*, 7 fev. 2017. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/02/como-sao-formados-os-anéis-de-saturno.html>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

### Investigação

A atividade proposta deve despertar a curiosidade dos estudantes, incentivando a construção de modelos tridimensionais para a compreensão dos conteúdos estudados. Espera-se assim desenvolver a habilidade (EF09CI14) trabalhando os planetas do Sistema Solar e suas dimensões. A construção de modelos pode ser um recurso positivo para desenvolver o interesse dos estudantes, facilitando a compreensão de conceitos e o desenvolvimento de diferentes conteúdos procedimentais.

O ideal é que cada grupo estabeleça seus dados, para exercitar a capacidade de fazer extrapolações e adequar os números a valores possíveis de serem usados em um modelo, de modo que não formem esferas enormes nem muito pequenas. Seguem algumas possibilidades de como os estudantes podem fazer isso:

- Para calcular os diâmetros pode-se simplificar todas as medidas reais dos planetas por mil, reduzindo, assim, as médias a números bem menores.
- Pode-se também arredondar os números obtidos para inteiros, pois essas diferenças não são perceptíveis nessa escala de trabalho.
- Ainda é possível trabalhar simplesmente com unidades de medida, não importando estarmos falando em centímetros, metros ou quilômetros. Nossa relação ficaria, então, assim: Mercúrio: 5x, Marte: 7x, Vênus: 12x, Terra: 12x, Netuno: 50x, Urano: 51x, Saturno: 120x e Júpiter: 143x. Se atribuirmos, por exemplo, o valor de 1 cm a x, o diâmetro de Mercúrio seria de 5 cm, o da Terra e o de Vênus 12 cm, o de Netuno 50 cm, por exemplo. Como alguns “planetas” ainda ficariam muito grandes, podemos dividir todas as medidas por 10, por exemplo. Nesse caso, a Terra ficaria com 1,2 cm e o maior planeta, Júpiter, ficaria com 70 cm. Os planetas Marte, Terra, Netuno e Saturno teriam diâmetros de 0,7 cm, 1,2 cm, 5 cm e 12 cm, respectivamente.

Nasa/Science Photo Library/fotograma



Imagem do planeta Netuno obtida pela sonda Voyager 2, em 1989. A imagem mostra nuvens proeminentes e indica uma variação climática intensa no planeta. Os anéis de Netuno não foram captados na imagem da sonda.

## Netuno

- Diâmetro aproximado:** 49 528 km.
- Distância média do Sol:** 4 500 000 000 km.
- Tempo de translação:** aproximadamente 164 anos.
- Tempo de rotação:** 16 h 11 min.
- Temperatura na superfície do planeta:** cerca de  $-200^{\circ}\text{C}$ .
- Satélites naturais:** 14 luas.
- Atmosfera:** muito espessa, composta principalmente do gás hidrogênio.
- Estrutura:** não tem superfície sólida. Na parte mais interna, há provavelmente um núcleo rochoso. É circundado por anéis compostos de fragmentos de rocha e poeira cósmica.

## Investigação

### Trabalhando com proporções

Nesta atividade, vamos trabalhar com proporções na construção de modelos do Sol e dos planetas do Sistema Solar.

#### Material

- massa de modelar para representar os planetas;
- papel de embrulho, com pouco mais de 1 m de largura, para representar o Sol;
- tesoura com pontas arredondadas;
- régua.

#### Procedimentos

Reúna-se em grupo com os colegas e, juntos, façam o seguinte:

1. Copiem no caderno um quadro como o abaixo, listando todos os planetas do Sistema Solar.

Planeta	Diâmetro real (em km)	Diâmetro no modelo (em mm)
Terra	12 756	...
Mercúrio	4 879	...
...	...	...

2. Na segunda coluna do quadro, preencham os diâmetros reais de cada planeta, de acordo com as informações deste capítulo.

 Não escreva no livro

**Atenção**  
Esta atividade deverá ser acompanhada pelo professor.

- Preenchem a terceira coluna do quadro com os diâmetros proporcionais que os planetas deverão ter nos modelos. Para isso, proponham maneiras de fazer esses cálculos proporcionais de modo que os planetas não sejam representados por esferas enormes nem muito pequenas. Por exemplo, vocês podem supor que a Terra corresponda a uma esfera de 8 mm de diâmetro. A partir daí, podem estimar o diâmetro dos demais planetas: se a Terra mede 12 756 km de diâmetro e o modelo dela deverá ter 8 mm, quanto deve ter o modelo de Mercúrio, que mede 4 879 km de diâmetro? Para obter a resposta, basta multiplicar 8 mm pelo diâmetro de Mercúrio e dividir o resultado pelo diâmetro da Terra. Ao fazer esse cálculo, obteremos para Mercúrio o diâmetro de cerca de 3 mm. Com base nesse raciocínio e num valor que você e seu grupo queiram atribuir ao modelo do planeta Terra, calculem o diâmetro dos demais planetas.
- Usando esferas feitas com massa de modelar, façam os modelos dos planetas de acordo com os diâmetros proporcionais calculados no item anterior. Para isso, dividam as esferas ao meio, meçam o diâmetro delas e voltem a unir as metades. Vejam a ilustração a seguir.

R2 Editorial/Arquivo da editora



- Acrescente, agora, o tamanho do Sol. Como ele é muito grande, desenhem no papel de embrulho um círculo com o diâmetro proporcional ao do Sol, tendo como base os cálculos que foram feitos para o diâmetro dos planetas. Por exemplo, se vocês consideraram 8 mm como o diâmetro da Terra no modelo, o diâmetro do Sol pode ser calculado a partir dessa proporção; se o Sol mede 1 391 016 km de diâmetro, o círculo deverá ter aproximadamente 872 mm de diâmetro. Recortem o papel com a tesoura, de modo a exibir um círculo.
- Montem os modelos dos oito planetas e o Sol e disponha-os sobre uma mesa ou no chão, de modo a evidenciar a sequência deles em relação ao Sol, desconsiderando a distância entre os planetas.

### Interprete os resultados

- Quantas vezes o diâmetro do Sol é maior do que o da Terra?  
O diâmetro do Sol é cerca de 109 vezes maior do que o diâmetro da Terra.
- Quantas vezes o diâmetro da Terra é menor do que o de Júpiter, o maior planeta do Sistema Solar?  
O diâmetro da Terra é 11,21 vezes menor do que o diâmetro de Júpiter.
- Quantas vezes o diâmetro da Terra é maior do que o de Marte? E em relação a Vênus?  
O diâmetro da Terra é cerca de 1,88 vez maior do que o de Marte e 1,05 vez maior do que o de Vênus.

## Orientações didáticas

### Investigação

Outra opção é atribuir ao Sol o diâmetro de 80 cm e, a partir daí, calcular o diâmetro dos planetas, cujos resultados são: Mercúrio (2,9 mm), Vênus (7,0 mm), Terra (7,3 mm), Marte (3,9 mm), Júpiter (82,1 mm), Saturno (69,0 mm), Urano (29,2 mm), Netuno (27,9 mm).

Como se pode notar, os estudantes podem caminhar por diferentes percursos, obtendo valores relativos distintos. O que importa é a proporção entre os planetas. Valorize isso em sua discussão com os estudantes.

Para o caso de representarmos a Terra como uma esfera de 8 mm de diâmetro, obteríamos o seguinte:

Planeta	Diâmetro real (em km)	Diâmetro do modelo (em mm)
Mercúrio	4 879	3
Vênus	12 104	7,5
Terra	12 756	8
Marte	6 794	4,5

Planeta	Diâmetro real (em km)	Diâmetro do modelo (em mm)
Júpiter	142 984	90
Saturno	120 536	16
Urano	51 118	32
Netuno	49 528	31

## Orientações didáticas

Retome com os estudantes os critérios estabelecidos pela União Astronômica Internacional para definir um corpo celeste como planeta, isto é: orbitar uma estrela; ser grande o suficiente para a gravidade moldá-lo na forma aproximada de uma esfera; e ter sua vizinhança orbital livre de outros objetos. Plutão atende apenas aos dois primeiros critérios, por isso é classificado como planeta-anão.

Para conhecer um pouco melhor as características dos cometas, confira a sugestão de *Leitura complementar* abaixo.

### Leitura complementar

Quando essa “pedra de gelo sujo” (o núcleo do cometa) vai se aproximando do Sol, a temperatura em sua superfície vai aumentando. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, “gelo seco”), que é um dos principais constituintes dos cometas, volatiliza a -53 °C. Normalmente os cometas passam a maior parte de suas “vidas” a distâncias tão grandes do Sol que suas temperaturas são muito inferiores a essa.

Quando se aproxima suficientemente do Sol dá-se início ao processo de volatilização de parte dos constituintes dos cometas. Os gases e grãos libertos do núcleo e, devido a esse processo, formarão uma nuvem a sua volta. Chamamos essa nuvem de *cabeleira* (ou *coma*) do cometa. Parte do material dessa nuvem será “soprado” pelo “vento solar” no sentido contrário ao que o Sol se encontra, formando a cauda do cometa.

[...]

Em geral, por volta de 5 UA [unidades astronômicas] do Sol, a luz refletida pelos grãos de poeira da *cabeleira* do cometa, somada à luz emitida pelas moléculas também de sua *cabeleira* (processo de fluorescência onde as moléculas absorvem radiação ultravioleta do Sol e emitem luz visível), passam a ofuscar a nossa visão do núcleo do cometa. O que vemos de um cometa, nas regiões internas do Sistema Solar, são a sua *cabeleira* e a sua *cauda*. [...]

LAS CASAS, Renato. Cometas. *Observatório Astronômico Frei Rosário - UFMG*. Maio 2004. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/pas56.htm>>. Acesso em: out. 2018.

## Aplique e registre

Não escreva no livro

1. Quais são os planetas do Sistema Solar com maior e menor diâmetro?  
Júpiter tem o maior diâmetro e Mercúrio tem o menor diâmetro.
2. Quais são os planetas rochosos? E os gasosos?  
Rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte. Gasosos: Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
3. Dentre os planetas rochosos, qual deles é o maior? Terra.

## Os planetas-anões

Como o próprio nome indica, os **planetas-anões** têm tamanho pequeno se comparado ao dos planetas do Sistema Solar. Assim como os planetas, eles giram ao redor do Sol.

Diversos planetas-anões foram descobertos recentemente com o auxílio de telescópios. A maioria deles está localizada além do planeta Netuno, em uma região do Sistema Solar onde há vários corpos celestes, como asteroides.

Até o ano de 2006, Plutão era classificado como o nono planeta do Sistema Solar, passando depois a ser classificado pelos astrônomos como planeta-anão. Outros planetas-anões, como Ceres, eram antes classificados como asteroides. Ceres é um planeta-anão que fica próximo ao cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter.

## Os cometas

Os **cometas** apresentam órbitas muito elípticas, diferindo das órbitas dos planetas, que têm formato aproximadamente circular.

Em um cometa é possível distinguir:

- **Corpo**, formado de gelo, poeira e fragmentos rochosos. Alguns corpos são pequenos, enquanto outros podem chegar a 50 km, aproximadamente;
- **Coma** ou **cabeleira**, um tipo de atmosfera junto ao corpo;
- **Cauda**, continuação do coma, pode atingir enorme comprimento. Ela se forma quando os cometas se aproximam do Sol e parte do gelo começa a se tornar gás. Nessa condição, os cometas formam um “rastro” no céu, feito de gás e poeira.



Fotografia do cometa Hale-Bopp. Inglaterra, 2007.

Jamie Cooper/SH/Getty Images

110

## Conheça também

### Sonda *New Horizons* faz imagens incríveis de Plutão

Apesar de estar a 4,8 bilhões km de distância da Terra, imagens do planeta-anão foram obtidas graças à sonda espacial lançada pela Nasa. Confira as imagens que podem também ser apresentadas aos estudantes.

Disponível em: <[www.nationalgeographicbrasil.com/video/tv/sonda-new-horizons-faz-imagens-incriveis-de-plutao](http://www.nationalgeographicbrasil.com/video/tv/sonda-new-horizons-faz-imagens-incriveis-de-plutao)>. Acesso em: out. 2018.

A palavra cometa vem do latim *cometes*, proveniente do grego *komê*, que significa “cabeleira da cabeça”.

Alguns cometas podem ser periódicos, isto é, se aproximam do Sol em intervalos inferiores a 200 anos.

Um exemplo de cometa periódico é o cometa Halley, descoberto em 1696 pelo astrônomo inglês Edmond Halley (1656-1742). É um cometa que tem sua aproximação máxima do Sol a cada 76 anos, quando, então, pode ser visível da Terra. Sua última aparição foi em 1986 e sua próxima aparição está prevista para 2061.



Royal Observatory, Edinburgh/Science Photo Library/Fotograma

Fotografia do cometa Halley, em sua última visualização. Sua passagem pela Terra ocorre aproximadamente a cada 76 anos, quando atinge o ponto mais próximo do Sol – o periélio. Imagem obtida pelo telescópio UK Schmidt, no Observatório Astronômico Australiano, em 1986.

Em 1951 o astrônomo holandês Gerard Peter Kuiper (1905-1973) propôs que cometas que surgem em tempos inferiores a 200 anos têm origem no cinturão que leva seu nome, o cinturão de Kuiper.

Cometas com tempos maiores que 200 anos têm origem em uma região extensa que fica após o cinturão de Kuiper, chamada Nuvem de Oort, nome dado em homenagem ao astrônomo holandês Jan Hendrik Oort (1900-1992), que, em 1950, retomou a ideia sugerida anteriormente em relação à existência dessa região. Essa nuvem é considerada uma enorme concentração de cometas no limite externo do Sistema Solar. Segundo Oort, os cometas de longo período, que são os que ocorrem em tempos superiores a 200 anos, formam-se nessa região. Essa proposta é aceita atualmente.

Quando ocorrem perturbações nessas regiões, inicia-se um movimento em que o cometa passa para as regiões internas do Sistema Solar. Essas perturbações deveriam ser mais intensas na origem do Sistema Solar. Há nesses locais, portanto, uma enorme quantidade de cometas que podem aparecer de tempos em tempos em órbitas mais próximas, no Sistema Solar.

Capítulo 5 Sistema Solar, Via Láctea e Universo

Unidade 2 Terra e Universo

111

## Orientações didáticas

Para complementar o estudo dos cometas, confira na *Leitura complementar* a seguir a importância desses corpos celestes para a compreensão da distribuição de elementos no Sistema Solar e as tecnologias utilizadas para esse tipo de investigação.

### Leitura complementar

Cientistas conseguiram detectar em um cometa, pela primeira vez, a presença de dois ingredientes fundamentais para a vida: a glicina – um aminoácido – e o fósforo, segundo estudo de pesquisadores europeus [...].

Ainda que tenha sido detectada a presença de mais de 140 moléculas orgânicas diferentes no espaço, é a primeira vez que são encontrados estes elementos, essenciais para o desenvolvimento do DNA e das membranas celulares. [...]

Traços de glicina, elemento necessário para formar proteínas, já haviam sido encontrados nos restos da cauda do cometa Wild 2, que a Nasa conseguiu obter em 2004. Mas os cientistas não puderam descartar por completo a possibilidade de as amostras terem se contaminado de alguma maneira durante a análise feita na Terra. [...]

A nova descoberta permite confirmar a existência de glicina e fósforo nos cometas. [...]

“Demonstrar que os cometas são reservatórios de materiais primitivos do sistema solar e que eles podem transportar esses ingredientes-chave para a vida na Terra é um dos principais objetivos da Rosetta [uma sonda espacial]”, assinalou o cientista encarregado desta missão da Agência Espacial Europeia, Matt Taylor.

ROSETTA encontra em cometa dois ingredientes-chave para a vida. *Veja*. Maio, 2016. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/rosetta-encontra-em-cometa-dois-ingredientes-chave-para-a-vida/>>. Acesso em: out. 2018.

## Conheça também

### A história do cometa Halley

Confira mais informações sobre os estudos que determinaram as características do cometa e sua periodicidade.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=v0KqVXNDmN8](http://www.youtube.com/watch?v=v0KqVXNDmN8)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao trabalhar os assuntos desta página, é muito importante que os estudantes consigam diferenciar conceitualmente os cometas, os asteroides e os meteoroides. Para auxiliar nessa habilidade, explore com os estudantes a imagem da página seguinte e confira a sugestão de *Leitura complementar* que também pode ser apresentada a eles.

## Os asteroides e os meteoroides

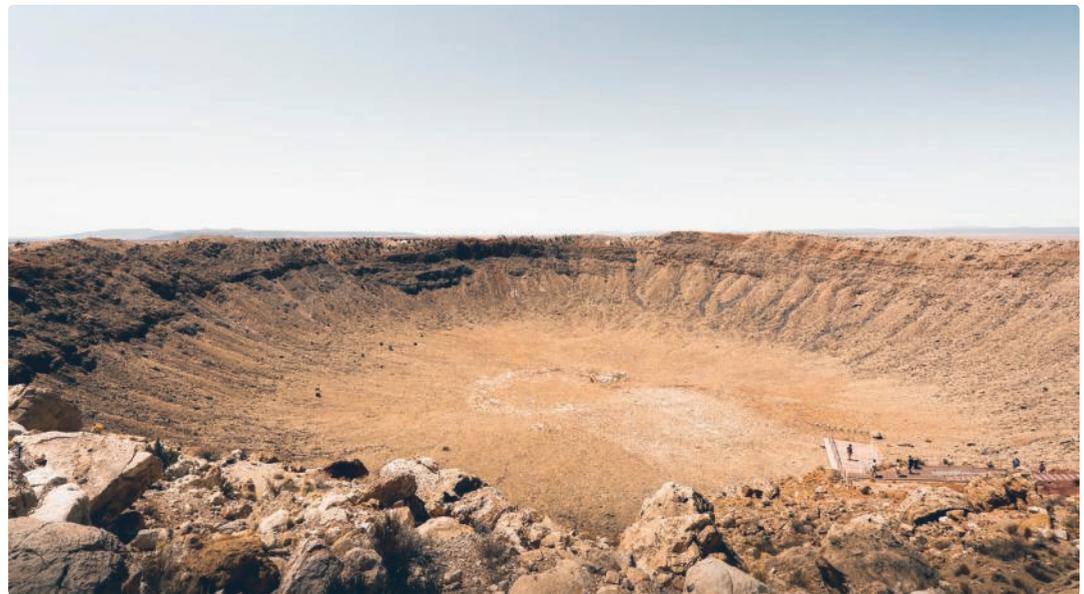
Os **asteroides** são objetos rochosos e metálicos que orbitam o Sol. A maioria deles compõe o cinturão de asteroides que existe entre as órbitas de Marte e Júpiter. Os asteroides costumam ter mais de 10 metros de diâmetro. Além deles, há alguns objetos rochosos menores, os **meteoroides**.

Marcas do impacto desses corpos celestes são muito evidentes na Lua. A Terra já foi mais atingida por eles no passado, mas ainda hoje há possibilidade de impacto. Os meteoroides, quando atingem a superfície da Terra, são chamados **meteoritos**. Muitos já foram encontrados na Terra e a maioria é formada por silicato. Outros são formados por ferro e níquel e há ainda os que são uma mistura desses materiais.

Fragmento do meteorito Holsinger, localizado no Arizona (Estados Unidos), pesando 639 quilos.



M2 Photography/Alamyfotoarena



Daniel S. Azevedo/Shutterstock

Cratera do meteorito Holsinger. Arizona (Estados Unidos), fotografia de 2018. Note a dimensão dessa cratera comparando com a presença de pessoas em sua borda, no canto inferior direito da fotografia.

112

### Leitura complementar

Quem nunca fez um pedido para uma estrela cadente? Durante séculos esse fenômeno não tinha explicação, e era considerado como simples fenômeno atmosférico, talvez algo semelhante ao raio. A aceitação de que meteoritos caem do céu tem apenas 200 anos. E durante a maior parte desses dois séculos os cientistas não foram capazes de fazer muito mais que especular sobre a origem desses corpos. Uns achavam que eles vinham da Lua, outros apontavam para Marte, Vênus ou para os asteroides.

Na década de 50 avanços na fotografia permitiram calcular as órbitas de meteoros brilhantes. Todas essas órbitas estendem-se até a distância entre Marte e Júpiter, no

cinturão principal de asteroides. Com o passar do tempo e o avanço tecnológico os cientistas encontraram boa concordância entre espectros de asteroides e composições de meteoritos. De fato, a maioria dos meteoritos são lascas de asteroides resultantes de colisões entre objetos do cinturão principal.

Pelo menos 40 mil toneladas de estilhaços de asteroides e restos de cometas penetram a Terra por ano. Desse total, menos de 1% sobrevive à passagem pela atmosfera.

Com poucas exceções, meteoritos são lascas de asteroides, denominadas “meteoroides” quando ainda estão no espaço. Os asteroides que lhes deram origem são chamados “asteroides parentais”. A maioria dos asteroides permanece em órbitas estáveis no

## Saiba a diferença entre asteroides, meteoros e meteoritos

## Rochas celestes

**Cometa**

Um corpo celeste composto de rochas, gelo e gases congelados, muitas vezes do tamanho de uma pequena cidade. Ao se aproximar do Sol, o aquecimento dos gases forma uma cauda que pode chegar a milhões de quilômetros.

**Asteroide**

São corpos rochosos que orbitam principalmente entre Júpiter e Marte cujo tamanho pode variar de apenas poucos metros até vários quilômetros.

**Meteoróide**

Pequena partícula rochosa, originada de um cometa ou de um asteroide, maior que um grão de areia e menor que um asteroide que orbita o Sol. Quando atinge a superfície do planeta, é chamada de meteorito.

ATMOSFERA

**Meteoro**

É o fenômeno luminoso que resulta do momento em que um meteoróide entra na atmosfera da Terra e é vaporizado, também conhecido como estrela cadente.

**Meteorito**

É um meteoróide que sobrevive à passagem pela atmosfera terrestre e atinge a superfície da Terra.

Fonte: *Veja*. Ciência. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/ainda-nao-entendeu-a-diferenca-entre-asteroides-meteoros-e-meteoritos-este-grafico-vai-tirar-suas-duvidas-de-uma-vez-por-todas>>. Acesso em: set. 2018.

Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Refleta e responda

- Pesquise os meteoritos que têm caído na Terra nos últimos anos, em seguida produza uma reportagem a respeito desses acontecimentos. Compartilhe com a turma e leia a reportagem dos demais colegas. Essas reportagens são sobre os mesmos eventos? A notícia foi passada da mesma maneira? Qual reportagem consideraram mais abrangente? Há reportagens com informações conflitantes com as que obtiveram? Discutam esses e outros aspectos com toda a turma.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter. Porém, a poderosa força gravitacional de Júpiter perturba certos asteroides em órbitas menos estáveis, redirecionando-os e aumentando a possibilidade de eventuais colisões. Muitos se tornam asteroides que cruzam a órbita da Terra e alguns podem colidir com o planeta. As lascas que ocasionalmente caem na superfície da Terra são os “meteoritos”.

Há três tipos básicos de meteoritos: rochosos, ferrosos e rochosos-ferrosos. Os rochosos são os mais abundantes e os condritos constituem a subclasse mais comum. De fato, 82% de todas as quedas testemunhadas são de meteoritos condriticos. Condrito é um meteorito que contém aglomerações esféricas de minerais em estado cristalino.

Os meteoritos se partem sob ação do estresse na entrada da atmosfera, a vários quilômetros de altura. Esses fragmentos são espalhados sobre uma vasta área. Os fragmentos mais massivos têm maior quantidade de movimento e, portanto, viajam mais longe que os menores. No geral, os fragmentos caem sobre uma região elíptica denominada campo de espalhamento. [...]

CAMILLO, Ana Paula Nogueira et al. Meteoros ou meteoritos? *Ciência na mão*. Disponível em: <[www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&cod=\\_sistemasolarmeteorosoume](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&cod=_sistemasolarmeteorosoume)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

## Saiu na mídia

## Refleta e responda

A atividade fornece aos estudantes oportunidade para sistematizar os novos conhecimentos e incorporar outras informações por meio da pesquisa. O incentivo ao contato e à elaboração de diferentes gêneros textuais é fundamental para o desenvolvimento dos estudantes. Se considerar necessário, retome algumas características do estilo de reportagem com eles, incentivando a originalidade e o compartilhamento dos textos.

## Orientações didáticas

O objetivo a partir desse momento é ampliar o estudo astronômico em desenvolvimento pelos estudantes, de modo a situar o Sistema Solar em um contexto maior, assim como a própria Via Láctea. Pergunte a eles se conhecem exemplos de outras galáxias ou estrelas e a que distância estão da Terra. Esta pode ser uma possível abordagem para introduzir o tema.

## Um pouco de história

Ao trabalhar as informações do texto com os estudantes, espera-se promover a valorização de diferentes culturas e das interpretações de leitura do céu. Os estudantes devem reconhecer como diferentes civilizações, em diferentes períodos, criaram explicações para elementos astronômicos, como a observação da Via Láctea. É importante orientar os estudantes na compreensão de que, na maioria dos casos, as interpretações estão diretamente vinculadas a atividades, valores e necessidades humanas. A associação de elementos da Via Láctea com eventos relacionados à agricultura, à busca de alimentos, à caça e a outras atividades humanas é recorrente entre diversas culturas.

## 2 O Sistema Solar no Universo

No espaço existem agrupamentos naturais de grande número de estrelas e outros corpos celestes, além de gás e poeira cósmica: são as **galáxias**.

Já sabemos que Sol e outras estrelas que vemos no céu noturno fazem parte da Via Láctea, expressão que significa “caminho do leite”.



Mark Garlick/Science Photo Library/Agência France-Presse

Representação artística da Via Láctea. Cores fantasia.

## Um pouco de história

### A Via Láctea em diferentes culturas



Adriano Kirihana/Pulsar Imagens

Em algumas localidades em que há pouca luminosidade artificial, é possível ver a Via Láctea como um rastro esbranquiçado no céu. Presidente Prudente (SP), 2017.

114

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática O céu para diferentes culturas, do 3º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

Ao longo da história da humanidade, diversas explicações foram sugeridas por diferentes povos e civilizações a respeito da origem da Via Láctea.

Os egípcios acreditavam que a Via Láctea, vista da Terra, era uma bifurcação do rio Nilo. Este tinha fundamental importância para os egípcios, por fornecer condições para a agricultura em uma região predominantemente desértica.

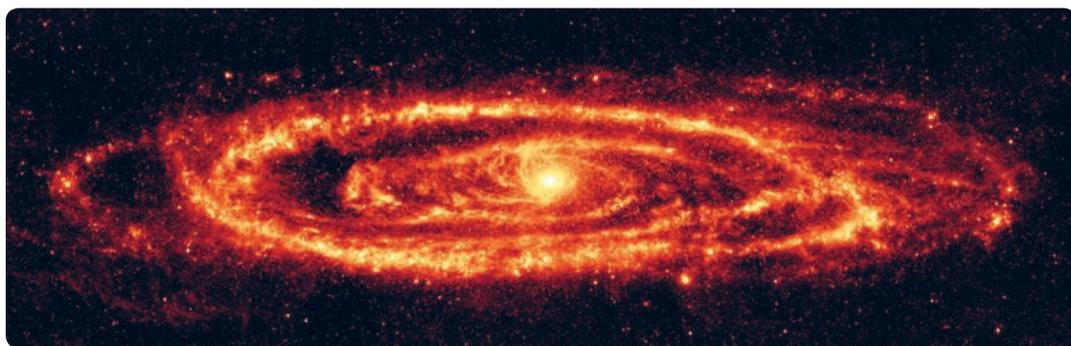
Na China e no Japão, recebia o nome de rio Prateado. Os hindus diziam que ela representava o rio Ganges. Na Idade Média, na Europa, recebia o nome de “estrada de Roma” com o significado de estrada para o paraíso, pois o centro da Igreja católica, principal instituição de poder na Idade Média, estava em Roma.

No Brasil, algumas etnias indígenas, como os Tembé, que vivem no sul do Pará, chamam a Via Láctea de “caminho das antas”, pelo conhecimento tradicional. Eles relacionam a Via Láctea e as constelações aos ciclos de cheias e secas dos rios, usando como base o movimento aparente periódico das estrelas pelo céu. Essa interpretação é fundamental não só aos Tembé, mas a diversas outras etnias indígenas que dependiam ou dependem da pesca e da agricultura para viver. Por sua vez, a população indígena Cheyenne, dos Estados Unidos, considera a Via Láctea uma trilha deixada pela corrida entre o búfalo e o cavalo.

Já de acordo com a mitologia grega, a origem da Via Láctea está ligada aos deuses. Hércules, filho de Zeus, deus dos trovões, e de Alcmena, uma mulher mortal, seria um semideus. Zeus, no entanto, queria que Hércules se tornasse imortal e, para isso, ele precisaria se alimentar do leite de uma deusa. Zeus tinha acabado de ter um filho com sua esposa, a deusa Hera e, aproveitando uma noite em que Hera estava dormindo, colocou o bebê Hércules para se alimentar do leite de Hera. Ela deixou que o bebê se alimentasse, pensando que fosse seu filho verdadeiro. Ao acordar, viu que não era seu filho e, irritada, tirou Hércules de seu seio, de forma que algumas gotas de seu leite caíram e deram origem à Via Láctea. Hércules se tornou imortal e odiado por Hera.

Como se pode observar, cada povo interpreta os céus de acordo com seus referenciais e experiências de vida.

As galáxias são componentes fundamentais das estruturas do Universo. Uma galáxia, como a Via Láctea, contém mais de 100 bilhões de estrelas. Uma das galáxias mais próximas da Via Láctea é Andrômeda, que também tem formato espiral e pode ser observada a olho nu, embora esteja a dois milhões de anos-luz da Terra.



A imagem da espiral de Andrômeda foi elaborada a partir de dados do telescópio espacial Spitzer e disponibilizada pela Nasa em 2004.

115

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

O texto a seguir aprofunda a relação entre diferentes culturas, necessidades humanas e interpretações do céu. Desse modo, a habilidade (EF09CI15) também pode ser trabalhada.

### Leitura complementar

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 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.

É evidente, no entanto, que nem todos os grupos indígenas, mesmo de uma única etnia, atribuem idêntico significado a um determinado fenômeno astronômico específico, e a razão disso está no fato de cada grupo ter sua própria estratégia de sobrevivência. Além disso, considerando que não dependem, de maneira uniforme, de suas moradias, caça, pesca ou de trabalhos agrícolas, as constelações sazonais, por exemplo, oferecem aos distintos povos uma enorme diversidade de interpretação. [...]

AFONSO, Germano. Mitos e estações no céu Tupi-Guarani. *Scientific American Brasil*. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos\\_e\\_estacoes\\_no\\_ceu\\_tupi-guarani.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos_e_estacoes_no_ceu_tupi-guarani.html)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

Espera-se que os estudantes interpretem a figura desta página com atenção para a compreensão da organização da Via Láctea e a identificação do Sol como uma das milhares de estrelas que compõem a galáxia.

### Refleta e responda

Na atividade 1, auxilie os estudantes na interpretação da figura, reconhecendo a posição do Sol e dos principais braços da Via Láctea.

Na atividade 2, é fundamental que os estudantes ressaltem a importância dos avanços tecnológicos para a obtenção de informações celestes. Por exemplo, telescópios mais modernos e radiotelescópios, como mencionados no texto, ampliaram a capacidade de observações astronômicas e permitiram a reformulação do conhecimento a respeito da Via Láctea a partir de informações novas e mais precisas.

Confira a matéria de divulgação científica a seguir para complementar o tema com os estudantes.

### Conheça também

#### Sistema Solar está situado em zona neutra entre dois braços espirais da Via Láctea

Saiba mais sobre o posicionamento do Sistema Solar na Via Láctea e suas consequências para a dinâmica dos corpos celestes.

Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/05/19/sistema-solar-esta-situado-em-zona-neutra-entre-dois-bracos-espirais-da-via-lactea/>>. Acesso em: out. 2018.

## Saiu na mídia



### A Via Láctea



R. Hurt/SSC/PL-Caltech/NASA

Representação artística da Via Láctea, publicada pela Nasa em 2017.

Assim como os primeiros exploradores que mapearam os continentes do globo terrestre, os astrônomos estão ocupados em mapear a estrutura espiral de nossa galáxia, a Via Láctea. Usando imagens de infravermelho do telescópio espacial Spitzer da Nasa, os cientistas descobriram que a elegante estrutura espiral é dominada por apenas dois braços envolvendo os extremos de uma barra central de estrela. Antes, pensava-se que a nossa galáxia tinha quatro braços principais.

A concepção artística [...] ilustra a nova interpretação da Via Láctea. Os dois braços principais da galáxia (Escudo-Centauro e Perseu) podem ser vistos ligados ao final de uma espessa barra central, enquanto os dois braços agora rebaixados a pequenos (Norma e Sagitário) são menos distintos e localizados entre os braços principais.

Os braços principais consistem de alta densidade de estrelas jovens e antigas; os braços secundários são basicamente formados por gás e regiões de atividade de formação de novas estrelas.

A concepção artística também inclui um novo braço espiral, chamado Braço "Far-3 kiloparsec", descoberto por meio de pesquisas com radiotelescópio dos gases da Via Láctea. Esse braço é menor do que os dois outros braços principais e localiza-se ao longo da barra central da galáxia.

Nosso Sol localiza-se perto de um braço pequeno chamado Órion, ou esporão de Órion, localizado entre os braços Sagitário e Perseu.

NASA. The Milky Way Galaxy. 8 nov. 2017. Disponível em: <<https://solarsystem.nasa.gov/resources/285/the-milky-way-galaxy/>>. Acesso em: set. 2018. Tradução dos autores.

### Refleta e responda

1. Observe a figura e identifique a posição do Sol e dos principais braços da Via Láctea.
2. De acordo com o texto, algumas ideias a respeito da Via Láctea se modificaram com o tempo. Por que isso ocorreu? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

### 3 As estrelas e as constelações

Desde tempos remotos, o ser humano imaginou linhas ligando uma estrela a outra, formando figuras imaginárias no céu. Essa foi a origem das **constelações**.

As constelações eram consideradas, portanto, agrupamentos de estrelas classificadas de acordo com suas posições no céu. Porém, com o desenvolvimento tecnológico e o uso de instrumentos cada vez mais avançados no estudo das estrelas, constatou-se que as estrelas de uma constelação não estão necessariamente próximas entre si, nem à mesma distância da Terra. Assim, as constelações passaram a ser definidas como áreas delimitadas da esfera celeste, incluindo todos os corpos celestes visíveis nessas áreas. Atualmente, a União Astronômica Internacional reconhece a existência de 88 constelações. Além disso, convencionou-se usar o latim para os nomes de cada uma delas.

Um exemplo de constelação vista com relativa facilidade no hemisfério Sul é o Cruzeiro do Sul.

Para um observador na Terra, o reconhecimento de constelações no céu noturno possibilita a identificação de alguns outros astros celestes. Ao anoitecer, tornam-se visíveis as estrelas mais brilhantes e, à medida que o céu vai escurecendo, podem ser vistas as de menor brilho.

Em Astronomia, utiliza-se o alfabeto grego para classificar as estrelas pelo brilho. Assim, em uma constelação, a estrela mais brilhante recebe a denominação **alpha**, ou **alfa** ( $\alpha$ ), a primeira letra do alfabeto grego. A segunda estrela mais brilhante é denominada **beta** ( $\beta$ ), correspondendo à segunda letra do alfabeto grego; na sequência vem a estrela **gama** ( $\gamma$ ), terceira letra do alfabeto grego e depois a quarta estrela é a **delta** ( $\delta$ ), e assim por diante.

No céu, existe uma região chamada zodíaco. Nela, localizem-se treze constelações: Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário, Peixes e Ofiúco.

O estudo da origem das constelações zodiacais demonstra que a sua distribuição representa uma cartografia ordenada do céu. Os povos de diversas civilizações ao longo da história da humanidade acompanhavam as constelações, desde o seu surgimento até o seu desaparecimento no céu, com o objetivo de orientar-se, tendo em vista finalidades utilitárias, como as atividades agrícolas e náuticas.



Na região central da fotografia, a constelação do Cruzeiro do Sul. San Pedro de Atacama, Chile, 2016.

SPL/Photorena

Capítulo 5 Sistema Solar, Via Láctea e Universo

Unidade 2 Terra e Universo

117

#### Orientações didáticas

A respeito das constelações, procure abordá-las como referenciais celestes, apresentando exemplos. É possível perguntar aos estudantes quais constelações e estrelas eles conhecem. Criem-se, assim, ótimas oportunidades para levantar conhecimentos prévios e trabalhar aspectos culturais relacionados à nomenclatura. Comente com os estudantes que uma constelação muitas vezes não se parece com o elemento que lhe dá nome, porque, além do desenho aparente no céu, outros motivos podem estar envolvidos na nomeação.

Para auxiliar na compreensão do conceito de esfera celeste, confira a *Leitura complementar* a seguir.

#### Leitura complementar

[...] O conceito de esfera celeste é extremamente útil à interpretação das posições dos objetos visualizados no céu. É como se o globo terrestre estivesse contido em um globo que o circunda, em cuja superfície estão postas as estrelas; além disso, tal globo parece girar ao longo dia, deslizando sobre o globo terrestre de leste para oeste. Verifica-se, ainda, que o giro dessa esfera ocorre como se sobre um eixo demarcado por dois pontos estáticos no céu. A estes denominaremos *polo sul celeste* e *polo norte celeste*, respectivamente ao hemisfério em que ocorrem.

Naturalmente, sabemos que a rotação verificada é apenas devida à rotação da Terra em torno de seu eixo e que, ao fixar as estrelas à superfície de uma esfera, estamos desprezando a noção de profundidade em nossa perspectiva e dispondo as estrelas de forma equidistante ao centro do planeta, o que também sabemos não ser real. Entretanto, a fins de observação, essas inferências não se mostram importantes, já que vale, em última instância, a impressão do observador na descrição do posicionamento dos objetos celestes.

HENRIQUE, Lucas. Cartas celestes e a representação do céu. *Observatório astronômico Frei Rosário – UFMG*. Disponível em: <[www.observatorio.ufmg.br/dicas14.htm](http://www.observatorio.ufmg.br/dicas14.htm)>. Acesso em: out. 2018.

#### Conheça também

##### Constelações

Confira as características de diferentes constelações e a lista das 88 constelações reconhecidas pela União Astronômica Internacional.

Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/const.htm>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Além dos aspectos mitológicos, é possível discutir com os estudantes a respeito da precisão com que diferentes povos demarcavam o início das estações do ano. A visualização de algumas estrelas no horizonte ou a impossibilidade de visualizá-las correspondem a eventos restritos a determinadas épocas do ano e representam sinais de mudança de estações. O desenvolvimento da agricultura, por exemplo, dependeu desse tipo de conhecimento astronômico.

No Brasil, há povos indígenas que se valem desse tipo de conhecimento e seu sistema astronômico apresenta características próprias. Esse tema será retomado mais adiante, na seção *Integração*, com mais subsídios para discussão.

Se possível, ressalte aos estudantes que as constelações surgem no céu em épocas diferentes ao longo do ano. Esse fato se deve ao movimento aparente das estrelas no céu. Se possível, conduza a *Atividade extra* sugerida nesta página para complementar o estudo das constelações e da esfera celeste.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com o material audiovisual A leitura do céu pelos povos Tupi-Guarani, do 3º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

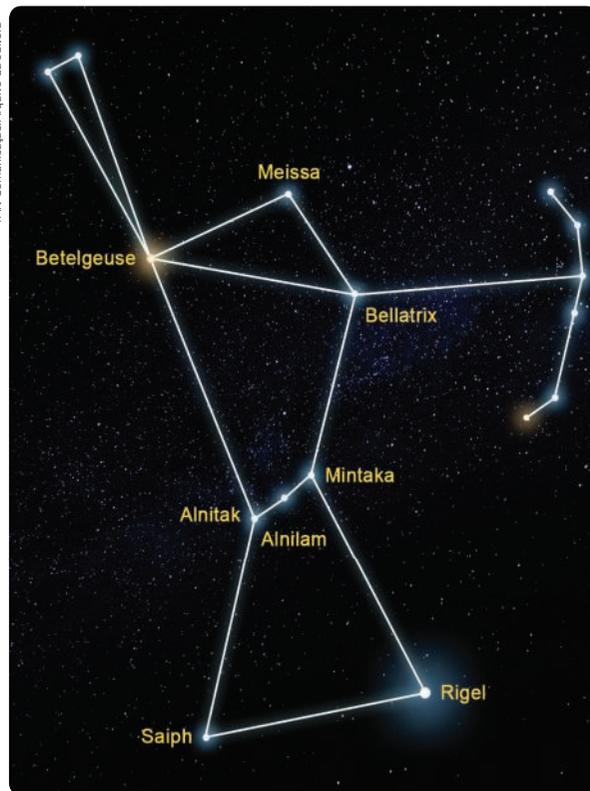


Yury\_Kulik/Stockphoto/Getty Images



Fotografia da constelação de Órion. Ucrânia, 2018.

YANI Comunicação/Arquivo da editora



## Órion

Órion, o caçador, é uma constelação que pode ser observada nas noites de verão do hemisfério sul. Suas estrelas mais brilhantes são Betelgeuse (Alfa de Órion) e Rigel (Beta de Órion).

O conjunto conhecido como Três Marias auxilia na localização da constelação de Órion e indica o "cinturão do caçador", que inspirou a criação dessa constelação. Veja, na ilustração, os nomes de suas estrelas.

Representação esquemática da constelação de Órion, com os nomes das estrelas que a compõem. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Registros apontam que as mais antigas denominações atribuídas às constelações surgiram entre os povos que habitavam a extensa região da Mesopotâmia (atualmente o território do Iraque ocupa grande parte dessa região), onde as noites estreladas possibilitavam a observação dos astros visíveis em determinadas épocas. Provavelmente, por meio das intensas observações, esses povos foram se aperfeiçoando até chegar à elaboração de um calendário e à representação do céu que lhes foram úteis para as suas atividades, principalmente as agrícolas e as náuticas.

Desde as eras mais remotas, principalmente nas civilizações europeias, a associação do nome das constelações à mitologia foi uma maneira de transmitir oralmente as descrições do céu. Astros foram escolhidos para homenagear deuses, sacerdotisas e heróis.

Vem daí, por exemplo, a lenda de que a constelação de Escorpião, surgindo no céu antes do nascer do Sol, era sinal que haveria seca e pragas de escorpiões no Egito e na Mesopotâmia (atualmente Iraque, no Oriente Médio). Os poetas gregos descreviam que Escorpião fora enviado pela deusa da caça, Diana, para matar Órion, que, segundo ela, prejudicava suas atividades. Escorpião, porém, jamais conseguiu realizar tal tarefa, porque a constelação de Órion desaparece no oeste quando a constelação de Escorpião surge no leste.

Lendas e mitologias surgiram em diferentes pontos da Terra e foram contadas por diversos povos. Cada uma guarda a essência da cultura de um povo, apesar de existirem algumas semelhanças entre elas.

### Atividade extra

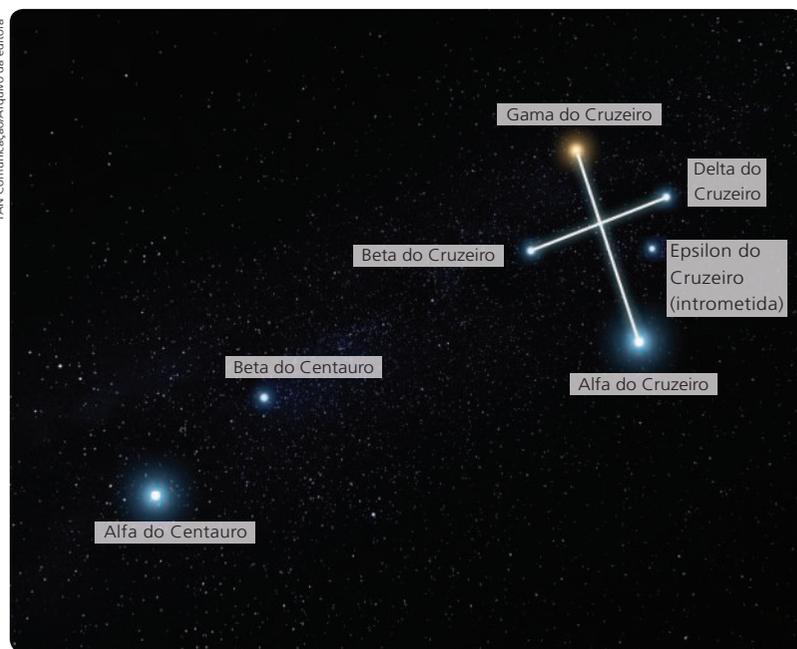
O Planetário da Cidade do Rio de Janeiro disponibiliza uma carta celeste completa e interativa, em que é possível aplicar diferentes filtros, como nome das constelações, linhas conectoras, limites e até mesmo data. Se houver condições, apresente a carta celeste aos estudantes em um laboratório de informática. Caso contrário, é possível imprimir a carta celeste. Solicite a eles que identifiquem as constelações tratadas no texto e sua posição na esfera celeste. A seguir, peça aos estudantes que comparem a posição dessas mesmas constelações nos meses de dezembro e junho. Espera-se que eles reconheçam a mudança na posição aparente da constelação em função dos movimentos da Terra.

Disponível em: <[www.planetariodorio.com.br/astrologia/cartas-celestes/](http://www.planetariodorio.com.br/astrologia/cartas-celestes/)>. Acesso em: out. 2018.

## Cruzeiro do Sul, a intrometida e as guardas

O Cruzeiro do Sul é o grupo de estrelas mais perceptível do hemisfério sul, com as estrelas dispostas de maneira que, ligadas por segmentos (imaginários), formam uma cruz. Há uma quinta estrela, a Epsilon do Cruzeiro, chamada popularmente de intrometida. Seu brilho é menor que o das demais e ela não se alinha no formato da cruz como as outras. A leste dessa constelação localizam-se Alfa e Beta do Centauro, estrelas conhecidas por **guardas**, que ajudam a identificar o Cruzeiro do Sul no céu.

YAN Comunicação/Arquivo da editora



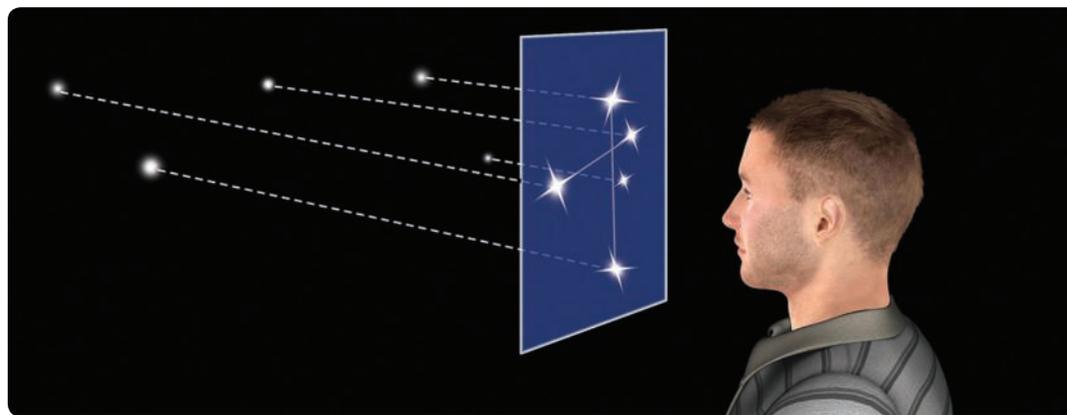
### Conheça também

#### Mitologia: uma história sobre a mudança das estações

A história das mudanças das estações do ano, segundo a lenda grega de Órion e de Escorpião, constitui um referencial para as observações dessas constelações em períodos distintos ao longo do ano. Disponível em: <<http://vintage.portaldoastronomo.org/tema92.php>>. Acesso em: set. 2018.

Representação esquemática da constelação do Cruzeiro do Sul, com os nomes de algumas das estrelas que a compõem. À esquerda, as estrelas guardas, Alfa e Beta do Centauro. Note, à direita, a posição da estrela conhecida como intrometida. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Veja na representação a seguir que as estrelas que compõem o Cruzeiro do Sul estão a diferentes distâncias da Terra.



Luís Moura/Arquivo da editora

Representação de como as estrelas que formam a constelação do Cruzeiro do Sul são vistas da Terra (plano azul) e de como seriam vistas de um ponto de vista diferente do da Terra. As linhas que unem as estrelas e formam o cruzeiro são imaginárias. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### Conheça também

#### Constelações

Animação que representa as diferentes estrelas da constelação de Órion vistas sob diferentes perspectivas. Se possível, apresente o vídeo aos estudantes.

Disponível em: <[www.astro.iag.usp.br/~gastao/anima/mov/Orion\\_3D.mp4](http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/anima/mov/Orion_3D.mp4)>. Acesso em: out. 2018.

### Orientações didáticas

Também é fundamental trabalhar com os estudantes a noção de que as estrelas estão localizadas em regiões distintas do Universo, não estando, portanto, em um mesmo plano aparente como sugere a leitura de um observador da Terra. O conjunto de estrelas que, unidas de forma imaginária, nos lembra uma figura traçada no céu recebe o nome de asterismo. Além das imagens ao lado, a sugestão do *Conheça também* desta página representa um valioso recurso para a compreensão do assunto.

## Orientações didáticas

Chame a atenção dos estudantes para o fato de a fotografia e a ilustração representarem a constelação de escorpião em posições diferentes. As estrelas, assim como diversos outros corpos celestes, apresentam movimento aparente periódico. Assim, a depender da hora em que olhamos para o céu, será possível ver a mesma constelação em diferentes posições.

Sugerimos que você realize com os estudantes a montagem e a utilização de um planisfério para o céu do Brasil, elaborado e disponibilizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em: <<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html>> (acesso em: nov. 2018).

Para conhecer um pouco mais sobre a Arqueoastronomia e as diferentes relações que civilizações antigas construíram com base na interpretação do céu, confira a sugestão de *Leitura complementar* desta página.

### Conheça também

#### Céu noturno na sua tela

Para encontrar representações do céu noturno e auxílio para as observações, é possível baixar no celular ou no *tablet* aplicativos gratuitos, como SkyMap, GoSkyWatch Planetarium, Star Chart e outros, e *softwares* gratuitos para computador, como Stellarium, um planetário virtual.

Com esses recursos, é possível identificar algumas constelações, as estrelas mais brilhantes e outros corpos celestes visíveis ao longo da observação.

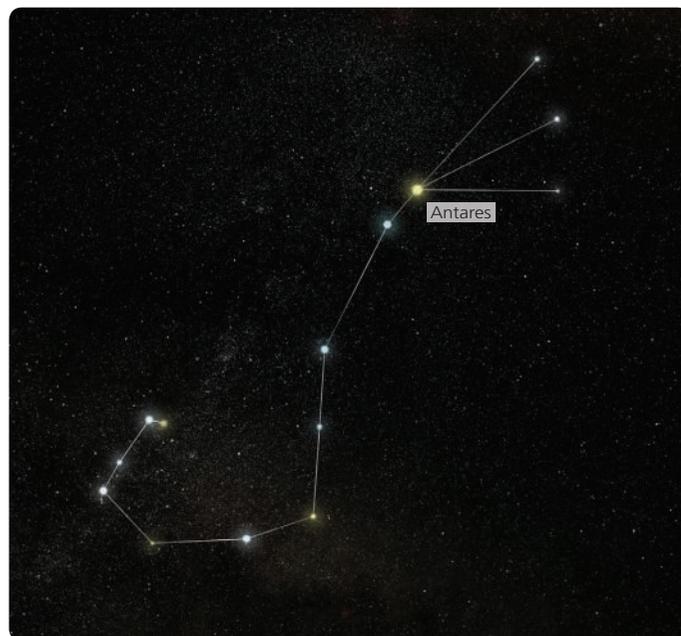
Disponível em: <<https://stellarium.org/pt/>>. Acesso em: out. 2018.

## Escorpião

Escorpião, uma constelação zodiacal bem evidente nas noites de inverno do hemisfério sul, tem Antares como estrela mais brilhante.



Fotografia da constelação de Escorpião. Austrália, 2016.



Representação esquemática da constelação de Escorpião. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## 4 Arqueoastronomia

Na Antiguidade, os povos observavam o céu tanto ao longo do dia quanto à noite. A partir do movimento cíclico do Sol, da Lua, dos planetas e das estrelas, eles podiam estabelecer o momento do plantio e da colheita de alimentos. Os eventos regulares e previsíveis, como os dias e as noites, as fases da Lua e a posição de constelações em determinados períodos do ano, lhes permitiam tomar decisões importantes, como definir época e tipo de plantação a ser cultivada, por exemplo.

Civilizações antigas deixaram vestígios, resultados de suas atividades. Demonstraram seus conhecimentos não somente em grandes estruturas como pirâmides e monumentos, mas também em pinturas em rochas, grutas e cavernas, nas quais, por meio de sinais e de símbolos, registraram suas histórias.

Para conhecer como antigas civilizações deram início à organização dos ciclos e contagem do tempo e de que modo expressavam seus conhecimentos astronômicos, surge a **Arqueoastronomia**, ramo relativamente recente da ciência, que tem por objetivo estudar os conhecimentos astronômicos de antigos povos, em especial dos pré-históricos. Na ausência de um registro escrito, o estudo se faz por meio de vestígios e marcas de atividades deixadas ao longo de milhares de anos.

### Leitura complementar

Durante milhares de anos, os diversos grupos humanos que por aqui passaram deixaram no local de sua longa ou curta permanência – e que hoje denominamos de sítio arqueológico – vestígios da sua presença. A Arqueologia, vislumbrando compreender sociedades tão diferentes da nossa, costuma se associar a diversas outras áreas de conhecimento, na tentativa de entender um

pouco mais sobre esses grupos, a partir de vestígios fragmentados de suas culturas.

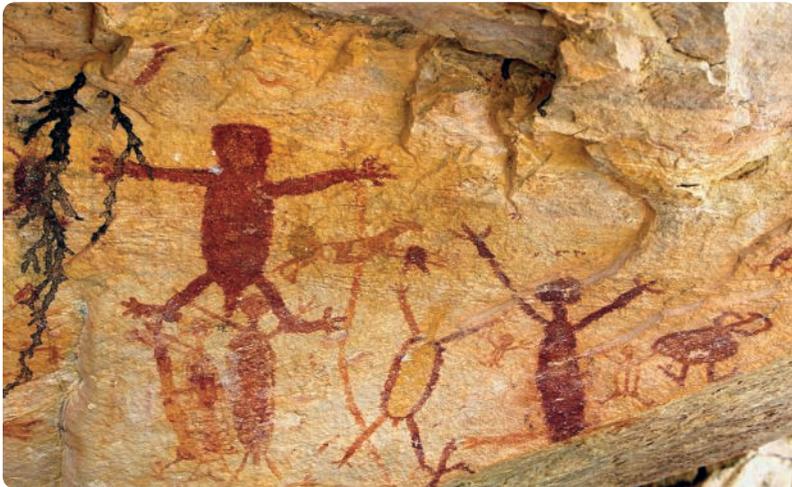
Em parceria com a Astronomia, busca compreender o conhecimento que as referidas sociedades teriam sobre a dinâmica celeste a partir de vestígios arqueológicos relacionados ao tema.

No Brasil, a pesquisa arqueoastronômica está diretamente associada ao estudo da arte rupestre, já que é principal-

mente nos painéis rupestres que encontramos sinais de registros astronômicos. Através desses painéis, podemos identificar diversos aspectos do cotidiano dos diferentes grupos que por aqui passaram e deixaram suas marcas. E o conhecimento astronômico é um aspecto de fundamental importância para a sobrevivência de um grupo.

A necessidade de orientação por referenciais astronômicos, apesar de passar despercebida pela maioria das

A Arqueoastronomia vale-se dos sítios arqueológicos encontrados no mundo todo. São esculturas, pinturas rupestres, antigas edificações, túmulos e artefatos que simbolizam e representam determinados períodos históricos de antigas civilizações. Dentre os vestígios encontrados, podemos destacar alguns, como Stonehenge, a pirâmide de Kukulcán e o Parque Nacional da Serra da Capivara.



Pinturas rupestres do sítio arqueológico Parque Nacional da Serra da Capivara (PI), 2018.



Stonehenge, localizado na região sul da Inglaterra, monumento circular que data da Idade do Bronze. Esse sítio arqueológico pré-histórico desperta o interesse de muitos estudiosos, como os que se dedicam à Astronomia e, mais recentemente, à Arqueoastronomia. Fotografia de 2018.

O significado da disposição das pedras em Stonehenge tem sido alvo de debates entre os arqueoastrônomos. Uma das ideias foi proposta pelos astrônomos Gerald Hawkins (1928–2003) e Fred Hoyle (1915–2001). Segundo eles, essas formações circulares de rochas destinavam-se a prever eclipses, mas há discordâncias.

... pessoas na atualidade, era essencial para regular o desenvolvimento de numerosas atividades das populações pré-coloniais tais como caça, pesca, coleta, agricultura, etc., que dependiam diretamente desse conhecimento para um bom desempenho. [...]

JALLES, Cintia. Arqueoastronomia: o que é isso? *Secretaria da Cultura do Rio de Janeiro*. Disponível em: <[www.cultura.rj.gov.br/artigos/arqueoastronomia-o-que-e-isso](http://www.cultura.rj.gov.br/artigos/arqueoastronomia-o-que-e-isso)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Ao explorar o tema com os estudantes, é interessante ressaltar como diferentes povos utilizaram as informações astronômicas de modo similar para organizar e planejar as atividades diárias, sazonais e anuais. Apesar das diferentes interpretações e leituras do céu, a utilização das informações celestes possibilitou a criação de sistemas para marcação do tempo, das estações e de outros eventos periódicos. Assim, trabalhando a habilidade (EF09CI15) com os estudantes, é possível valorizar a ampla diversidade de leituras do céu, reforçando a importância da Astronomia para o desenvolvimento das atividades humanas. A sugestão de vídeo a seguir pode ser um recurso complementar para essa conversa.

### Conheça também

#### Astronomia da Antiguidade

O vídeo explora a importância das interpretações astronômicas por povos antigos para a marcação do tempo, construções, planejamento das atividades agrícolas e mais.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=QHVpAkW6jxU](https://www.youtube.com/watch?v=QHVpAkW6jxU)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Os assuntos tratados podem ser abordados em conjunto com a disciplina de História como forma de enriquecer a aprendizagem. Diversas civilizações andinas possuíam profundo conhecimento astronômico, com implicações diretas nas dimensões políticas, agrícolas e culturais da vida em sociedade. Se possível, confira o vídeo do *Conheça também* para ampliar o tema com os estudantes.

A edificação de Kukulcán tem forma piramidal e conta com quatro escadarias, cada uma delas construída com 91 degraus, o que soma 364 degraus. Acima de todos eles há um último degrau, comum às quatro escadarias, que termina em um templo, totalizando 365 unidades. Cada uma representa um dia do calendário Haab, um calendário solar agrícola que era usado pela civilização maia.



RebusShutterstock

Pirâmide de Kukulcán, uma das edificações do sítio arqueológico da civilização Maia, na antiga cidade Chichén Itzá, no estado de Yucatán, México. Fotografia de 2018.



Gina PowersShutterstock

Estudos astronômicos também foram frequentes em diversas civilizações que ocuparam a região dos Andes na América do Sul, antes da colonização espanhola. Por exemplo, o império Inca tinha um sofisticado calendário solar atrelado às atividades agrícolas. A leitura do céu e do movimento aparente dos astros também é observada na arquitetura dessa cultura, com construções relacionadas aos solstícios e relógios de Sol. Muitos fenômenos astronômicos também eram fundamentais para o planejamento de rituais, colheitas e até mesmo guerras.

Relógio de Sol em Machu Picchu, no Peru, 2016. Também chamado de Intihuatana, palavra que pode ser traduzida como “lugar onde se amarra o Sol”, a obra representa o profundo conhecimento astronômico dos incas na marcação da passagem dos dias e estações ao longo do ano.

122

### Conheça também

#### Astronomia inca

O vídeo aborda o sofisticado conhecimento astronômico desenvolvido pela civilização inca e sua relação com aspectos culturais e práticos dos povos andinos.

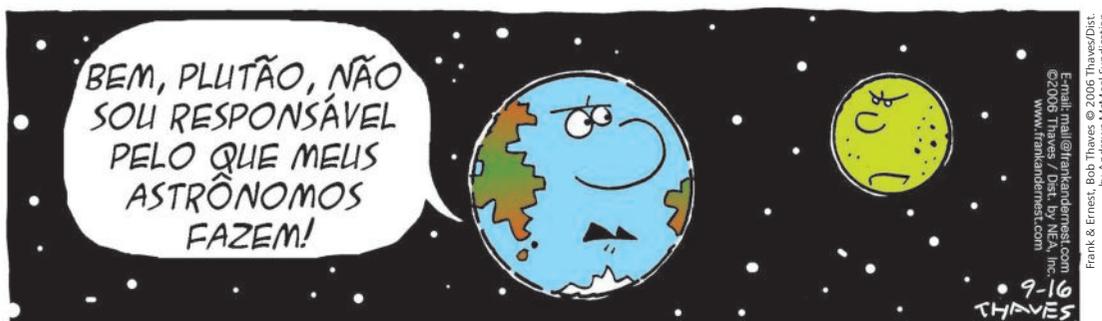
Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=TghRRdt8Nz0](https://www.youtube.com/watch?v=TghRRdt8Nz0)>. Acesso em: out. 2018.

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu. **Veja subsídios nas Orientações didáticas.**

## Análise e resposta

2. A charge a seguir faz uma brincadeira com a decisão de retirar o corpo celeste Plutão da categoria de planeta e classificá-lo como planeta-anão.



Fonte: <www.frankandernest.com>. Acesso em: nov. 2018.

- a) Descreva outro tipo de astro celeste presente no Sistema Solar que não seja um planeta ou um planeta-anão. **Asteróide, cometa, satélite.** Ambos são corpos celestes de formato aproximadamente esférico, que orbitam uma estrela. Porém, planetas não apresentam nenhum corpo de massa semelhante a eles orbitando-os, o que não ocorre com planetas-anões.
  - b) Cite as características de planetas-anões que os diferenciam dos planetas.
3. Com o desenvolvimento de telescópios eficientes, outros planetas, fora do Sistema Solar, vêm sendo descobertos. A respeito desse assunto, leia o texto a seguir:

Uma equipe internacional de astrônomos identificou o que parece ser uma versão em escala reduzida do Sistema Solar: dois planetas semelhantes a Júpiter e Saturno em órbita de uma estrela a 5 mil anos-luz da Terra. A descoberta sugere que esse pode ser apenas o primeiro entre os muitos sistemas planetários similares ao nosso existente na Via Láctea [...]

A nova dupla – junto com seu sol – forma um sistema análogo ao nosso. “Trata-se de uma versão reduzida no sentido de que a estrela é menor, mais sombria e mais fria do que o nosso Sol”, diz à CH Online Scott Gaudi, do Departamento de Astronomia da Universidade do Estado de Ohio (Estados Unidos).

FERNANDES, T. Versão reduzida do Sistema Solar. *Ciência Hoje On-line*. 14 fev. 2008. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/versao-reduzida-do-sistema-solar/>>. Acesso em: set. 2018.

- a) A autora da reportagem fala em sistema planetário. O que é um sistema planetário?  
**Um sistema planetário é um sistema formado por planetas em órbita de uma estrela (exemplo: o Sistema Solar).**
  - b) Cite duas diferenças entre um planeta e uma estrela.  
**As estrelas são corpos luminosos e os planetas são corpos iluminados pelas estrelas. O planeta orbita uma estrela.**
4. Quais planetas giram mais rapidamente que a Terra em torno do seu próprio eixo, isto é, têm uma velocidade de rotação maior que a da Terra? **Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.**
  5. Liste os planetas do Sistema Solar, classificando-os de acordo com as suas composições (rochosos ou gasosos). Qual a explicação mais provável para o fato de os planetas rochosos concentrarem-se mais próximos ao Sol e os planetas gasosos estarem mais distantes do Sol?
  6. Escreva uma história em quadrinhos para representar o ciclo solar. Mostre a história para os demais colegas e veja a deles. Troquem ideias e tirem as dúvidas, modificando o que acharem necessário. Depois, divulguem as produções na escola. **Resposta pessoal.**
  5. Os planetas rochosos são: **Mercurio, Vênus, Terra e Marte.** Os planetas gasosos são: **Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.** Provavelmente, a proximidade em relação ao Sol impediu que os planetas rochosos fossem compostos de gás, pois as altas temperaturas levaram à evaporação desses gases.

## Análise e resposta

Na atividade 2, os estudantes devem aplicar seus novos conhecimentos para a interpretação da charge, reconhecendo a diferença entre planetas e planetas-anões. Espera-se que os estudantes reconheçam a importância dos sistemas de classificação como forma de descrever e sistematizar o conhecimento, permitindo a comparação e a compreensão das características dos diversos tipos de corpos celestes.

A atividade 3 incentiva o trabalho com os conceitos de sistema planetário, estrela e planeta, articulando os conteúdos estudados com o texto apresentado. Além disso, o exemplo fornecido enriquece a aprendizagem, discutindo outros sistemas

planetários além do Sistema Solar na Via Láctea. Desse modo, a atividade também contribui para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI14).

Na atividade 5, os estudantes são incentivados a retomar as características dos planetas do Sistema Solar. Além disso, eles devem considerar as hipóteses de formação desse sistema planetário para justificar a localização dos planetas rochosos e dos planetas gasosos. Assim, a habilidade (EF09CI14) também é desenvolvida.

Na atividade 6, espera-se trabalhar a habilidade (EF09CI17) para a caracterização do ciclo solar, utilizando diferentes formas de expressão e registro. Nesse caso, incentiva-se a criação de histórias em quadrinhos, uma estratégia valiosa para integrar representações esquemáticas e textuais.

## Orientações didáticas

### Atividades

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou revisitar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes reformulem suas respostas, expressando mais familiaridade com os diferentes corpos celestes que compõem o Sistema Solar. Além disso, eles devem fornecer exemplos de outras estrelas, situando o Sistema Solar na Via Láctea e reconhecendo a existência de bilhões de outras galáxias.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Pesquisa

Subsídios para a atividade 8: Segundo a mitologia grega, Órion caçava em companhia da amada Ártemis, a deusa da caça. Com inveja, o irmão dela, Apolo, pediu ao Escorpião Celestial que matasse Órion. Quando Órion percebeu que seria impossível vencer o monstro, lançou-se ao mar. Então, Apolo desafiou a irmã a alvejar um pequeno vulto, distante no mar. Ártemis aceitou o desafio, mas logo compreendeu que o vulto que acertara era Órion. Inconsolada, Ártemis transforma Órion em constelação, uma das mais belas do firmamento. Para que pudesse localizá-lo no céu, Ártemis dotou Órion de um cinturão com as estrelas Mintaka, Alnilan e Alnitak, as Três Marias. Na Antiguidade grega, no céu do hemisfério sul, quando a constelação de Escorpião despontava a leste, a constelação de Órion desaparecia a oeste.

A atividade 9 visa valorizar os aspectos culturais relacionados à Astronomia. O agrupamento de estrelas em constelações tradicionalmente acompanhou dois sistemas: o sistema zodiacal, ligado à agricultura, e o sistema de nomenclatura equatorial, relacionado à navegação. O sistema zodiacal era utilizado para a determinação das estações, pois estas estavam relacionadas às atividades agrícolas, enquanto o sistema de nomenclatura equatorial favorecia a orientação por meio das estrelas durante as navegações noturnas. A associação do nome das constelações à mitologia foi, provavelmente, uma forma de facilitar a transmissão oral das descrições do céu pelos povos na Antiguidade.

A atividade 10 visa contribuir para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI15], por meio da pesquisa comparada dos tipos de calendários e suas utilizações por diferentes culturas. Espera-se, assim, que os estudantes reconheçam como diferentes calendários podem ser criados a partir de interpretações astronômicas, tendo em comum o objetivo de marcar o tempo e sistematizar eventos periódicos, como as estações. É importante que os estudantes destaquem como esse tipo de informação é fundamental para a organização de atividades humanas, como a agricultura.

7. Quando se fala em constelações, é comum que se pense nas linhas imaginárias que ligam as estrelas de uma constelação, como se fossem pontos sobre uma folha de papel. Explique por que essa ideia é incorreta do ponto de vista do conhecimento científico.

As estrelas de uma constelação estão, em geral, muito distantes umas das outras e muito distantes da Terra. Porém, justamente por estarem tão distantes, elas parecem estar todas em um mesmo plano.

#### Pesquisa

8. Faça uma pesquisa em grupo para saber mais a respeito da relação entre as constelações de Escorpião e Órion descrita na mitologia grega. Compartilhe os dados obtidos com os demais colegas de classe e complementem, caso necessário, as informações que vocês obtiveram. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
9. Pesquise, em grupo, a respeito da história ou mitologia relacionada a uma constelação do zodíaco. Vocês podem, com a ajuda do professor, dividir a turma para que cada grupo fique responsável pela pesquisa de uma constelação. Pesquisem a origem e o significado de cada uma das constelações zodiacais e em que época do ano elas estão mais visíveis no céu. Busque informações em livros de Astronomia, História, mitologia e em sites confiáveis da internet. Troque ideias com os colegas a respeito das constelações pesquisadas e apresentadas por vocês. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
10. Pesquise, em grupo, a respeito dos calendários solares, lunares e lunossolares utilizados no mundo atual e na Antiguidade. O calendário oficial brasileiro é o gregoriano, um calendário solar. Busque mais informações sobre outros sistemas, como o calendário chinês, o judaico, o islâmico, o etíope ou os diferentes calendários indígenas. Com os colegas, monte um cartaz para apresentar as informações pesquisadas. Lembre-se de destacar as características do calendário e como elas se relacionam com a cultura e organização dos povos que o utilizam. Se possível, acrescente esquemas e imagens ao seu cartaz. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
11. Você já deve ter notado que a bandeira do Brasil apresenta algumas estrelas no interior do círculo central azul.



Reprodução/IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Em grupo, pesquise quais são as constelações representadas na bandeira nacional e o que cada uma delas representa.

Na bandeira do Brasil estão representadas as constelações de Escorpião e do Cruzeiro do Sul, além de outras estrelas que integram constelações que não estão representadas por inteiro na bandeira. Cada estrela representa um dos estados brasileiros e o Distrito Federal.

Representação da bandeira do Brasil.

#### Integração

### De olho no céu

Neste capítulo, você e os colegas estudaram três constelações de visualização relativamente fácil no céu noturno: Escorpião, Cruzeiro do Sul e Órion. Combine com os colegas e com o professor uma maneira de realizarem observações noturnas do céu a olho nu, utilizando uma carta celeste, ou até mesmo, caso seja possível, instrumentos astronômicos, como binóculos ou luneta. Dividam a sala em três grandes grupos; cada grupo ficará responsável por observar uma das constelações citadas. Vocês combinarão o dia, o horário e quanto tempo durará a observação – sempre com a autorização de seus responsáveis e acompanhamento de um deles. Cada um de vocês poderá realizar a sua observação, na localidade onde mora. Anotem a hora que iniciaram a observação e quais corpos celestes foram vistos nessa ocasião. Registre a duração da observação, as características do céu e dos astros durante todo o processo de observação.

Após o período das observações, combine com os colegas, com o professor e com a direção do colégio para que possam juntos criar um espaço da astronomia, no qual poderão se reunir para trocar ideias a respeito das observações astronômicas realizadas por toda a turma. Esse espaço poderá sediar encontros para a troca de ideias a respeito não somente de Astronomia, mas de outros temas que estejam estudando.

124

#### Integração

Subsídios para a atividade **De olho no céu**: O reconhecimento das principais constelações visíveis no hemisfério sul pode ocorrer, em geral, em período de 10 a 15 dias de observação, ao final dos quais algumas estrelas, dentre as mais brilhantes, poderão ser reconhecidas. Na constelação de Órion, visível durante todo o verão, principalmente durante todo o mês de dezembro, será possível identificar as Três Marias, que formam o cinturão de Órion. Na formação da constelação, as Três Marias estão alinhadas ao centro. A observação do Cruzeiro do Sul pode ocorrer entre o final do mês de fevereiro e o final de abril.

Em certas ocasiões e épocas do ano, os seguintes planetas podem ser vistos a olho nu: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. O planeta Vênus, por exemplo, é um dos astros mais fáceis de ser identificados no céu noturno, em razão de seu intenso brilho. O planeta Marte, observado a olho nu, apresenta-se como astro avermelhado. Sua coloração avermelhada é produzida em função da extensão de solo árido, ou seja, desertos existentes em sua superfície.

Para saber em qual mês realizar a observação a olho nu de alguns planetas, será importante pesquisar, em sites especializados em Astronomia, quais épocas do ano são favoráveis às observações de um

Combine com os colegas e fotografem, quando possível, o céu e os corpos celestes que vocês identificaram ao longo das observações. Façam exposição das fotografias e das anotações que foram realizadas. Convidem colegas de outras turmas para visitarem o espaço de Astronomia. Compartilhem as experiências obtidas e convidem colegas para discussões acerca dos temas abordados nesta unidade.  
 Veja subsídios nas **Orientações didáticas**.

## Constelações indígenas

Germano Bruno Afonso/Acevo do pesquisador



Representação da constelação da Ema, cujo surgimento no lado leste ao anoitecer indica o início do inverno para algumas etnias indígenas do Brasil. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Olhar para o céu sempre aguçou a imaginação dos povos. O ocidente se acostumou às constelações criadas na Grécia Antiga a partir da junção de estrelas: Áries, Capricórnio, Leão, Escorpião e muitas outras. Usadas na Astronomia e na Astrologia, essas constelações ocidentais não são unanimidade.

Povos indígenas de todo o mundo – do Egito à América, sempre utilizaram as estrelas como uma espécie de agenda do clima e como bússola para orientação. Normalmente associadas aos rituais das tribos, as constelações indígenas foram fundamentais para a sobrevivência de diferentes etnias.

“As constelações são usadas durante todo o ano. Algumas têm finalidades religiosas, outras são mais por curiosidade, mas elas servem, principalmente, como calendário agrícola”, explica Germano Afonso, pós-doutor em Etnoastronomia e que já mapeou mais de 100 constelações indígenas tupi-guarani. As flutuações sazonais indicadas pelas constelações influenciam no período da pesca, caça, plantio e colheita. Cada imagem formada no céu permitia aos índios identificar que uma nova estação do ano estava por vir.

O astrônomo explica que, ao saberem do inverno, os indígenas poderiam garantir sobrevivência das crianças indígenas e dos índios mais vulneráveis. As tribos planejavam qual era o melhor momento para plantar, caçar, pescar e até para engravidar. Afinal, uma criança que nascesse no inverno (Constelação da Ema) teria poucas chances de vencer as adversidades climáticas. [...]

PEDROSA, L. Fique por dentro dos mitos e usos das constelações indígenas. *Portal EBC*. 24 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/tecnologia/2016/02/constelacoes-indigenas-mitos-e-astronomia>>. Acesso em: set. 2018.

- Após ler o texto, converse com os colegas e busquem responder às seguintes questões.
  - a) Por que é importante para a ciência criar sistemas de classificação, como a classificação científica dos astros celestes? Escreva um pequeno texto no caderno justificando sua resposta e depois apresente-o aos colegas, de modo que todos possam compartilhar ideias. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
  - b) Na sua opinião, é importante que as populações indígenas mantenham os nomes das constelações e os conhecimentos astronômicos tradicionais de suas etnias? Justifique sua resposta. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

▶ planeta ou outro, uma vez que esses corpos celestes orbitam no espaço; portanto, o período ideal para identificação de um planeta dependerá da época do ano em que a observação ocorrer.

Pretende-se que os estudantes trabalhem com modelos de modo a melhor compreender a estrutura do Sol, contribuindo também para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI14]. Além disso, pretende-se desenvolver a habilidade de comunicação oral com as apresentações. No trabalho em classe, deve-se valorizar as representações feitas e apontar melhorias de modo produtivo além de acompanhar as discussões, resolvendo as dúvidas.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Integração

A atividade **Constelações indígenas** visa explorar a leitura do céu por etnias indígenas, contribuindo para a valorização da cultura e dos conhecimentos tradicionais. Além disso, é possível trabalhar a habilidade [EF09CI15], explorando como interpretações astronômicas por diferentes culturas estão fortemente vinculadas a distintas necessidades e atividades humanas.

No item **a**, é importante que os estudantes discutam e registrem a importância de sistemas de classificação para sistematizar as informações, além de padronizar termos e conceitos, auxiliando na pesquisa e na comunicação. Se possível, promova o compartilhamento dos textos em uma roda de conversa.

No item **b**, os conhecimentos astronômicos tradicionais das etnias indígenas são fundamentais para identificação das flutuações sazonais que influenciam as atividades de pesca, caça, plantio e colheita. Assim, o conhecimento a respeito das constelações e de outros corpos celestes serve às suas necessidades básicas de sobrevivência, sendo passado de geração em geração como parte da tradição cultural. Confira as indicações do *Conheça também* a seguir como forma de ampliar o tema.

#### Conheça também

##### Constelações Indígenas Brasileiras

- a) O artigo explora a importância das interpretações astronômicas por etnias indígenas como parte de um complexo conjunto cultural. Conheça em detalhes as constelações da Ema, do Homem Velho, da Anta do Norte e do Veado, importantes referências para o planejamento de atividades e a marcação de períodos sazonais. Disponível em: <[www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf](http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf)>. Acesso em: out. 2018.
- b) Vídeo que explora o tema de forma breve e objetiva, apresentando também imagens de referência. Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=GZwtycoHHSE](http://www.youtube.com/watch?v=GZwtycoHHSE)>. Acesso em: out. 2018.

## Habilidade da BNCC abordada

**(EF09CI16)** 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.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Origem da vida na Terra.
- Hipótese de evolução química.
- Características de um ser vivo.
- Habitabilidade.
- Zonas habitáveis.
- Corpo humano e sobrevivência fora da Terra.
- Viagens interplanetárias e interestelares.

### Conteúdos procedimentais

- Análise e interpretação de imagens.
- Elaboração de textos, cartazes e materiais de divulgação.
- Interpretação de textos e notícias.
- Pesquisa em livros e sites de divulgação científica na internet.
- Trabalho em grupo, de modo que haja produção individual e coletiva.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da linguagem científica.
- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Capacidade de lidar com críticas quanto a ideias, elaborando-as e recebendo-as.
- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa das tarefas no trabalho em grupo.
- Análise crítica de situações polêmicas.

# Vida no Universo

CAPÍTULO

6



Kevin M. Gillip - Caltech/SwRI/MSSS/NASA

Vista do planeta Júpiter obtida pela sonda espacial Juno da Nasa (agência norte-americana de Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), em 2018.

Júpiter faz parte dos chamados planetas gasosos e, além de ser o maior do Sistema Solar, é o que tem maior número de luas: 79 conhecidas até agora! A sonda Juno contribui para a investigação de um dos grandes enigmas da humanidade: a vida no Universo. Para isso, obtém dados da composição da atmosfera de Júpiter e verifica a presença de água nesse planeta. Ao longo deste capítulo, conheceremos mais sobre a origem da vida na Terra, para então discutir a possibilidade da existência de vida em outras regiões da Via Láctea.

## O que você já sabe?

Não escreva no livro

1. Que condições deveriam existir em Júpiter, ou em qualquer outro planeta, e até mesmo em luas, para a existência de vida? Você conhece algum planeta ou alguma lua que tenha essas condições?
2. Quais características ou condições presentes na Terra possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida?
3. O que seria preciso para a espécie humana viver fora da Terra?
4. Quanto tempo você imagina que leva para uma nave espacial ir da Terra à Lua? E até Júpiter?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

126

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão acerca dos tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

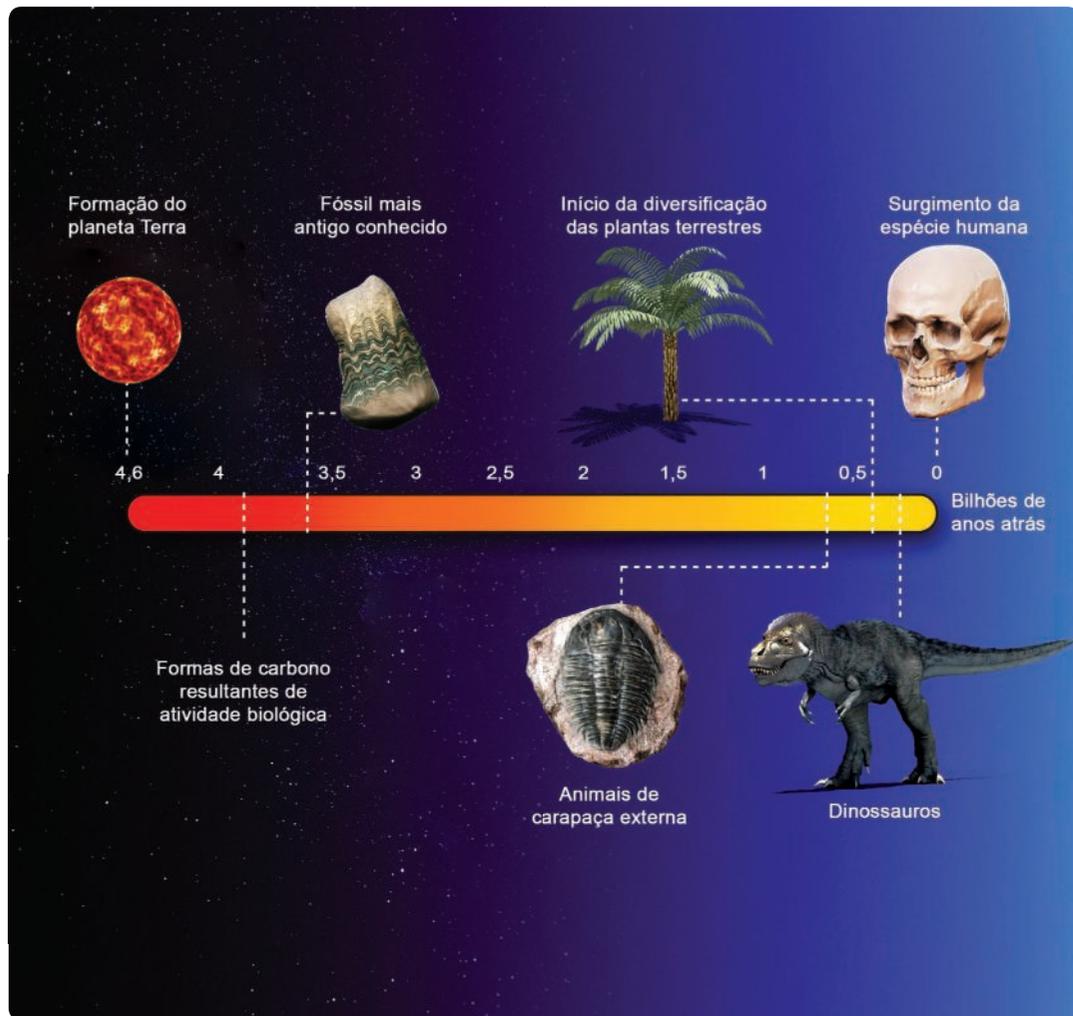
As atividades visam incentivar os estudantes a refletir nas condições necessárias à vida. É interessante estimular a conversa, de modo que eles apontem fatores como temperatura, água e alimento. Além disso, levante os conhecimentos prévios que eles possuem a respeito da possibilidade de vida fora da Terra. Em seguida, a conversa pode ser focada nas condições necessárias para o ser humano sair do planeta e habitar outro corpo celeste. Com relação ao tempo de viagem, é interessante averiguar a noção de tempo e distância que eles possuem, pois isso será trabalhado posteriormente.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

# 1 Origem da vida na Terra

Você já imaginou como a vida surgiu no planeta Terra? A formação da Terra, assunto que já estudamos, ocorreu há cerca de 4,6 bilhões de anos. Já o fóssil mais antigo que se conhece data de aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Assim, a vida deve ter surgido no intervalo de tempo entre esta data e a formação da Terra. Como? Ainda há muitas discussões.

Os primeiros registros de formas de carbono, que só poderiam ter se formado em função da atividade biológica, datam de cerca de 3,8 bilhões de anos. Como visto no capítulo anterior, as condições ambientais da Terra nessa época eram muito diferentes das atuais. Atmosfera com outra composição, temperaturas elevadas, impactos de meteoritos e intensa radiação são apenas alguns exemplos. Nesse contexto, vamos ver uma das explicações mais aceitas para a origem dos seres vivos.



Linha do tempo com representação de alguns eventos desde a formação da Terra, há cerca de 4,6 bilhões de anos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Ao longo do capítulo, vamos explorar diferentes condições para o surgimento e a manutenção da vida, com o objetivo de avaliar a possibilidade de sua existência em outros corpos celestes. Além disso, enfatizaremos as condições consideradas necessárias para a sobrevivência humana fora da Terra. Consideramos que esses são temas que despertam grande interesse dos estudantes, por isso sugerimos aproveitar as diferentes oportunidades ao longo deste estudo para que eles entrem em contato com conceitos de Química, Biologia, Física e Astronomia de modo integrado, valorizando o desenvolvimento científico e tecnológico.

A origem da vida na Terra e sua evolução é, sem dúvida, um tema de grandes debates e sob contínua investigação. Optamos por iniciar o estudo deste capítulo com este tema devido a sua fundamental importância como base de estudo e referência a todas as demais investigações que exploram a vida no Universo. Para introduzir o assunto, retome com os estudantes o conceito de tempo geológico, trabalhando as informações do texto com o auxílio da representação da linha do tempo. É fundamental que os estudantes retomem o conceito de fósseis e sua importância para a compreensão da evolução biológica e geológica.

### Conheça também

#### Origem da vida

Confira o artigo de divulgação científica que discute de maneira breve e objetiva o que a Ciência pode dizer com relação à origem da vida. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60nspe1/a0860ns1.pdf>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Considerando o nível de escolaridade, optamos por apresentar a hipótese de evolução química de modo simplificado. O objetivo é fornecer as principais informações relacionadas ao surgimento de moléculas orgânicas complexas que originaram os primeiros seres vivos. Ao explorar as condições primitivas da atmosfera e da hidrosfera terrestre, retome com os estudantes algumas informações abordadas no capítulo anterior para facilitar a conexão entre os assuntos.

Caso queira aprofundar o histórico de experimentos e investigações sobre a hipótese de evolução química, é possível falar sobre os experimentos de Urey e Miller aos estudantes. Em 1953, os cientistas Harold Urey (1893-1981) e Stanley Miller (1930-2007) desenvolveram um conjunto de experimentos para simular as condições da atmosfera terrestre primitiva. Por meio de um sistema fechado com descargas elétricas e elevada temperatura, os cientistas foram capazes de produzir artificialmente diferentes moléculas orgânicas, como aminoácidos, a partir de vapores de água, gás metano, gás carbônico, hidrogênio e amônia. Os experimentos de Urey e Miller forneceram grande suporte à hipótese de Aleksander Oparin e John Haldane, além de promover o desenvolvimento de centenas de estudos bioquímicos subsequentes que até hoje buscam compreender aspectos da evolução bioquímica da vida.

### Aplique e registre

As atividades visam ressaltar a importância dos estudos sobre o surgimento da vida na Terra como forma de compreender a atual diversidade biológica, além de fornecer condições para investigar e explorar a possibilidade de vida em outros lugares do Universo. É fundamental que os estudantes reconheçam as etapas da hipótese de evolução química e relacionem essas informações com o que já sabem sobre os seres vivos.



Estromatólitos fósseis, como os da fotografia, são rochas organizadas em camadas formadas pela atividade de microrganismos unicelulares. Os estromatólitos são as principais evidências da existência de vida na Terra em um período anterior a 3 bilhões de anos.

Na década de 1920, dois pesquisadores propuseram, de modo independente, uma possível explicação para a origem de moléculas orgânicas e de sistemas orgânicos mais complexos antes do surgimento dos primeiros seres vivos. Esses pesquisadores foram o russo Aleksander Oparin (1894-1980) e o inglês John Haldane (1892-1964).

Segundo a **hipótese de evolução química** de Oparin e Haldane, a atmosfera primitiva, juntamente com a energia fornecida por intensos raios e pela radiação solar ultravioleta, proporcionou a formação das primeiras moléculas orgânicas na atmosfera. Essas moléculas orgânicas simples teriam se concentrado nos mares primitivos, onde várias delas passaram a reagir, dando origem a moléculas orgânicas mais complexas. Estas teriam se aglomerado, formando conjuntos de moléculas orgânicas envoltas em água, as quais foram chamadas de **coacervados**.

Como se originaram os primeiros seres vivos, não se sabe, mas a formação de coacervados sugere que sistemas orgânicos complexos, como as primeiras células, poderiam ter se formado na Terra primitiva, marcando assim o início da vida. Além disso, teriam surgido moléculas complexas capazes de se replicar, fazendo cópias de si mesmas. Dessa célula ancestral descendem, por evolução, todos os demais seres vivos.



Representação esquemática de um possível cenário da Terra primitiva, com a formação dos coacervados. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

1. As condições da Terra primitiva são fundamentais para compreender como a vida pode ter surgido e evoluído. Características como elementos químicos disponíveis, tipos de fontes de energia e distribuição de água são fatores essenciais nesse contexto.

### Aplique e registre

ⓧ Não escreva no livro

1. Como o conhecimento sobre condições da Terra primitiva contribuem para hipóteses sobre a origem da vida?
2. Considerando a hipótese de evolução química, quais etapas e condições seriam esperadas para o surgimento da vida em outros planetas?

Formação de moléculas orgânicas simples, formação de agregados orgânicos mais complexos, reações químicas favorecidas por fontes de energia do ambiente, desenvolvimento de metabolismo, métodos de autorreplicação (reprodução), compartimentalização do sistema, etc.

128

### Conheça também

#### A origem da vida

Vídeo de divulgação científica que explora a origem da vida, incluindo temáticas evolutivas e bioquímicas, além das hipóteses mais aceitas atualmente. O material pode ser apresentado aos estudantes como recurso complementar.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=rnMYZnY3uLA](http://www.youtube.com/watch?v=rnMYZnY3uLA)>. Acesso em: out. 2018.

Desde o surgimento, todas as formas de vida passam pelo processo de evolução, assunto que já comentamos no capítulo 2. Esse processo gerou a enorme diversidade de seres vivos que conhecemos hoje. Assim, é possível afirmar que a Terra reúne condições necessárias para a existência de seres vivos. Mas será que há outros corpos celestes em que as condições ambientais propiciam a existência de vida? E que vida seria essa?

As respostas a essas perguntas não são simples. Elas passam pela compreensão do que é vida e do que se considera um local com condições ambientais adequadas à existência de vida. Somente assim poderemos saber o que procurar no Universo para encontrar formas de vida. Nossos critérios para essas definições são pautados no que conhecemos: o planeta Terra e as formas de vida que nele existem. Talvez sistemas vivos tenham surgido em outros lugares do Universo, sob diferentes leis e condições, porém o melhor modo de explorar o tema é utilizar as ferramentas mais próximas, ou seja, buscando informações na própria Terra.

Agora, vamos procurar responder a duas perguntas básicas na busca de vida extraterrestre: o que é um ser vivo e quais são as condições necessárias para a existência de vida.

## 2 Caracterizando um ser vivo

Neste item, vamos tentar responder à nossa primeira pergunta: o que é um ser vivo? Há várias propostas para definir um ser vivo, todas pautadas no que conhecemos dos organismos que ocorrem na Terra. Uma forma de abordar essa questão é descrever as características possivelmente essenciais a um sistema vivo:

- **Interação com a água:** estima-se que a vida tenha surgido em meio aquoso, em associação com substratos rochosos. O corpo dos seres vivos é formado por grande quantidade de água (cerca de 80%) e quantidades menores de sais minerais e compostos orgânicos. Todos os seres vivos que conhecemos interagem com a água e suas propriedades físico-químicas para sobrevivência.
- **Moléculas orgânicas:** os seres vivos que conhecemos são formados por moléculas orgânicas compostas basicamente de carbono e hidrogênio, com a presença de nitrogênio, oxigênio, fósforo ou enxofre. Essas moléculas constituem os carboidratos, os lipídeos, as proteínas e os ácidos nucleicos.
- **Compartimentalização:** um sistema vivo deve estar delimitado em um compartimento, de modo a manter um meio interno estável. Apesar de delimitado, ele não deve estar totalmente isolado, pois, sem trocar substâncias com o meio, não é capaz de sobreviver. No caso dos seres vivos que conhecemos, esses compartimentos são as células, delimitadas por membrana plasmática semipermeável, estrutura que separa o conteúdo celular do meio externo e que permite trocas seletivas com ele.
- **Informação:** um sistema vivo deve conter em si toda a informação necessária para sua manutenção e reprodução. A hereditariedade das informações é contida e promovida por moléculas; no caso dos seres vivos que conhecemos, o sistema de informação está no DNA.

### Orientações didáticas

Ao discutir as características essenciais de um ser vivo, explore como cada uma delas é fundamental e está presente em todos os seres vivos conhecidos. Assim, é interessante ressaltar exemplos de diferentes organismos, como bactérias, fungos, protistas, plantas e animais, destacando como cada característica listada se aplica a todos eles. Para auxiliar ainda mais na compreensão dessas características, é possível comentar com os estudantes que cada uma delas já foi estudada ao longo dos anos do Ensino Fundamental quando abordamos a biologia celular, os princípios de fotossíntese e respiração celular, a Genética e a Biologia Evolutiva.

Nesse momento, é interessante também ressaltar a importância da interação com a água. Espera-se que os estudantes compreendam essa característica fundamental que justifica a busca por água líquida fora da Terra.

### Leitura complementar

A maioria das pessoas provavelmente não precisa pensar muito para distinguir seres vivos dos “não vivos”. Em tese, é fácil: um humano está vivo, uma rocha, não.

A tarefa pode parecer simples, mas é bem mais complexa para cientistas e filósofos, que há milênios ponderam sobre o que faz uma coisa “estar viva”.

Grandes intelectuais, como o grego Aristóteles e o cosmólogo americano Carl Sagan, debruçaram-se sobre esse problema, em milênios diferentes, e até hoje não há uma definição que agrade a todos.

Literalmente falando, ainda não temos um significado para vida, e a definição ficou ainda mais difícil nos últimos cem anos.

[...]

A falta de consenso para se chegar a uma definição reflete a divergência de ideias entre cientistas sobre o que é necessário para se estabelecer que algo “está vivo”. Enquanto um químico poderia dizer que a vida se resume a algumas moléculas, um físico talvez considerasse importante incluir na discussão a questão da termodinâmica. [...]

POR QUE é tão difícil definir o que é vida e o que são seres ‘vivos’. *BBC News Brasil*. Fev. 2017. Disponível em: <[www.bbc.com/portuguese/vert-earth-38800106](http://www.bbc.com/portuguese/vert-earth-38800106)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A atividade apresenta uma situação hipotética como forma de os estudantes aplicarem os conceitos estudados. É interessante que eles reflitam sobre as características mencionadas e avaliem a possibilidade de a entidade ser considerada um ser vivo. Além disso, solicite a eles que registrem suas opiniões, justificando-as com base em argumentos químicos e biológicos.

### Saiu na mídia

A matéria de divulgação apresentada deve auxiliar a ampliação do estudo do tema, possibilitando a articulação com o desenvolvimento científico e tecnológico. Oriente os estudantes na leitura, reforçando a importância da interpretação das informações que permitem a discussão sobre vida fora da Terra. A sugestão de *Leitura complementar* a seguir também deve contribuir para explorar o tema.

Essa entidade tem características de um ser vivo, como compartimento delimitado, podendo ser uma célula, e tem DNA, importante no processo de reprodução. Além disso, a entidade interage com água, uma vez que foi encontrada no mar, e possui moléculas orgânicas (como o DNA), mas a capacidade evolutiva só poderia ser avaliada após algumas gerações.

• **Metabolismo:** conjunto de reações químicas que fornecem energia e produzem moléculas orgânicas, as quais serão utilizadas na constituição ou na regulação de um sistema. No caso dos seres vivos que conhecemos, podemos dar como exemplo de metabolismo a fotossíntese, feita pelos seres clorofilados, que utilizam a energia da luz, a água e o gás carbônico na formação de substâncias orgânicas fundamentais para a vida. Outro exemplo é a respiração celular, em que as moléculas orgânicas são quebradas na presença de gás oxigênio, formando gás carbônico e água, e fornecendo energia para as demais atividades metabólicas das células.

• **Evolução:** os sistemas vivos que conhecemos geram descendência com variações herdáveis e, assim, suscetíveis aos processos evolutivos.

Outra forma de definir vida foi proposta pela Nasa e é bem mais geral: A vida é um sistema químico autossustentável capaz de evolução darwiniana.

Um sistema químico autossustentável é aquele que apresenta integração de vários processos metabólicos e com capacidade de se reproduzir. A evolução darwiniana refere-se à proposta de Darwin de evolução dos seres vivos por seleção natural. Ao procurarmos vida em outros corpos celestes, usamos esses referenciais para definir as características essenciais de um ser vivo e avaliar o que for encontrado.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Uma certa entidade foi encontrada em um ambiente escuro no fundo do mar. Ao ser estudada, verificou-se que era formada por apenas um compartimento bem delimitado, que continha poucas estruturas em seu interior, e apenas uma molécula de DNA. Em laboratório ela se reproduziu, usando como fonte de energia o açúcar acrescentado ao meio de cultura. Explique, com base nessas informações, se essa entidade pode ser considerada um ser vivo.

### Saiu na mídia

Não escreva no livro

#### Vida fora da Terra?

Apesar de ligarmos a existência de oceanos de forma exclusiva com o nosso planeta dentro do Sistema Solar, as evidências científicas das últimas décadas apontam fortemente a presença dessas grandes massas de água líquida em alguns satélites [luas] dos nossos planetas vizinhos [...]. Agora, com os dados obtidos da Missão Cassini, astrônomos fizeram uma surpreendente descoberta: além de *Enceladus* [Encélado, lua de Saturno] ter um gigantesco oceano debaixo da sua grossa camada de gelo superficial, o satélite possui energia bioquímica para suportar vida e um complexo sistema de moléculas orgânicas!

[...]

Em 28 de outubro de 2015, em um dos seus mergulhos mais profundos nas plumas, ela [sonda Cassini] determinou que 98% das ejeções eram compostas por água, 1% era gás hidrogênio e o resto era uma mistura de outras moléculas incluindo gás carbônico, metano e amônia.

[...]

Sem mais delongas, o gás hidrogênio é quase um doce para certos micróbios. Vida como a conhecemos aqui na Terra precisa de três principais ingredientes: água líquida, uma fonte de energia para o metabolismo e a presença de certos elementos essenciais (carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre). Água líquida tem bastante por lá. Já presença de gás

130

#### Leitura complementar

[...] Durante o avanço espacial, muitas missões foram lançadas, sobretudo a Marte, que era um planeta próximo à Terra e considerado passível de abrigar vida. Paralelamente, o desenvolvimento da medicina espacial se deu no sentido de conhecer os efeitos dos ambientes localizados fora da Terra no ser humano. “A Nasa concluiu que era necessária a investigação do efeito de ambientes espaciais em organismos vivos, e incluiu nessa tarefa a busca por vida extraterrestre, tanto para efeitos de proteção da Terra quanto para evitar a con-

taminação cruzada”, conta o astrobiólogo [Fábio Rodrigues, Instituto de Química da USP].

É aí que, para se diferenciar da biologia convencional, nasce a exobiologia, que mais tarde se desenvolveria como astrobiologia. “Para alguns autores, a vida não só é possível fora da Terra, como é um ‘imperativo cósmico’. A química, a física, a geologia, entre outros, é universal. Não haveria, então, razões para a biologia também não ser”, justifica.

hidrogênio no satélite – este o qual estaria sendo formado entre a reação da água com rochas do seu núcleo rochoso através de processos hidrotermais – fornece a segunda necessidade básica, ou seja, energia para o metabolismo. Assim, se existir vida microbiana lá, elas estariam utilizando o gás hidrogênio como substrato energético, através de um processo chamado de ‘metanogênese’, o qual também ocorre nas famosas fontes hidrotermais em nossos oceanos, no estômago de ruminantes e até mesmo no intestino de muitas pessoas (gases produzidos nas flatulências de alguns possuem metano na sua composição).

[...]

SABER ATUALIZADO. *Encélado*: O satélite em Saturno capaz de sustentar a vida. Disponível em: <<https://www.saberatualizado.com.br/2017/04/satelite-natural-de-saturno-capaz-de.html>>. Acesso em: ago. 2018.



JPL-Caltech/NASA

A Missão Cassini foi uma colaboração entre a Nasa, a Agência Espacial Europeia (ESA) e a Agência Espacial Italiana (ASI). A espaçonave não tripulada desta missão, composta do orbitador Cassini e da sonda Huygens, foi lançada no espaço em 1997, continuando ativa e transmitindo importantes dados e imagens até 2017, ano em que fez sua última aproximação de Saturno, sendo programada para uma rota de colisão com a atmosfera do planeta. Representação artística da Cassini se aproximando de Saturno.

Superfície de Encélado, lua de Saturno, fotografada pela sonda Cassini em 2005. Plumões de vapor de água e gelo são expelidos de oceanos ocultos sob a superfície congelada.

A presença de fontes de energia e compostos químicos complexos revelam grande potencial para condições favoráveis à vida em outros locais do Sistema Solar.



Space Science Institute/JPL/NASA

**1.** Presença de água no estado líquido em grande quantidade, formando oceanos; fonte de energia para metabolismo a partir de processos hidrotermais; presença de elementos essenciais (carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre) e compostos orgânicos mais complexos.

### Refleta e responde

1. Quais descobertas sobre o satélite Encélado apontam condições favoráveis ao surgimento da vida?
2. O texto aponta três principais “ingredientes” para a vida. Explique como cada um desses “ingredientes” está relacionado com a viabilidade de um ser vivo.
3. Considerando missões futuras para a investigação dessa lua de Saturno, você acha que evidências de formas simples de vida serão encontradas? Justifique sua resposta. *Resposta pessoal.*

**2.** A água no estado líquido é essencial como meio para reações químicas, organização das moléculas e outras propriedades, sendo indispensável a todos os seres vivos conhecidos; fontes de energia são necessárias para manter o metabolismo de um sistema, ou seja, seu funcionamento e replicação; finalmente, elementos essenciais formam a maior parte das substâncias complexas necessárias a um organismo.

131

Desde o último século, diversos cientistas têm dado cada vez mais credibilidade ao tema da vida extraterrestre, entre os quais se destacam J. Carl Gauss, Nikola Tesla, Svante Arrhenius, Erwin Schrödinger, e Enrico Fermi. Somado a isso, enraizamento desse tema na cultura popular motiva as buscas e o investimento. [...]

Para encontrar algo, primeiro é preciso definir o que se está procurando. O que à primeira vista parece uma afirmação óbvia, não é tão simples assim. Primeiro porque não existe um conceito fechado para determinar o que é vida. “O único consenso é a respeito do que

a vida como a conhecemos precisa para se desenvolver na Terra: os elementos básicos, as fontes de energia, e como funciona o metabolismo dos seres vivos aqui”, explica o cientista. Assim, se outras formas de vida forem muito diferentes da que conhecemos na Terra, podemos nem conseguir identificá-las. [...]

CAIRES, Luiza. Astrobiologia, nas fronteiras do conhecimento e do universo. *Universidade de São Paulo (USP)*. Jun. 2013.

Disponível em: <<https://www5.usp.br/28776/>>.

Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

#### Refleta e responde

As atividades devem auxiliar os estudantes na interpretação do texto, destacando a importância da presença de água no estado líquido. Além disso, eles deverão trabalhar as características fornecidas pelo texto em conjunto com os conteúdos estudados, favorecendo uma situação de aprendizagem mais ampla e integrada. Finalmente, a atividade **3** pode ser conduzida como um debate breve, de modo que os estudantes exponham suas opiniões e as justifiquem com base em argumentos. As informações apresentadas no texto do capítulo e na matéria desta seção devem auxiliar. Oriente a conversa para que todas as opiniões sejam respeitadas. Ao final, solicite aos estudantes o registro de suas opiniões, complementando as justificativas com base na discussão coletiva.

## Orientações didáticas

Aproveite essa oportunidade para explorar com os estudantes a importância do desenvolvimento científico e tecnológico para a construção do conhecimento humano. As estações espaciais, os telescópios e os radiotelescópios são apenas alguns exemplos de grandes conquistas que permitiram re-interpretar o conhecimento sobre o Universo. A instrumentação tecnológica é um componente fundamental para avançar em novas questões e obter resultados antes considerados intangíveis. Converse com os estudantes, questionando se eles conhecem esses aparelhos: apresente-os e ressalte sua importância para o estudo dos corpos celestes. Confira, na sugestão a seguir, mais informações sobre o telescópio Hubble e sua importância para a astronomia.

## 3 Possibilidade de vida fora da Terra

Muitos corpos celestes são atualmente foco de pesquisas para saber se há possibilidade de existir vida como nós a conhecemos. A primeira preocupação nessas pesquisas é a presença de água no estado líquido, já que é considerada ideal para possibilitar reações químicas complexas de modo eficiente e organizado como as que ocorrem nos seres vivos. Sem água, não há vida como nós a conhecemos. Havendo água, comecem as investigações de outros fatores considerados importantes para a existência de vida, como presença de moléculas orgânicas.

O avanço dessas pesquisas só foi possível graças ao desenvolvimento científico e tecnológico. Além das viagens espaciais tripuladas, outras não tripuladas permitiram não somente explorar regiões longínquas do Sistema Solar, como também compen-

sar limitações do próprio corpo humano em viagens espaciais. Satélites e sondas espaciais têm sido lançados no espaço, fotografando, coletando e registrando informações que chegam para os cientistas aqui na Terra – um exemplo é a Missão Cassini, que vimos anteriormente. Veja nas fotografias desta página outros exemplos de instrumentos lançados no espaço para pesquisas espaciais.



O telescópio espacial Hubble é um satélite artificial não tripulado lançado em 1990 para a coleta de dados e de imagens de diferentes regiões do Universo. Missões periódicas de manutenção possibilitam o seu funcionamento ao longo de tanto tempo. Na fotografia, o telescópio Hubble, fotografado pela tripulação da missão espacial STS-109, após operação de reparo e reconfiguração do telescópio em 2002.

A sonda espacial Juno, lançada em 2011, orbita Júpiter para a coleta de dados sobre a origem e a evolução do planeta. Representação artística da sonda Juno se aproximando de Júpiter.



132

### Conheça também

#### O telescópio Hubble

- Página do Observatório Astronômico Frei Rosário, da Universidade Federal de Minas Gerais, que explora a história, a importância e outras características do telescópio espacial Hubble. Disponível em: <[www.observatorio.ufmg.br/hubble.htm](http://www.observatorio.ufmg.br/hubble.htm)>. Acesso em: out. 2018.
- As 10 melhores imagens capturadas pelo telescópio podem ser apresentadas aos estudantes como recurso visual para estimular o estudo dos temas do capítulo, além de ressaltar a importância do telescópio. Disponível em: <[www.natgeo.pt/photography/2018/01/veja-10-das-melhores-imagens-do-hubble?image=hubble-13-ngc-1300-barred-spiral-galaxy-1920](http://www.natgeo.pt/photography/2018/01/veja-10-das-melhores-imagens-do-hubble?image=hubble-13-ngc-1300-barred-spiral-galaxy-1920)>. Acesso em: out. 2018.

Além desses equipamentos lançados no espaço, há outros fixos na Terra que são fundamentais às pesquisas espaciais, como os observatórios astronômicos e os radiotelescópios.

Apesar de grandes avanços, até o momento não se obteve sinais da existência de seres vivos em outros corpos celestes, mas há registros de água líquida em alguns deles e de moléculas orgânicas simples em vários locais do Universo.

Radiotelescópios são utilizados em pesquisas para identificar elementos e compostos químicos em corpos celestes. Para isso, esses instrumentos captam ondas eletromagnéticas emitidas através do espaço. Na fotografia, antenas de radiotelescópio do Instituto de Radioastronomia Milimétrica (IRAM), nos Alpes Franceses, na França, 2016.



Vo Trung Dungleuoc/look At Sciences/ Science Photo Library/Fotorena

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

A Astrobiologia é uma área integradora de estudos em plena expansão. Caso queira se aprofundar no tema, ou mesmo utilizar mais recursos para trabalhar assuntos relacionados com os estudantes, confira as sugestões do boxe *Conheça também* desta página.

## Quem já ouviu falar em...

### ... Astrobiologia?

A Astrobiologia é, antes de tudo, uma ciência muito recente e em ampla expansão. Caracterizada pela multidisciplinaridade, é um campo de pesquisa que reúne elementos da Física, Química, Biologia e Astronomia para tentar compreender a origem, a evolução e a distribuição da vida na Terra e no Universo. As pesquisas na área têm grande diversidade de abordagens, incluindo investigação experimental, desenvolvimento teórico e metodológico. A seguir, veja algumas das principais linhas de pesquisa que integram a Astrobiologia.

- **Cosmologia e Astrofísica:** estudo dos mecanismos físicos, como gravidade, tempo e espaço, na origem e evolução das estrelas, planetas e galáxias.
- **Astroquímica:** estudo da distribuição e composição de elementos químicos e compostos em diferentes corpos celestes.
- **Formação planetária:** estudo da formação de sistemas planetários e estrelas.
- **Química prebiótica:** estudo das reações químicas, dos compostos químicos e dos processos que teriam contribuído para a origem da vida.
- **Evolução:** estudo dos mecanismos e processos evolutivos responsáveis pelas modificações dos seres vivos ao longo tempo, com base na análise de fósseis, moléculas, informações genéticas e outras ferramentas.
- **Organismos extremófilos:** estudo dos organismos que vivem em ambientes extremos da Terra, onde poucos organismos conseguem sobreviver. É o caso de locais com alta acidez, temperatura ou salinidade elevadas. Entender como os extremófilos vivem nos dá elementos para levantar hipóteses sobre a origem da vida na Terra, já que há evidências de que as condições na Terra primitiva também eram extremas. Além disso, sabemos que condições extremas ocorrem em outros corpos celestes. Assim, saber como vivem os extremófilos nos permite inferir se há possibilidade de vida em outras regiões do Universo.

### Conheça também

#### Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia da Universidade de São Paulo

A página apresenta mais informações e pesquisas de Astrobiologia. Disponível em: <[http://www.astrobiobrazil.org/index.php/pt\\_br/](http://www.astrobiobrazil.org/index.php/pt_br/)>. Acesso em: out. 2018.

### Conheça também

#### Astrobiologia

- a) Livro de divulgação que apresenta o tema a partir de textos elaborados por pesquisadores de diversas áreas científicas. Além de discutir a origem da vida na Terra, o material explora as diferentes zonas habitáveis do Sistema Solar, as viagens interestelares e até mesmo os exoplanetas recém-descobertos. Disponível em: <[www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf](http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf)>. Acesso em: out. 2018.
- b) Vídeo que apresenta o tema “Será que existe vida fora da Terra” de modo didático e com muitos recursos visuais.

Disponível em: <[www.tv.unesp.br/edicao/1724](http://www.tv.unesp.br/edicao/1724)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

Os conceitos de habitabilidade e zona habitável introduzidos aqui são fundamentais para a compreensão da busca por vida extraterrestre. Ao desenvolver os assuntos com os estudantes, retome as condições necessárias à vida. A importância da presença de água em estado líquido deve ser resgatada por eles, pois essa é uma característica essencial para a compreensão de zonas habitáveis. A imagem ao lado também deve auxiliar nessa compreensão. Sugerimos retomar a importância do efeito estufa para a manutenção da vida da Terra, assunto abordado no volume do 7º ano. É interessante resgatar o efeito estufa como um fenômeno atmosférico fundamental para a manutenção da temperatura na superfície do planeta. Esse aspecto está diretamente relacionado com a habitabilidade de um corpo celeste.

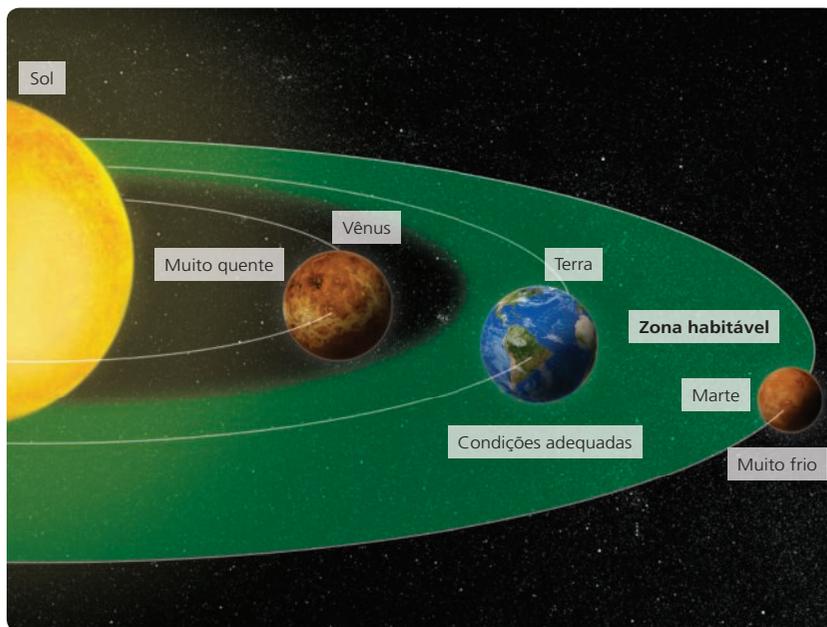
## 4 Condições necessárias para a existência de vida

Abordamos, anteriormente, algumas maneiras de se definir um ser vivo. Agora, vamos tentar responder à nossa segunda pergunta: quais são as condições necessárias para a existência de vida?

Essa é uma questão tão complexa quanto a primeira. Para respondê-la, precisamos compreender o conceito de **habitabilidade**, ou seja, as características de um corpo celeste que permitem a manutenção da vida. Fontes de energia, composição química adequada e meio líquido são as principais características consideradas, mas outras também são relevantes, como a história de formação de um planeta, suas dimensões e o tipo de estrela do sistema planetário.

Com base nos conhecimentos sobre a evolução da vida na Terra, é possível buscar condições semelhantes em outras regiões do Universo que possam favorecer a manutenção da vida. Em um sistema planetário, a **zona habitável** é definida pela região ao redor de uma estrela onde a radiação emitida por ela permite temperaturas adequadas para manter a água em estado líquido. Outra característica fundamental em zonas habitáveis é a composição e a pressão da atmosfera e sua capacidade de reter energia térmica, ou seja, de possibilitar o efeito estufa.

Representação esquemática de zona habitável do Sistema Solar. A região delimitada em verde corresponde à zona habitável. Observe que apenas a Terra se encontra totalmente nessa região. Vênus encontra-se muito próximo ao Sol, enquanto Marte encontra-se no limite da zona habitável. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Elaborado com base em: California Institute of Technology – Nasa. Disponível em: <[https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA21424\\_hires.jpg](https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA21424_hires.jpg)>. Acesso em: nov. 2018.

Vênus é um planeta vizinho à Terra, com massa e tamanho similares. Contudo, está localizado fora da zona habitável. Temperaturas altíssimas (acima de 400 °C) e pressão atmosférica 90 vezes maior que a da Terra caracterizam sua atmosfera. Desde sua formação, o efeito estufa em Vênus é tão intenso que impossibilita a presença de água em estado líquido. Já Marte encontra-se no limite da zona habitável do Sistema Solar e

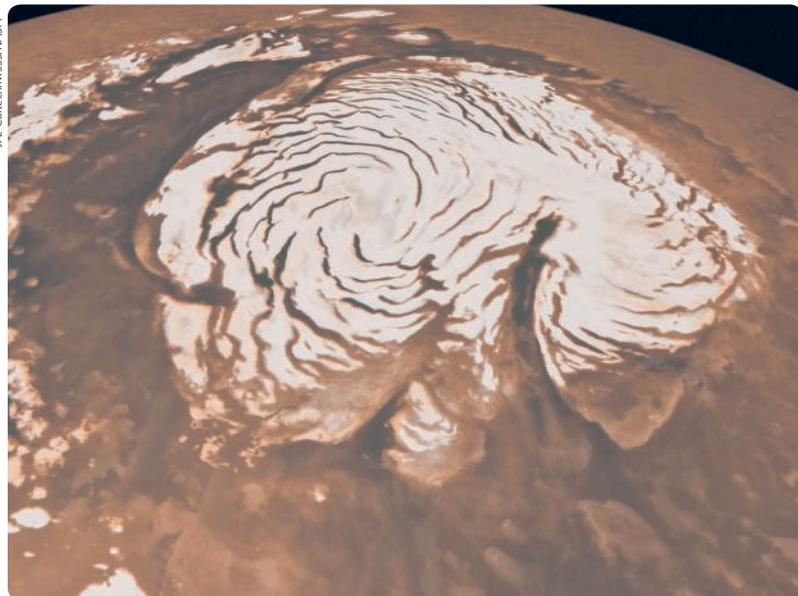
### Conheça também

#### Zona de habitabilidade: estelar, planetária e galáctica

Material didático produzido pela Universidade do Vale do Paraíba que explora de modo mais aprofundado os conceitos relacionados a habitabilidade e zonas habitáveis. Pode ser utilizado como fonte de consulta ou como indicação para os estudantes.

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: out. 2018.

apresenta condições quase opostas: a temperatura média na superfície é inferior a  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A presença de água nos três estados físicos já foi confirmada no planeta, contudo quase toda água está em estado sólido. Além das calotas de gelo, sulcos na superfície do planeta indicam a presença de oceanos primitivos e fluxos de água que devem ter existido no passado. Modelos teóricos explicam que, devido ao tamanho reduzido de Marte e à sua atmosfera quase sem efeito estufa, a maior parte da água líquida deve ter sido perdida em forma de vapor.



JPL-Caltech/MSSS/NASA

• Vista do polo norte de Marte recoberto por calotas de gelo. Imagem composta da combinação de dados e fotografias obtidas pela sonda espacial Mars Global Surveyor, da Nasa, que operou de 1996 a 2006.

## Orientações didáticas

Ao explorar as características de Marte, é interessante retomar com os estudantes o estudo dos planetas do Sistema Solar abordado no capítulo anterior. A presença de água líquida em Marte é uma das principais descobertas astronômicas recentes, com profundas implicações para o conhecimento sobre o planeta, sua história geológica e a possibilidade de abrigar formas de vida. Se necessário, aprofunde com os estudantes o fato de a maior parte da água de Marte estar em estado sólido, formando calotas de gelo, devido às baixas temperaturas da superfície. Estudos apontam que o efeito estufa já deve ter sido maior na atmosfera primitiva do planeta, permitindo maior abundância de água no estado líquido. Novamente, crie-se oportunidade para ressaltar a importância do efeito estufa para a manutenção de condições necessárias à vida, como a água no estado líquido.

### Saiu na mídia

Para complementar as informações do texto, confira, na *Leitura complementar*, explicações para a existência de água no estado líquido sob a superfície de Marte.

## Saiu na mídia

### Água líquida em Marte

Não escreva no livro

Nasa/JPL-Caltech/MSSS/The New York Times/Fotoarena



• O robô Curiosity está desde 2012 em missão explorando a superfície de Marte para coleta de milhares de dados e imagens. Fotografia obtida pelo próprio robô Curiosity, próximo à cratera Gale, em Marte, 2018.

Pesquisadores italianos anunciaram [...] que há indícios de presença de água líquida em Marte. Segundo dados coletados por um radar da Agência Espacial Europeia (ESA), há um “reservatório” de água líquida repousando abaixo de camadas de gelo e poeira na região polar sul do planeta vermelho.

A descoberta levanta a possibilidade de que se encontre vida no planeta, já que a água é essencial para a existência de organismos vivos. Os cientistas tentam há muito tempo provar a existência de água líquida em Marte. [...]

Antes dos pesquisadores italianos, a Nasa já tinha apontado outras evidências de água líquida em Marte. Em 2015, a agência anunciou que o robô Curiosity descobriu sinais da

Capítulo 6 Vida no Universo

Unidade 2 Terra e Universo

135

### Leitura complementar

[...] Mas como poderia haver água em estado líquido em Marte, se a temperatura por lá quase sempre está muito abaixo de zero? Bem, isso é possível com uma combinação de fatores: pressão e salinidade.

No Polo Sul terrestre, existe um lago gigantesco a 4 km de profundidade, o famoso lago Vostok. Ele é mantido em estado líquido justamente por essa combinação de fatores, salinidade e pressão. As camadas superiores de gelo e rocha pressionam o bolso abaixo. O aumento de pressão acarreta na diminuição da temperatura de congelamento da água. O mesmo efeito ocorre se adicionarmos sal à água. [...]

A sonda Mars Phoenix encontrou uma quantidade muito grande de sais perclorados ricos em magnésio, cálcio e sódio que, misturados à água, podem baixar a temperatura de congelamento para 75 graus Celsius abaixo de zero. Fora a contribuição da pressão que a camada de 1,5 km de rochas e gelo para baixar a temperatura. [...]

BARBOSA, Cassio. Água líquida em Marte: pressão e salinidade explicam como substância escapou do congelamento. *GI. Ciência e saúde*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/blog/cassio-barbosa/post/2018/07/26/agua-liquida-em-marte-pressao-e-salinidade-explicam-como-substancia-escapou-do-congelamento.ghtml>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

#### Refleta e responda

As atividades visam auxiliar os estudantes na interpretação da notícia, com a identificação das informações presentes no texto e que se relacionam com os conteúdos estudados. Espere-se, dessa forma, ampliar a aprendizagem das investigações astrobiológicas, oferecendo também o contato com temas de grande interesse atual e em debate.

Na atividade 3, espera-se incentivar o registro de informações com diferentes gêneros textuais por meio da elaboração de uma matéria de divulgação científica. Essa pode ser uma valiosa estratégia para sistematizar os conteúdos estudados até o momento, valorizando a expressão individual e o objetivo de divulgação.

Confira na sugestão de *Leitura complementar* desta página mais informações sobre exoplanetas em zonas habitáveis. Se achar pertinente, compartilhe os dados com os estudantes para enriquecer a conversa.

existência de 'salmouras' na superfície do planeta, formadas quando os sais no solo, chamados de percloratos, absorvem vapor de água da atmosfera. [...]

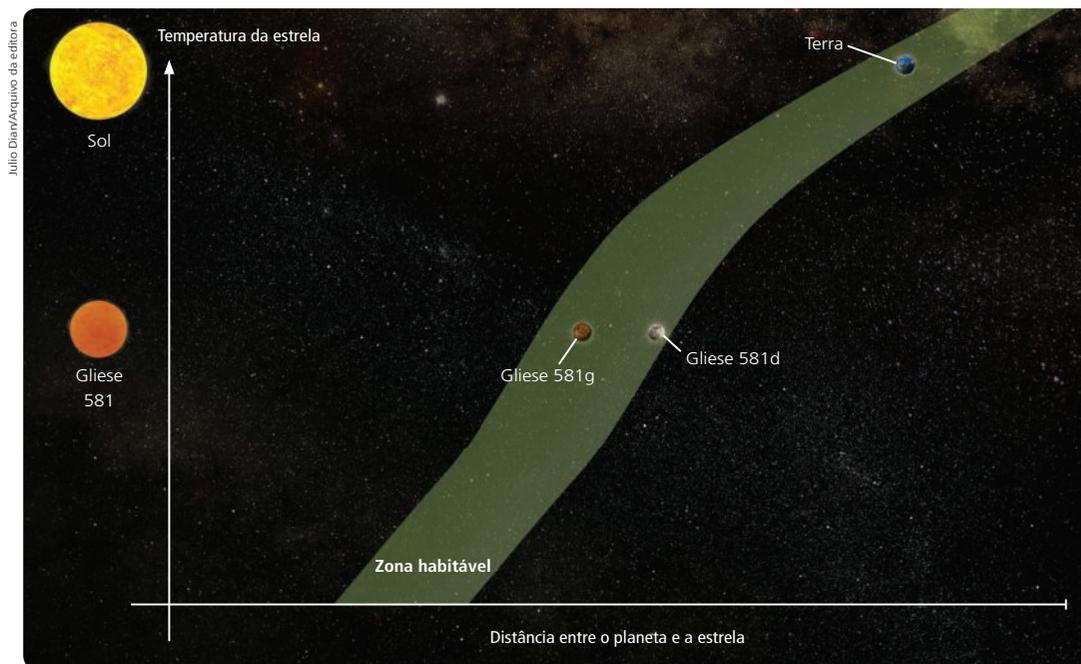
DANTAS, C. Evidências da presença de água líquida em Marte são descobertas por pesquisadores com uso de radar. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/07/25/pesquisadores-apontam-de-presenca-de-agua-liquida-em-marte.ghtml>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

#### Refleta e responda

1. Que característica abordada no texto representa a grande descoberta a respeito de Marte?  
*Presença de água no estado líquido abaixo das camadas polares.*
2. Quais são as possíveis implicações dessa descoberta?  
*Possibilidade de condições favoráveis ao surgimento e manutenção da vida em Marte.*
3. No caderno, escreva uma pequena matéria de divulgação científica sobre condições favoráveis à vida no Sistema Solar. Inclua características sobre Marte e Vênus e compare-as com as da Terra. Tente fazer um texto criativo e estimulante para ser divulgado pela escola ou entre amigos e familiares. *Resposta pessoal.*

Muitas investigações e descobertas promissoras a respeito das condições de habitabilidade estão concentradas em planetas fora do Sistema Solar, chamados de **exoplanetas**. Estimativas apontam que até 30% das estrelas na Via Láctea poderiam incluir exoplanetas dentro da zona habitável de suas respectivas estrelas. Mesmo adotando estimativas muito mais modestas, isso implica a existência de milhões de planetas com condições favoráveis para a existência de vida!

Observe alguns exemplos no esquema a seguir.



Julio Dizar/Arquivo da editora

Elaborado com base em: <<https://phys.org/news/2013-01-habitable-zones-star.html>>. Acesso em: nov. 2018.

Gliese 581g e Gliese 581d são exemplos de exoplanetas, isto é, planetas fora do Sistema Solar que orbitam outras estrelas que não o Sol. Esses exoplanetas recebem o nome de acordo com a estrela de seu sistema; por exemplo, o sistema formado pela estrela Gliese 581 inclui os planetas Gliese 581d e Gliese 581g. Observe que esses exoplanetas estão inseridos na zona habitável, ou seja, têm condições de temperatura e localização necessárias para a existência de água no estado líquido. A Terra não é um exoplaneta, mas foi representada como referência de uma região habitável no Sistema Solar. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

136

#### Leitura complementar

O Telescópio Espacial Spitzer, da Nasa, revelou o primeiro sistema de sete planetas do tamanho da Terra em torno de uma única estrela. Três dos planetas estão localizados na zona habitável da estrela, região onde é mais provável um planeta rochoso poder ter água líquida.

A descoberta estabelece um recorde para o maior número de planetas encontrados na zona habitável de uma única estrela fora do Sistema Solar. Sob condições atmosféricas adequadas, todos estes sete planetas poderão ter água líquida – fundamental

para a vida tal como a conhecemos – mas a probabilidade é maior para os três da zona habitável.

[...]

O sistema de planetas está relativamente próximo, a cerca de 40 anos-luz da Terra, na constelação de Aquário. Em termos científicos, estes planetas são conhecidos como exoplanetas, por estarem fora do nosso Sistema Solar.

O sistema recebeu o nome de TRAPPIST-1 em homenagem ao telescópio TRAPPIST (*The Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope*) no Chile. Em maio de 2016,

Pesquisas recentes vêm investigando corpos celestes que, embora estejam muito distantes do Sol, mostram evidências da presença de água líquida sob a superfície. Nesse caso, dizemos que esses corpos celestes se encontram em **zonas habitáveis alternativas**.

Europa e Ganimedes são exemplos de satélites naturais (luas) que orbitam o planeta Júpiter, isto é, estão fora da zona habitável do Sistema Solar. Esses satélites naturais possuem superfície de gelo, por isso também são chamados de luas geladas. Informações recentes apontam a presença de verdadeiros oceanos abaixo das calotas de gelo, em contato com substrato rochoso, além de compostos químicos complexos e energia geotérmica, isto é, calor proveniente do interior desses astros. Dessa forma, há fortes evidências que indicam a existência de condições propícias à vida nesses locais.

De modo similar, Tritão, que é a maior lua de Netuno, apresenta prováveis camadas de água líquida sob as calotas de gelo. Além disso, sua superfície inclui amônia e compostos carbônicos gasosos, devido ao fornecimento de energia geotérmica. Já Titã, maior lua de Saturno, desafia os cientistas a considerar novos tipos de metabolismo: o satélite apresenta fortes evidências da presença de corpos líquidos sob a superfície e diferentes fontes de energia. Contudo, as condições de habitabilidade não seriam em meio aquoso, mas talvez em hidrocarbonetos líquidos e nitrogênio líquido.



Europa, lua gelada de Júpiter, apresenta diversas condições favoráveis à habitabilidade, como água em estado líquido sob a superfície de gelo. Fotografia obtida pela sonda espacial Galileo, da Nasa, que operou de 1989 a 2004.

**a) Zona habitável é a região ao redor de uma estrela onde a radiação emitida permite temperaturas adequadas para manter a água em estado líquido. Alguns exoplanetas parecem estar dentro da zona habitável, pois apresentam diversas características físicas e astronômicas similares às da Terra.**

## Aplique e registre

Não escreva no livro

- Segundo dados da agência espacial americana (Nasa), o uso de tecnologias modernas já possibilita a observação de diversos planetas de outros sistemas, além do Sistema Solar. Ao longo dos últimos 20 anos, mais de 3200 exoplanetas foram confirmados, dezenas deles com características similares à Terra, com relação à distância da estrela que orbitam e ao tipo de formação planetária.

- Como o conceito de zona habitável se relaciona com esses exoplanetas?
- Aponte três características que os exoplanetas deveriam apresentar para suportar a vida como a conhecemos.
- Imagine que, ao longo de uma conversa, alguém lhe diga: “É impossível haver vida fora da Terra”. Você concorda com essa afirmação? Selecione diferentes argumentos que suportem sua resposta do ponto de vista científico. **Resposta pessoal.**

**b) Resposta pessoal. Sugestões: água no estado líquido, substrato rochoso, compostos orgânicos complexos, fontes de energia e atmosfera mais densa, capaz de gerar efeito estufa com condições favoráveis de pressão e temperatura.**

137

## Orientações didáticas

É importante ressaltar que características de habitabilidade podem ocorrer mesmo sem a proximidade de uma estrela. Os satélites naturais apresentados são exemplos de astros em zonas habitáveis alternativas devido à presença de água no estado líquido. Novamente, cria-se uma oportunidade para os estudantes reconhecerem a importância da água. Além disso, é possível explorar outros elementos já estudados que possibilitam a existência da vida: fontes de energia e substrato químico para o metabolismo. Considerando a faixa etária, optamos por não aprofundar os conteúdos relacionados à fisiologia celular e ao metabolismo. Contudo, há aqui uma oportunidade para ressaltar a presença de compostos orgânicos e fontes de energia como condições necessárias à manutenção da vida.

### Aplique e registre

A atividade proposta deve incentivar os estudantes a aplicar os conteúdos estudados em uma situação real, sustentada por dados empíricos. Além de ampliar o estudo do tema, os estudantes devem explorar o conceito de zona habitável e reconhecer diferentes características necessárias à manutenção da vida. Na atividade **c**, espera-se desenvolver a capacidade argumentativa dos estudantes, que devem apresentar justificativas embasadas em conteúdos científicos para argumentar sobre a viabilidade da vida extraterrestre. Como resposta esperada, eles podem mencionar que, em comparação com a Terra, outros planetas e corpos celestes também apresentam: água no estado líquido, abundância de fontes de energia, atmosfera com temperaturas propícias e presença de moléculas orgânicas complexas. Essas características suportam a existência do que conhecemos como seres vivos e por isso a afirmação do enunciado não seria correta.

investigadores a usar este telescópio anunciaram ter descoberto três planetas no sistema da estrela TRAPPIST-1. Com a ajuda de vários telescópios terrestres, incluindo o VLT (*Very Large Telescope*) do ESO, o Spitzer confirmou a existência de dois desses planetas e descobriu outros cinco, aumentando para sete o número de planetas conhecidos no sistema.

[...]

Com dados do Spitzer, a equipa mediu com precisão os tamanhos dos sete planetas e desenvolveu as primeiras estimativas para as massas de seis deles, permitindo que fosse avaliada a sua densidade.

Com base nas densidades, é muito provável que todos os planetas de TRAPPIST-1 sejam rochosos. Observações futuras ajudarão não apenas a determinar se são ricos em água, mas também a revelar se algum deles poderá ter água líquida à superfície. A massa do sétimo e mais distante exoplaneta ainda não foi estimada – os cientistas acreditam que poderá ser um mundo gelado, mas serão ainda necessárias mais observações. [...]

DIREITINHO, Teresa. NASA revela sistema de 7 planetas semelhantes à Terra – 3 localizam-se na zona habitável da estrela. *Portal do astrônomo*. Fev. 2017. Disponível em: <<https://portaldoastronomo.org/2017/02/nasa-revela-sistema-de-7-planetas-semelhantes-a-terra-3-localizam-se-na-zona-habitavel-da-estrela/>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A partir deste momento, espera-se que os estudantes mobilizem os conteúdos aprendidos para avaliar a possibilidade de sobrevivência humana fora da Terra. Vamos abordar diferentes informações e situações para que eles tenham condições de discutir o tema, tanto em cenários envolvendo a presença humana em outros astros quanto em viagens interplanetárias.

Para introduzir o tema, é possível questionar os estudantes a respeito do que aconteceria caso uma pessoa fosse posicionada fora da Terra sem proteção. Outra possibilidade é perguntar o que seria preciso para que as pessoas habitassem outro corpo celeste, como Marte e a Lua. As respostas podem servir de levantamento de conhecimentos prévios e, se necessário, podem ser reformuladas ao longo do estudo. Para auxiliar o desenvolvimento do tema, abordaremos quatro fatores diretamente relacionados à manutenção da vida humana: composição da atmosfera, pressão atmosférica, temperatura e radiação. Explore esses fatores com os estudantes com ênfase nas características do corpo humano.

Sugerimos a *Leitura complementar* a seguir, que também pode ser trabalhada com os estudantes, como forma de complementar o estudo das condições espaciais que prejudicam ou limitam a manutenção do corpo humano fora da Terra.

## 5 Vida humana fora da Terra

A primeira pessoa a ir ao espaço foi o russo Yuri Gagarin (1934–1968) em 1961 e, em 1969, o estadunidense Neil Armstrong (1930–2012) foi a primeira pessoa a pisar na Lua. Nas últimas décadas, dezenas de astronautas já estiveram fora do planeta cumprindo diferentes missões. Alguns pisaram na Lua, mas nenhum ainda pisou em outro planeta. Nenhum desses feitos foi simples, pois um gigantesco avanço científico e tecnológico foi necessário, uma vez que o corpo humano apresenta uma série de limitações, ou melhor, apresenta características tão ligadas às condições terrestres que sua existência fora dela seria impossível. Quatro fatores são fundamentais nesse contexto: atmosfera, pressão, temperatura e radiação.

A **atmosfera** terrestre é composta majoritariamente dos gases nitrogênio ( $N_2$ , 78%) e oxigênio ( $O_2$ , 21%), além de outros gases e vapor de água em pequenas proporções. Assim como muitas formas de vida aqui da Terra, os seres humanos dependem do gás oxigênio para seu metabolismo. Considerando outros planetas, as condições atmosféricas são muito variáveis, mas sempre desfavoráveis. Em Marte, por exemplo, 95% da atmosfera é composta de gás carbônico ( $CO_2$ ), e uma pequena porcentagem, de gás nitrogênio e gás argônio. Já em Mercúrio, quase não há atmosfera por causa das altas temperaturas e da pequena massa do planeta. Logo, a respiração humana é inviável nesses planetas e em qualquer outro local que conhecemos fora da Terra.



JPL/NASA

A superfície de Marte lembra um deserto. A atmosfera muito rarefeita e reduzida é inviável para as necessidades do corpo humano. Imagem composta de diversas fotografias obtidas pela espaçonave Mars Pathfinder, que pousou na planície de Ares Vallis, em Marte, em 1997.

Outro componente menos perceptível, porém não menos importante, é a **pressão atmosférica**. A vida humana surgiu e se desenvolveu na troposfera, isto é, na camada da atmosfera mais densa junto à superfície do planeta, onde a pressão é de 1 atmosfera (atm) ao nível do mar. Já a maior parte do espaço no Universo é caracterizada pelo vácuo, isto é, a ausência de matéria. A exposição do corpo humano ao vácuo é fatal.

138

### Leitura complementar

[...] A partir dos resultados de pesquisas e dos próprios relatos dos próprios astronautas, a ida do ser humano ao espaço gera uma série de efeitos indesejáveis ao corpo, a maioria deles determinada pela falta de gravidade e da maior radiação sobre o corpo dos astronautas, já que não há atmosfera para agir como “filtro solar”. [...]

A osteoporose, perda de células ósseas, é um dos efeitos mapeados. Já a fraqueza muscular é consequência da atrofia dos músculos que são menos usados em ambiente com microgravidade. No espaço, a desorientação espacial é acompanhada de dores na cabeça, coriza, alteração na pressão intraocular e desidratação.

Mas o que chama a atenção do público é o envelhecimento precoce devido a maior radiação sobre as células, deteriorando-as e dificultando sua recomposição.

“O envelhecimento precoce é um dos efeitos na saúde. Durante o tempo no espaço não tive grandes problemas. O real problema é depois do voo: alterações no sistema hormonal, radiação, envelhecimento, perda de densidade óssea, alterações no sistema imunológico.” [...]

PEDROSA, Leyberson. Após 10 anos, astronauta brasileiro ainda sente efeitos da viagem ao espaço. *UOL notícias*. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2016/03/30/astronauta-marcos-pontes-avalia-ida-ao-espaco-10-anos-depois-da-viagem.htm>>. Acesso em: out. 2018.

Como não há matéria, também não há pressão externa sobre o corpo, o que pode causar a expansão do ar de dentro do corpo, danificando órgãos como o pulmão.

Dificuldades semelhantes são encontradas com relação à **temperatura**. A faixa ótima de temperatura para a vida do ser humano impõe limites à exploração do espaço, onde pode haver temperaturas acima de 400 °C ou abaixo de 150 °C negativos dependendo de condições como característica da atmosfera do corpo celeste, distância com relação ao Sol, entre outros. Além disso, a **radiação solar** é outro fator agravante fora da Terra. A atmosfera terrestre, principalmente a camada de ozônio, retém grande parte da radiação ultravioleta, o que permite a sobrevivência humana. Sem a devida proteção, a radiação ultravioleta pode causar queimaduras gravíssimas. Há também a **radiação espacial**, que consiste em partículas subatômicas (menores que um átomo) energeticamente carregadas e que podem atravessar a pele, danificando as células. Elevados níveis de radiação são comuns no espaço e oferecem grande risco à saúde e à vida humana.

## Quem já ouviu falar em...

### ... viagens interplanetárias?

A Lua é o corpo celeste mais próximo da Terra, a uma distância de mais de 380 000 km. Na primeira missão tripulada, a viagem até o satélite durou mais de 50 horas. Se considerarmos planetas mais distantes, como Saturno, essa distância chega a muito mais do que 1 275 000 000 km! Sendo assim, viagens interplanetárias, ou seja, o deslocamento entre planetas, não é uma tarefa simples.

A sonda espacial Cassini, por exemplo, foi lançada em 1997 e alcançou a órbita de Saturno apenas em 2004. A missão, que não incluiu tripulação humana, demorou décadas de planejamento e sete anos para chegar ao seu destino. Imagine só o que seria preciso para levar uma tripulação em uma viagem como essa!

Distâncias interplanetárias consistem em percursos muito longos que necessitam de muito tempo para serem percorridos. Considerando as dimensões do tempo humano, alguns anos ou mesmo décadas de viagem são um fator limitante. Agora imagine algo mais ousado, como visitar outros sistemas planetários ou mesmo outras galáxias. Viagens interestelares representam missões fora do Sistema Solar e são proporcionalmente mais complexas.

Como vimos no capítulo 5, para medir distâncias tão grandes, usamos como unidade de medida o ano-luz, que corresponde à distância que a luz percorre em um ano, viajando a uma velocidade de aproximadamente 300 mil quilômetros por segundo, no vácuo. Um ano-luz corresponde a cerca de 9,5 trilhões de quilômetros. O sistema planetário mais próximo do Sistema Solar é Proxima Centauri, a uma distância de 4,24 anos-luz; a viagem interestelar até lá demoraria mais de 14 000 anos terrestres!

Tente imaginar a viagem para outras galáxias, como Andrômeda, que está a 2,5 milhões de anos-luz de distância. Mesmo com tecnologias muito sofisticadas, alguns séculos ainda seriam necessários. Assim, dentro do tempo de vida humano, ainda não há condições para viagens interestelares tripuladas.

### Conheça também

#### Interestelar

(EUA/Reino Unido.  
Dir.: Christopher Nolan. 169 min, 2014)

Nesta ficção científica, diante de um cenário do planeta Terra em colapso, alguns astronautas são selecionados para uma missão interestelar em busca de planetas habitáveis, viajando através de "atalhos" entre galáxias, e visitando planetas próximos a um buraco negro.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

Além dos fatores relacionados à atmosfera, como composição e pressão, e aqueles relacionados a temperatura e radiação, há outros dois fatores decisivos para a habitação humana fora da Terra: as distâncias astronômicas e o tempo necessário para percorrê-las. Explore esse assunto com os estudantes com o auxílio do texto. Espera-se que eles compreendam a magnitude das distâncias entre a Terra e outros astros e o tempo necessário para realizar o percurso.

Além dos anos-luz, há outro modo padronizado de mensurar as distâncias entre corpos celestes: a unidade astronômica. Essa unidade corresponde à distância aproximada da Terra ao Sol, o que equivale a 149.597.870.700 metros, sendo representada por **ua**, segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI), ou **au**, segundo a União Astronômica Internacional. As unidades astronômicas são frequentemente utilizadas para indicar a distância entre os astros. Por exemplo, a distância entre o Sol e Marte é cerca de 1,52 ua.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Missão fora da Terra, do 3º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

## Orientações didáticas

Após o estudo dos fatores e condições relacionados à sobrevivência humana fora da Terra, vamos explorar os avanços tecnológicos que permitiram as viagens espaciais tripuladas. Destacamos aqui os trajes espaciais e as espaçonaves. Ao explorar o assunto com os estudantes, é interessante ressaltar como esses aparelhos e instalações permitem a manutenção do corpo humano em condições adversas, retomando os conteúdos vistos anteriormente. A sugestão de *Leitura complementar* pode ser interessante para explorar um pouco mais o assunto.

### Leitura complementar

[...] Desenvolvida a fim de proteger o corpo humano, a roupa especial usada por astronautas em suas missões espaciais é capaz de:

- Regular a temperatura do corpo evitando o grande frio do espaço;
- Impedir que o vácuo quase absoluto do espaço arase com o astronauta;
- Protegê-lo contra os raios solares;
- Protegê-lo contra os raios cósmicos;
- Protegê-lo de minúsculas rochas errantes no espaço;
- Evitar atrito, mesmo que pequeno, com corpos existentes no espaço;
- Controlar a pressão arterial, entre outros.

[...]

A roupa tem em média 130 kg: esse valor é na verdade a soma da roupa e dos equipamentos auxiliares e de segurança, que possibilitam ao seu usuário condições vitais muito parecidas com as condições terrestres.

[...]

TRAJE espacial. *Laboratório de vácuo e criogenia*. Disponível em: <<https://sites.ifi.unicamp.br/labvacrio/aplicacoes/traje-espacial/>>. Acesso em: out. 2018.

Todas as condições adversas descritas foram contornadas com diferentes recursos tecnológicos. Os **trajes espaciais**, por exemplo, são complexos conjuntos de roupas e equipamentos indispensáveis para manter vivo o corpo humano fora da Terra. Eles oferecem proteção contra radiação, mantêm a temperatura estável, são pressurizados e apresentam um sistema de ventilação para oxigenação do corpo e eliminação do gás carbônico.

Considerando outras atividades de exploração e pesquisa, as **espaçonaves**, assim como as **estações espaciais**, representam o conjunto mais moderno de tecnologia para a manutenção da vida humana de forma segura e confortável. De modo semelhante, essas estruturas apresentam sistemas de ventilação e pressurização. Por fim, escudos cada vez mais leves e resistentes estão sendo criados para proteger as espaçonaves das radiações solares e espaciais.



Exemplo de traje espacial que permite a manutenção do corpo humano quando exposto ao vácuo. Astronauta da Nasa, Ricky Arnold, em missão para a manutenção de equipamentos na Estação Espacial Internacional, 2018.



Exemplo do interior de uma estação espacial, onde sistemas de pressurização e ventilação oferecem conforto e segurança à saúde dos tripulantes. Na fotografia, a astronauta da Nasa, Peggy Whitson, flutua em uma câmara de ar com os astronautas Thomas Pesquet (esquerda) e Shane Kimbrough (direita), antes de uma missão espacial. Estação Espacial Internacional, 2017.

140

### Conheça também

#### Estação Espacial Internacional

Acompanhe um passeio guiado pela Estação para conhecer como vivem os cientistas tripulantes. O vídeo pode ser indicado ou apresentado aos estudantes como forma de visualizar na prática alguns dos assuntos mencionados.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=f4Sqmq9q\\_QJ4](http://www.youtube.com/watch?v=f4Sqmq9q_QJ4)>. Acesso em: out. 2018.

## O plano da Nasa para transformar Marte em um planeta habitável

Cientistas da Nasa, a agência espacial dos Estados Unidos, dizem que Marte poderia ser habitável caso fosse criado artificialmente algo que a Terra já tem: um campo magnético protetor.

Esse escudo é essencial para evitar o impacto da radiação e ventos solares potentes. De acordo com pesquisadores da Divisão de Ciência Planetária da Nasa (PSD, sua sigla em inglês), é possível gerar um campo semelhante ao redor do Planeta Vermelho.

[...]

A proposta foi apresentada recentemente em uma oficina do workshop Visões para a Ciência Planetária 2050, realizado pela agência.

[...]

Hoje, Marte é um planeta dominado pelos extremos.

A falta de atmosfera faz, por exemplo, com que a temperatura atinja 20 °C durante o dia e -80 °C durante a noite.

Mas o Planeta Vermelho era muito diferente no passado: dados das missões Maven, da Nasa, e Mars Express, da ESA (a agência espacial europeia) sugerem que ele tinha um campo magnético natural.

Essa proteção sumiu há cerca de 4,2 bilhões de anos e, como resultado, a atmosfera marciana desapareceu gradualmente ao longo dos 500 anos seguintes.

O que os pesquisadores propõem, então, é recuperá-la usando tecnologia de ponta para restaurar o planeta Marte do passado, com sua atmosfera, temperaturas mais altas e parte de seus antigos oceanos.

[...]

“Uma atmosfera marciana com maior temperatura e pressão permitiria que houvesse água em estado líquido suficiente na superfície para melhorar a exploração humana na década de 2040”, diz Green [Jim Green, da divisão de ciência planetária da Nasa].

[...]

A Nasa revelou em 2015 o seu plano de viagem a Marte, que prevê a existência de uma colônia humana em 2030.

Para Green, se fosse criado um campo magnético artificial, “as novas condições em Marte permitiriam que os pesquisadores e exploradores estudassem o planeta com muito mais detalhes”.

BBC. O plano da Nasa para transformar Marte em um planeta habitável. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-39164794>>. Acesso em: ago. 2018.

### Refleta e responda **1. Radiação e ventos solares muito intensos, atmosfera rarefeita, temperaturas extremas e ausência de água líquida suficiente.**

- Quais características atuais de Marte apontadas no texto são incompatíveis com a sobrevivência humana?
- Quais estratégias são essenciais para uma possível colonização humana? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
- A distância mínima até Marte está a cerca de 55 milhões de quilômetros de distância e até 300 dias podem ser necessários para uma espaçonave alcançar o planeta. Como isso pode afetar viagens com tripulação humana? *Viagens como essa para Marte exigem muito tempo. Além da preparação física e técnica a tripulação precisará lidar com o longo tempo de deslocamento para ir e voltar do Planeta Vermelho.*

### Aplique e registre *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

- Por que a atmosfera de outros planetas do Sistema Solar é inóspita para o ser humano?
- Assistindo a filmes de ficção no espaço, dois colegas discutem o que aconteceria com o corpo de uma pessoa caso ela fosse exposta ao vácuo no espaço. Um deles sugere que o corpo poderia sofrer queimaduras e feridas fatais. O outro afirma que o corpo explodiria no vácuo. Qual deles fez a afirmação correta? Justifique sua resposta.

141

### Conheça também

#### Colonização espacial

O vídeo aborda diversos fatores biológicos, astronômicos e até mesmo econômicos relacionados à ocupação de outros astros.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=-wz\\_68tuhQ](http://www.youtube.com/watch?v=-wz_68tuhQ)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

#### Refleta e responda

As atividades devem contribuir para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI16), articulando os conteúdos estudados com as informações apresentadas no texto. Além de trabalhar a interpretação da notícia, incentive os estudantes a reconhecer as características envolvidas na habitação de Marte, como limitações do corpo humano e tecnologias para superação desses limites. Na atividade **2**, espera-se que os estudantes indiquem que, de acordo com o texto, é necessária a criação de um campo magnético artificial para estabelecimento de uma atmosfera com pressão e temperatura adequadas, além de proteção contra radiação e ventos solares. Na atividade **3**, espera-se que eles retomem os conteúdos sobre distâncias interplanetárias para avaliar a possibilidade de missões tripuladas a Marte. Para complementar o tema, confira a sugestão do *Conheça também* desta página.

#### Aplique e registre

As atividades retomam alguns conteúdos estudados para compreensão das condições necessárias à manutenção da vida humana fora da Terra. Na atividade **1**, espera-se que os estudantes reconheçam que a ausência de gás oxigênio necessário para respiração, as pressões atmosféricas muito baixas ou mesmo vácuo, as temperaturas extremas e a exposição à radiação solar e espacial da atmosfera dos outros planetas do Sistema Solar os tornam inóspitos aos seres humanos.

Na atividade **2**, espera-se que os estudantes avaliem as situações apresentadas e apliquem os novos conhecimentos, reconhecendo que está correto aquele que fez a afirmação relacionada às queimaduras. Se exposto à radiação solar sem proteção, o corpo sofreria com intensas queimaduras. A outra afirmação está incorreta, pois o corpo não explodiria; mesmo que o ar presente nos pulmões se expandisse, não seria o suficiente para causar a explosão.

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

**O que você aprendeu?**

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos estudados e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes especifiquem fatores e condições necessários à manutenção da vida fora da Terra. É importante que eles ampliem suas respostas neste momento, resgatando assuntos discutidos em aula. Eles podem mencionar condições atmosféricas, presença de água no estado líquido, temperaturas favoráveis, disponibilidade de energia e compostos orgânicos, entre outras condições. Espera-se também que eles reconheçam a magnitude das distâncias interplanetárias e interestelares, uma importante limitação para viagens espaciais.

**Análise e responda**

A atividade 2 visa enfatizar a importância de água no estado líquido para a ocorrência de vida dentro das condições esperadas. Com base no que conhecemos aqui na Terra, sem água não há vida. Assim, se há água pode ser que exista vida, mas esse não é o único fator. Uma vez encontrada a água, outras condições devem ser investigadas, como disponibilidade de água líquida e moléculas orgânicas complexas. A atividade 3 convida os estudantes a explicar como avanços científicos e tecnológicos são fundamentais para investigações astronômicas. Comente que, ao longo de décadas, avanços tecnológicos

**O que você aprendeu?**

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.

**Análise e responda** *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

2. Explique por que nos estudos espaciais sempre se procura, em primeiro lugar, pela presença de água nos corpos celestes. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

3. Como avanços científicos e tecnológicos possibilitam a exploração do Sistema Solar?

*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

4. Um cientista está investigando a possibilidade de vida em um planeta. Segundo suas descobertas, há água em forma de gelo, compostos orgânicos complexos, substrato rochoso e pouca fonte de energia evidente.

a) O planeta em questão oferece condições de habitabilidade? Justifique sua resposta.

*A princípio, não. Os principais motivos são: falta de água líquida e poucas fontes de energia.*

b) Quais outros fatores o cientista poderia investigar para caracterizar melhor as condições do planeta quanto a esse tema? *Tipo de atmosfera e seus elementos, temperatura na superfície, campo magnético, presença de efeito estufa e níveis de radiação.*

c) Se esse planeta estivesse presente no Sistema Solar, seria possível enviar sondas espaciais para a coleta de dados mais precisos? E se estivesse fora? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

5. Considerando a origem da vida na Terra, responda:

a) Como esse tipo de informação pode contribuir para explorar possibilidade de vida fora da Terra?

b) Explique a hipótese da evolução química da vida. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

6. Sobre viagens planetárias, justifique as seguintes afirmações:

a) Considerando tempo e distância sob a perspectiva humana, uma missão tripulada para Marte é completamente possível. *Apesar de serem necessárias dezenas ou talvez centenas de dias, é possível uma viagem interplanetária tripulada para Marte.*

b) A visita do ser humano em outros sistemas planetários é improvável.

c) Outras galáxias estão fora do alcance de missões tripuladas.

*Milhões de anos seriam necessários para cumprir a distância entre galáxias.*

**6. b)** O tempo necessário para alcançar outros sistemas envolve de séculos a milhares de anos, sendo, por ora, muito improvável haver condições para exploração humana fora do Sistema Solar.

7. A Lua quase não apresenta atmosfera, sendo cercada por vácuo. Não há indícios de água em estado líquido nem fontes de energia, exceto a intensa radiação solar.

**7. b)** A ausência de atmosfera indica que não há oxigênio para respiração. Além disso, temperaturas muito baixas e vácuo seriam fatais ao corpo, assim como altos níveis de radiação.



Eugene Cernan/NASA

✓ Vista da superfície lunar registrada em 1973 durante a terceira missão Apollo 17 (Nasa). Na fotografia, o astronauta e cientista Harrison H. Schmitt (1935-) pode ser visto ao lado de uma grande rocha lunar.

a) Há possibilidade de a vida ter surgido ou se mantido na Lua?

*Tudo indica que não. Os fatores ausentes seriam indispensáveis para o surgimento e a manutenção da vida.*

b) Por que as condições lunares são desfavoráveis à sobrevivência humana?

em diferentes áreas da Ciência permitiram a construção de sondas espaciais e telescópios que foram enviados para diferentes regiões do Sistema Solar. Além disso, outros equipamentos que permanecem na Terra, como observatórios astronômicos e radiotelescópios, são fundamentais para caracterização química e física dos corpos celestes.

Na atividade 4, item c, espera-se que os estudantes compreendam que o envio de sondas espaciais implica a necessidade de percorrer distâncias astronômicas, o que representa uma limitação, principalmente considerando planetas fora do Sistema Solar. Em relação a distância, espera-se que eles indiquem a necessidade de muito tempo para que as sondas percorram a trajetória.

A atividade 5 visa guiar os estudantes na análise das condições necessárias à existência e manutenção da vida para formular sua resposta. No item a: O conhecimento sobre a Terra traz elementos, processos e condições que, efetivamente, contribuirão para a origem e manutenção da vida. Logo, é a única referência para explorar a questão e, por isso, procura-se correspondentes em outros corpos celestes. No item b, é fundamental que os estudantes expliquem brevemente a hipótese da evolução química na Terra e sua contribuição para questões astrobiológicas: os primeiros sistemas vivos surgiram a partir de interações de moléculas formando substâncias cada vez mais complexas e que acabaram se organizando em sistemas replicáveis e isolados do meio.

8. A descoberta de oceanos em diferentes corpos celestes é um fator relevante no estudo sobre habitabilidade fora da Terra. **A presença em abundância de água no estado líquido é um dos pontos centrais para o surgimento e manutenção da vida, de acordo com o que sabemos atualmente.**
- Essa afirmação está correta? Justifique sua resposta.
  - Por que a maioria desses oceanos se encontra abaixo de grossas camadas de gelo? **Veja subsídios nas Orientações didáticas.**
9. Considerando as condições necessárias à vida, responda às questões.
- O que são zonas habitáveis? **Regiões ao redor de uma estrela onde a energia térmica disponível possibilita temperaturas adequadas para manter a água em estado líquido.**
  - Como outros planetas fora do Sistema Solar podem se enquadrar dentro de uma zona habitável?
  - Explique por que algumas luas geladas podem ser consideradas zonas habitáveis alternativas mesmo estando tão distantes do Sol. **Porque elas apresentam água no estado líquido, um dos principais fatores associados à habitabilidade.**



**9. b) Exoplanetas podem estar em uma zona habitável quando estão a certas distâncias da estrela de seu sistema, possuindo tamanho e história de formação similar à da Terra e atendendo ao princípio de manutenção de água líquida devido a condições adequadas de atmosfera e de energia térmica.**

↳ Vista da lua gelada Ganímedes, satélite natural de Júpiter. Imagem obtida pela sonda espacial Galileo, da Nasa, que operou de 1989 a 2004.

### Pesquise

10. Pesquise a biografia e os experimentos do cientista francês Louis Pasteur (1822-1895) e do cientista estadunidense Stanley Miller (1930-2007). Faça um texto explicando as experiências conduzidas por esses cientistas e sua contribuição para o conhecimento sobre a origem e manutenção da vida. **Resposta pessoal.**
11. Stephen Hawking (1942-2018), o físico mais notável da modernidade, afirmou que “Em um universo infinito, devem existir outros casos de vida. Pode ser que, em algum lugar do cosmos, talvez exista vida inteligente”, e complementou: “Seja como for, não há maior pergunta. É hora de se comprometer a encontrar uma resposta, de buscar vida além da Terra. Devemos saber”. Nesse contexto, pesquise a respeito de compostos orgânicos encontrados em caudas de cometas e fragmentos de meteoritos. Qual a relevância dessas descobertas para a compreensão da existência de vida fora da Terra? Componha uma matéria de divulgação explicando essas informações.



↳ Stephen Hawking (1942-2018), físico teórico britânico.

**Veja subsídios nas Orientações didáticas.**

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

A atividade 8 ressalta a importância da água no estado líquido para a existência de formas de vida em outros corpos celestes. Espera-se que os estudantes aprofundem suas respostas considerando o conceito de habitabilidade. Além disso, no item b, eles devem indicar que, devido à baixa pressão atmosférica e à ausência de efeito estufa, a temperatura desses corpos celestes é, geralmente, extremamente baixa; sendo assim, a água superficial congela e se mantém no estado sólido.

Na atividade 9, os estudantes devem mobilizar diferentes conteúdos estudados para a sistematização das respostas, incluindo zonas habitáveis e condições necessárias para a existência de vida. Espera-se também que eles apliquem esse conhecimento no contexto do Sistema Solar e fora dele.

#### Pesquisa

A atividade 10 incentiva a pesquisa de experimentos fundamentais na história dos avanços científicos para a compreensão da vida, seu surgimento e evolução. Esta é uma boa oportunidade para os estudantes ampliarem o tema sob uma perspectiva histórica.

Confira a sugestão de *Leitura complementar* para auxiliar no desenvolvimento da atividade 11. Além disso, é possível consultar mais informações em: <[www.bbc.com/portuguese/noticias/2010/04/100428\\_asteroide\\_rc](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2010/04/100428_asteroide_rc)>. [acesso em: out. 2018].

### Leitura complementar

[...] A poeira é mais importante do que parece. Ela passa incólume por barreiras físicas sérias para corpos maiores. Quando um meteorito grande penetra a atmosfera, por exemplo, o atrito é tão intenso que aquece a rocha a temperaturas que muitas vezes a pulverizam e são letais para qualquer bactéria. Esse problema não existe com a poeira, cujo tamanho microscópico lhe permite entrar na atmosfera quase sem atrito. E ela é abundante, em parte devido aos cometas que cruzam o espaço com sua cabeleira luminosa. A cauda

de um cometa surge quando ele se aproxima do Sol, na verdade é sua superfície assoprada pelos ventos solares. Quando vai embora para os confins do Universo, o cometa deixa para trás essa poeira e fica ligeiramente menor por perder a camada externa. Uma camada valiosa para a vida: os cometas são repletos de aminoácidos, as moléculas orgânicas que compõem as proteínas. [...]

GUIMARÃES, Maria. Seres do espaço. *Revista Pesquisa Fapesp*. Ed.176, out. 2016. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/10/26/seres-do-espaco%C3%A7o/>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Integração

O objetivo da atividade é ressaltar a importância da interdisciplinaridade na construção do conhecimento científico. Nesse caso, a temática astrobiológica da busca de vida fora da Terra é utilizada como eixo condutor para a integração entre diferentes áreas do conhecimento. Espera-se que os estudantes reconheçam a importância da Biologia, da Química, da Física e da Astronomia para a avaliação de questões complexas como a vida, contribuindo assim para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI16). Outro objetivo da atividade é incentivar o contato dos estudantes com exemplos reais de pesquisas científicas, abordando suas contribuições e a importância da instrumentação adequada. Espera-se também que eles utilizem diferentes linguagens textuais e gráficas para apresentar os resultados das pesquisas e sistematizar os conteúdos estudados. Incentive a criatividade e o compartilhamento das informações.

#### Fórum de debates

A pesquisa astronômica moderna requer aparelhos e tecnologias sofisticadas, frequentemente de altíssimo custo. A proposta de debate visa incentivar os estudantes a discutir o investimento em pesquisas científicas, sua importância, contribuição para a sociedade, vantagens e possíveis desvantagens. Para auxiliar na atividade, confira a sugestão de *Leitura complementar* a seguir. O texto também pode ser trabalhado na íntegra com os estudantes para subsidiar a discussão.

#### Integração

- Imagine que você e os colegas de turma são cientistas de uma agência espacial e irão organizar a divulgação do projeto “Vida fora da Terra”. O objetivo é informar aos demais membros da escola e da comunidade onde vocês moram a respeito das evidências de condições favoráveis à manutenção da vida no Sistema Solar e em outros sistemas da Via Láctea. Em grupos, sigam as instruções.
  - a) O projeto é composto por cientistas das áreas de Química, Física, Biologia e Astronomia. Organizem-se de modo que cada membro do grupo represente uma dessas áreas.
  - b) Cada membro do grupo deve buscar informações dentro de sua área para caracterizar os assuntos listados a seguir. Lembre-se de que as informações devem estar relacionadas às condições necessárias ao surgimento e à manutenção da vida fora da Terra.
    - Exemplos reais de investigações.
    - Tecnologias e aparelhos utilizados.
    - Zonas habitáveis.
    - Vida humana.
  - c) Após a pesquisa, o grupo deve compartilhar as informações e registrá-las no caderno. A combinação dos dados de cada área auxilia no estudo do tema? Há aspectos em comum? Como você explicaria a importância da integração de diferentes áreas do conhecimento para tratar de assuntos complexos, como vida em outros astros?
  - d) Organizem um painel com as informações discutidas para divulgação científica na escola. É interessante incluir imagens, esquemas e ilustrações para enriquecer o material e auxiliar na divulgação.

#### Fórum de debates

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

### Quanto custa buscar sinais de vida?

A busca por dados precisos sobre diferentes corpos celestes com características favoráveis à vida não é barata. Missões espaciais, como o envio de sondas para investigar as luas de Júpiter, devem custar mais de US\$ 2,1 bilhões de dólares americanos. O lançamento de sondas ultramodernas, com capacidade de análises físico-químicas detalhadas, deve custar mais de US\$ 8,8 bilhões. Programas de pesquisa em ciências espaciais em todo o mundo são custosos por causa da necessidade de tecnologias sofisticadas, materiais e mão de obra altamente qualificados. Muitas pessoas questionam a aplicação de tanto dinheiro em programas assim.

- Com os colegas de turma, organizem uma mesa-redonda para discutir os impactos desse tipo de ciência, as justificativas de verbas, a importância e a contribuição para a humanidade. Diferentes opiniões podem ser expressas, sendo importante apresentar argumentos para o debate. Se necessário, busquem mais informações em fontes seguras a respeito dos investimentos e das contribuições desse tipo de pesquisa para a humanidade.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Lançamento da espaçonave Mars Science Laboratory, da Nasa, em novembro de 2011, que levou o robô Curiosity até Marte. Essa missão custou cerca de US\$ 2,5 bilhões de dólares americanos e levou anos de planejamento e construção. Desde sua chegada a Marte, o Curiosity tem transmitido imagens e dados inéditos, proporcionando diversas descobertas a respeito do planeta.



United Launch Alliance/NASA

144

#### Leitura complementar

Com cerca de R\$ 30, é possível adquirir o material básico para montar uma luneta astronômica capaz de fazer observações como aquelas com as quais Galileu, há 400 anos, ajudou a comprovar a teoria heliocêntrica de Copérnico: bastam alguns encaixes feitos com tubos e conexões de PVC e duas lentes convergentes. Ao longo desses quatro séculos de observações, entretanto, ganharam proporções astronômicas e gigantescos – tanto quanto requer a sofisticação cada vez maior do conhecimento científico sobre o espaço. Para viabilizar

grandes projetos, são comuns as parcerias internacionais, algumas delas com importante participação de instituições brasileiras.

A mais significativa, em termos de investimento do Brasil na construção e no uso de observatórios, é o Southern Astrophysical Research Telescope (Soar), que funciona desde 2004 em Cerro Pachón, uma montanha dos Andes chilenos a 2.700 metros acima do nível do mar. Três instituições dos Estados Unidos são parceiras nesse empreendimento: o National Optical Astronomy Observatory, a Universidade da Carolina do Norte e a Universidade Estadual de Michigan. O Brasil, com recursos do CNPq, entrou com pouco mais de um terço do custo

# NESTA UNIDADE VOCÊ ESTUDOU

## Terra e Universo



### Revise e reflita Respostas pessoais.

1. Quais informações você achou mais interessantes?
2. Você sentiu dificuldade em entender algum assunto? Qual? Por quê?
3. Se ainda tiver dúvida ou dificuldade em algum assunto, anote-a e depois a apresente ao professor.

### Avalie seu aprendizado

4. As leituras do céu são componentes fundamentais de muitas culturas porque auxiliam no reconhecimento de estações e eventos cíclicos, no planejamento de atividades humanas e na organização de calendários. Exemplos indicados nas páginas 120 a 122.
1. No caderno, elabore um esquema do Sistema Solar, representando os astros que o compõem e descrevendo as principais características de cada planeta. Resposta pessoal. Os estudantes podem se basear no esquema da página 99 e nas informações das páginas 104 a 108.
2. Onde o Sistema Solar está localizado no Universo? Descreva o que são as galáxias. O Sistema Solar localiza-se na galáxia Via Láctea. Galáxias são agrupamentos naturais de grande número de estrelas e corpos celestes, além de gás e poeira cósmica.
3. Explique as principais fases do ciclo de vida de uma estrela. As fases incluem: nascimento da estrela, formação de gigante vermelha, formação de anã branca e, por fim, formação de anã preta, como indicado nas informações e na figura da página 102.
4. Como as diferentes leituras do céu se relacionam às distintas culturas das sociedades? Comente alguns exemplos, buscando explicar o uso de interpretações astronômicas para a organização de atividades humanas.
5. Elabore um pequeno texto para explicar o que são estrelas e constelações, justificando a importância do movimento aparente delas no céu para a construção do conhecimento humano. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes se baseiem nas informações sobre estrelas e constelações presentes nas páginas 117 a 120.
6. Diferencie cometas, asteroides, meteoroides e meteoritos. Os estudantes podem se basear nas informações das páginas 110 a 112 e no infográfico da página 113.
7. O que é Arqueoastronomia? Explique esse ramo da ciência e as estratégias utilizadas para seus estudos. E a ciência que estuda o conhecimento astronômico de povos antigos, em especial dos pré-históricos. A investigação é feita com base em vestígios deixados ao longo do tempo, como construções e calendários.
8. Escolha uma das linhas de pesquisa da Astrobiologia, apresentadas nesta unidade, e pesquise como ela se relaciona com a busca por vida em outros astros. Resposta pessoal.
9. Explique a hipótese da evolução química para o surgimento da vida na Terra. Como a compreensão dessa hipótese se relaciona com as pesquisas de busca por vida fora da Terra? Subsídios presentes na página 128. A compreensão das condições físicas e químicas para origem de moléculas orgânicas e da vida é fundamental para a busca da vida fora da Terra.
10. Quais são as principais características de um ser vivo? Interação com a água, composição por moléculas orgânicas, compartimentalização, informações hereditárias, metabolismo e evolução.
11. Quais são as condições necessárias para a existência de vida? Fontes de energia, composição química adequada e meio líquido, principalmente aquoso.
12. Elabore no caderno um pequeno texto a respeito da viabilidade da sobrevivência de vida humana fora da Terra. Comente as limitações físicas e químicas, os períodos de tempo envolvidos e as tecnologias hoje disponíveis. Resposta pessoal. Exemplos de limitações a serem consideradas: pressão e composição atmosférica, temperatura, radiação solar e distâncias interplanetárias. Exemplos de tecnologias: trajes espaciais e espaçonaves.
13. Explique o conceito de zona habitável e comente algumas evidências que indicam condições para a manutenção da vida em outros corpos celestes. Zona habitável é a região ao redor de uma estrela onde a radiação emitida por ela permite temperaturas adequadas para manter a água em estado líquido. Exemplos de evidências: água em estado líquido, fontes de energia presentes e possibilidade de efeito estufa.
14. Considerando as características do espaço sideral, explique como os astronautas podem sobreviver em viagens espaciais e estações espaciais. Com o auxílio de tecnologias que oferecem sistemas de pressurização e ventilação, além de proteção contra radiações solares e espaciais.
15. Quais são as características que os trajes espaciais devem ter para manter o corpo humano vivo fora da Terra? Os trajes devem fornecer proteção contra radiação solar, manutenção da temperatura interna, pressurização e ventilação.

### Orientações didáticas

#### Nesta unidade você estudou

O objetivo desta seção é promover uma oportunidade de integração dos conteúdos trabalhados ao longo da unidade, estabelecendo conexões entre habilidades e competências abordadas e proporcionar ao estudante um momento de reflexão e autoavaliação sobre o processo de aprendizagem.

Este momento também representa uma boa oportunidade para você, professor, avaliar a eficácia das estratégias didáticas utilizadas e resgatar, se necessário, elementos ou recursos que auxiliem na mobilização de conteúdos pelos estudantes.

#### Revise e reflita

Sugerimos que as respostas fornecidas para essas questões sejam utilizadas como avaliação diagnóstica. Assim, utilize os apontamentos dos estudantes como forma de repensar algumas abordagens e estratégias no processo de ensino e aprendizagem. Além dos conteúdos conceituais, fique atento também para os conteúdos procedimentais e atitudinais. Finalmente, proponha uma atividade dialogada para identificar os pontos mais e menos consolidados da aprendizagem. As atividades a seguir podem ser uma boa ferramenta para isso.

#### Avalie seu aprendizado

As atividades propostas nesse momento visam abordar aspectos-chave vistos ao longo dos capítulos da unidade. Caso os estudantes tenham dificuldade na resolução, oriente-os sobre maneiras de trabalhar os conteúdos, como buscar mais informações, visitar as anotações e observar novamente as imagens e os textos sobre o assunto. Valorize as diferentes abordagens solicitadas ao longo das atividades, como esquematização, redação, trabalho em grupo e criação de jogos.

de construção, estimado em US\$ 28 milhões, o que dá aos pesquisadores brasileiros o direito a um tempo de uso do telescópio proporcional ao investimento do país. [...]

“Temos que nos livrar dessa visão imediatista de procurar ‘função social’ em tudo e achar que pesquisa prioritária é aquela que vai resultar em aumento na produção de alimentos e na melhoria da saúde”, defende Lepine [Jacques Lepine, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP)]. “Historicamente, a astronomia contribuiu para que surgissem as leis da mecânica, a relatividade, a física de partículas

elementares. Os conhecimentos criados pela pesquisa numa área beneficiam, em um dado momento, as outras áreas. Não se sabe de onde vão surgir as grandes descobertas de amanhã. Mas usar esse enorme laboratório de física que é o universo é um bom caminho”, avalia. [...]

CUNHA, Rodrigo. O astronômico investimento na pesquisa espacial. *Divulgación y cultura científica Iberoamericana*. Disponível em: <[www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes032.htm](http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes032.htm)>. Acesso em: out. 2018.

## Competências específicas da BNCC

- Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.



146

## Objetivos da unidade

- Identificar e caracterizar estados da matéria e suas transformações.
- Compreender que o estado físico da água depende de fatores como pressão, temperatura e presença de partículas presentes no meio.
- Reconhecer características do ciclo hidrológico.
- Reconhecer que o conceito de átomo é uma construção teórica provisória.
- Reconhecer e caracterizar partículas subatômicas, elementos e compostos usando os conceitos de número atômico e de massa ou tipo de ligação química.
- Reconhecer que a Química tem instrumentos próprios de representação de estruturas e processos.
- Compreender o conceito de ondas mecânicas e eletromagnéticas e reconhecer características e fenômenos naturais e tecnológicos a elas associados.

**F**enômenos como as auroras polares intrigam e encantam a humanidade há gerações. Ao longo da história, diferentes sociedades que presenciavam a aurora boreal (no hemisfério norte) ou a aurora austral (no hemisfério sul) buscaram explicá-la, muitas vezes valendo-se de histórias relacionadas a seus deuses ou a suas divindades: a palavra “aurora”, por exemplo, faz referência à deusa romana do alvorecer, enquanto a palavra “boreal” é derivada do nome de seu filho, o deus dos ventos do norte, Bóreas.

Ocorrendo principalmente nas regiões próximas aos polos terrestres, as auroras polares são um belíssimo exemplo visual do estado físico de plasma, um dos estados da matéria que vamos estudar nesta unidade.

Aurora boreal vista na Islândia, em 2017.

147

### Orientações didáticas

A imagem desta abertura mostra uma aurora boreal. As auroras boreais e austrais são resultado da interação entre partículas emitidas pelo Sol e o campo magnético terrestre. Ocorrem nas regiões próximas aos polos geomagnéticos, em grandes altitudes. Os meses de fevereiro, março, abril, setembro e outubro são os mais propícios para essa observação. Nessas ocasiões, uma corrente de partículas eletrizadas vindas da coroa solar, e que chamamos de vento solar, colide com as altas camadas da atmosfera e perdem energia, daí a emissão de luz. O fenômeno é mais intenso nas tempestades solares, que interferem severamente nas comunicações, causando apagões e prejudicando os sinais de GPS, televisão, radares, telefonia, satélites e diversos sistemas eletrônicos.

### Orientações didáticas

Ao longo desta unidade, vamos prosseguir com o estudo das áreas de Física e Química, sempre buscando ressaltar a perspectiva histórica na construção do conhecimento científico e sua relação com tecnologias e situações cotidianas. Durante o estudo, esperamos que os estudantes mobilizem diferentes conhecimentos prévios dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, além de novos, para aprofundar o estudo da matéria e compreender diversos processos e fenômenos. Com base nessa compreensão, espera-se que eles possam reconhecer a aplicação desse conhecimento científico e tecnológico nas mais variadas dimensões da vida humana, como saúde e comunicação.

Ao longo do capítulo 7, o estudo da matéria será pautado na compreensão e no reconhecimento das mudanças de estado físico. Com base em situações e exemplos variados, os estudantes deverão compreender os fatores que influenciam as mudanças de estado físico, como temperatura e pressão.

No capítulo 8, vamos explorar o conceito de átomo, sua construção histórica, as partículas subatômicas e as formas de representação. Assim, os estudantes deverão compreender as diferentes transformações da matéria, além de reconhecer a importância de modelos e representações no estudo da Física e da Química.

No capítulo 9, vamos abordar os princípios de ondulatória, óptica e eletromagnetismo, possibilitando a compreensão e o reconhecimento de fenômenos e processos presentes no cotidiano.

Finalmente, o capítulo 10 deverá auxiliar os estudantes no estudo da aplicação dos conteúdos abordados e seus impactos na sociedade. Partindo de exemplos diversos, espera-se que eles reconheçam e avaliem o uso de diferentes tecnologias que revolucionaram, por exemplo, áreas como a medicina e a comunicação.

## Habilidade da BNCC abordada

**(EF09CI01)** Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Mudanças de estado físico da água.
- Relação entre o estado físico da água, a temperatura e o arranjo entre moléculas.
- Dependência do estado físico da água em relação a fatores externos, como pressão e presença de solutos.
- Outros estados da matéria.

### Conteúdos procedimentais

- Elaboração de hipóteses e teste por meio de atividade experimental.
- Leitura e interpretação de imagens e diagramas.
- Acompanhamento de roteiros, condução de atividades práticas e proposição de alterações ou ampliações.
- Expressão de ideias embasadas em argumentos válidos em situações coletivas.
- Pesquisa em livros e sites de divulgação científica na internet.

### Conteúdos atitudinais

- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa das tarefas no trabalho em grupo.
- Reconhecimento da importância da investigação e da observação cuidadosa nas atividades experimentais.
- Reconhecimento da importância da linguagem científica como meio de apropriação de conceitos científicos.
- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.

# Mudanças de estado físico da matéria

CAPÍTULO

7



AlamyFotoarena

Lava de vulcão entrando em contato com a água do mar, no Parque Nacional dos Vulcões do Havaí, nos Estados Unidos, 2016.

Na natureza, os materiais têm diferentes aspectos. Ou seja, diferentes cores, texturas, cheiros, formas, entre outros. Além dessa diversidade, é possível observar, em diferentes situações, que um mesmo material pode mudar de aspecto dependendo das condições do meio, como a temperatura a que ele está submetido. No Parque Nacional dos Vulcões do Havaí, por exemplo, é possível observar, no evento retratado na fotografia acima, uma amostra do que acaba de ser descrito aqui.

### O que você já sabe?

 Não escreva no livro

1. Descreva o que você observa na situação apresentada na imagem acima.
2. Proponha uma explicação para o que acontece com a lava quando ela cai no mar.
3. Do que é constituído o vapor mostrado na imagem saindo do mar? Você saberia dizer como ele se forma?

148

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

## 1 Começo de conversa

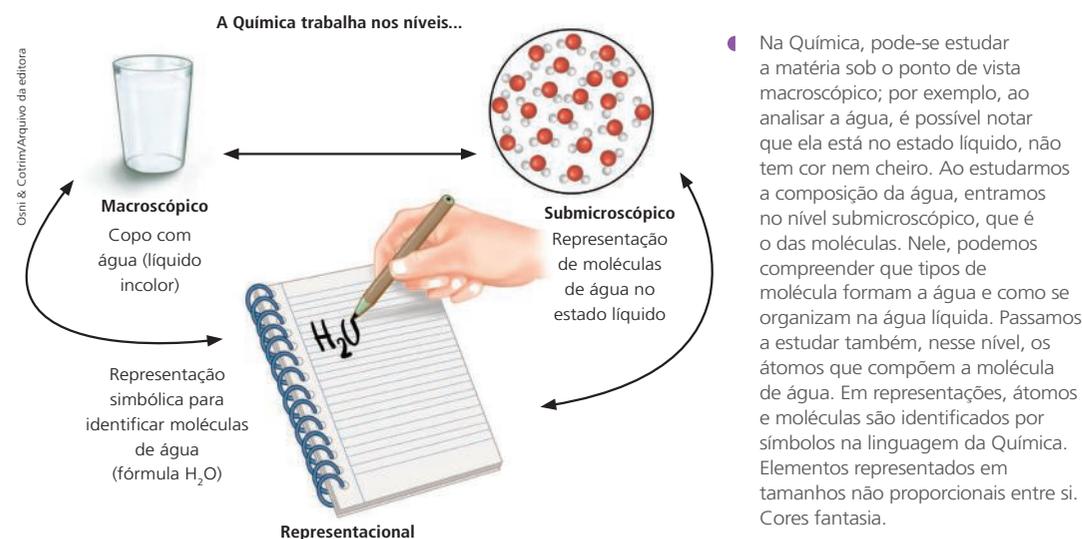
No volume 6 desta coleção, introduzimos o conceito de matéria e mencionamos que matéria é tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço (volume).

Analisamos também as propriedades gerais e específicas da matéria. Estudamos que as propriedades gerais são comuns a todos os tipos de matéria e não permitem diferenciar um tipo de outro. As propriedades específicas, por outro lado, possibilitam diferenciar uma amostra de matéria de outra. Cada um dos diferentes tipos de matéria é uma **substância**. Assim, essas propriedades específicas nos permitem diferenciar uma substância da outra.

Também no volume 6 mencionamos o conceito de reações químicas e discutimos como podem ser evidenciadas. Vimos que, nas reações químicas, uma ou mais substâncias transformam-se em outra ou outras substâncias diferentes.

Agora, neste e no próximo capítulo, vamos estudar um mundo invisível a olho nu: formado por átomos, moléculas, íons. Essas unidades da matéria não são visíveis nem mesmo em microscópios usados na maioria dos laboratórios, embora existam os **microscópios eletrônicos de tunelamento**, que possibilitam visualizar algumas moléculas, mas não com nitidez. Assim, químicos recorrem a modelos elaborados com base em muitas evidências experimentais para estudar átomos e suas combinações, como as moléculas. Além disso, o uso de símbolos para os elementos químicos, as fórmulas químicas que representam as substâncias e as equações químicas que representam as reações químicas fazem parte da **linguagem da Química**, por meio da qual todos podem se comunicar. A linguagem da Química é a mesma no mundo todo, ou seja, os símbolos usados são os mesmos em qualquer país, independentemente do idioma.

Assim, vamos estudar um mundo que foi descoberto com base em evidências experimentais que possibilitaram entender a estrutura da matéria e como ela se transforma, em um nível **submicroscópico**.



## Orientações didáticas

Esta terceira unidade encerra o curso de Ciências do 9º ano discutindo as interações entre massa e energia, os dois componentes do Universo. Vamos retomar conceitos já trabalhados em anos anteriores, agora do ponto de vista submicroscópico, isto é, no domínio das dimensões menores que  $10^{-8}$  m.

Como forma de introduzir este capítulo, retome com os estudantes assuntos estudados no volume do 6º ano, quando exploramos as propriedades da matéria. Para auxiliá-los a entender que o conhecimento das propriedades da matéria possibilita aplicações práticas, comente a respeito da transparência do vidro e seu uso em janelas, da ductilidade do cobre e seu uso em fios condutores de eletricidade, da maleabilidade do ferro, que possibilita a fabricação de lâminas com inúmeras aplicações, entre outros exemplos.

Esse momento é propício para retomar os conceitos de propriedades gerais e específicas que caracterizam a matéria. Os estudantes já conhecem o conceito de matéria e analisaram algumas de suas propriedades gerais (a dureza, a fragilidade, a divisibilidade) e específicas (como a densidade); agora vamos estudar as temperaturas de mudança de estado físico.

Os estudantes também já conhecem o fato de que alterações no aspecto macroscópico de um sistema podem indicar que alguma coisa está mudando nas características microscópicas – e também já sabem que gases podem ser formados de vários tipos de partículas –, mas não sabem em que, exatamente, consiste essa mudança.

Se possível, explore a imagem desta página com os estudantes como forma de ressaltar a importância e a relação entre os níveis de estudo da Química e a construção do conhecimento científico atrelado à linguagem química.

▶ Espera-se que a imagem do vulcão, da página anterior, desperte a atenção dos estudantes. Aproveite a curiosidade deles para solicitar que descrevam a situação observada, que envolve a interação entre lava e água do mar líquida e na forma de vapor. Com o auxílio das questões, levante as concepções prévias deles em relação à formação de vapor de água e lava. Além disso, incentive-os a explicar o papel da temperatura na ocorrência dos estados físicos mencionados. Ressalte que a névoa que aparece na imagem não é vapor de água, mas gotículas suspensas de água condensada. As noções prévias de estados físicos da matéria e fatores que influenciam as transformações envolvidas serão relevantes durante o estudo deste capítulo.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

## Orientações didáticas

É adequado resumir as transformações em um esquema de mudanças de estados físicos, como o esboçado na parte inferior desta página, adicionando o fato de que as alterações que aumentam o estado de desorganização do sistema são endotérmicas, isto é, necessitam que se agregue energia, enquanto as alterações que diminuem o estado de desorganização são exotérmicas, ou seja, retiram energia do sistema.

Nessas transformações, a energia incorporada ao sistema ou dele retirada serve para interferir nas forças de coesão entre as moléculas e, conseqüentemente, na distância entre elas. No estado sólido, essas forças são intensas; no estado líquido, elas são reduzidas, mas não desaparecem, o que dá ao líquido sua característica de fluidez. No estado gasoso, essas forças desaparecem completamente.

No caso da água, as **ligações de hidrogênio** entre um átomo de hidrogênio de uma molécula e o átomo de oxigênio de outra têm enorme importância no comportamento da água como substância. Trata-se de uma ligação intermolecular mais forte que algumas ligações intramoleculares. Pode-se voltar a essa discussão ao introduzir o conceito de ligação química.

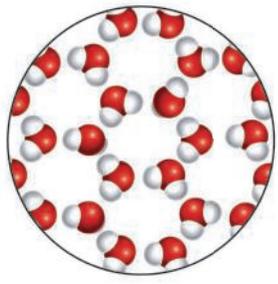
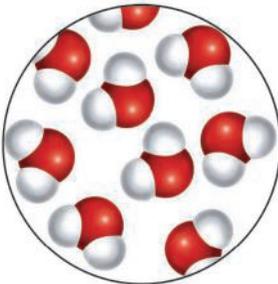
Neste capítulo, vamos nos deter no estudo das mudanças de estado físico da matéria com maior detalhamento. No próximo, nosso foco será nos átomos, moléculas, íons, equações químicas e em suas representações. Retomaremos também alguns aspectos dos estados físicos da matéria.

## Mudanças de estados físicos da matéria

A matéria pode ocorrer basicamente em três estados físicos: o **sólido**, o **líquido** e o **gasoso**. Há um quarto estado natural da matéria, o **plasma**, que abordaremos ao final do capítulo.

O estado físico que uma matéria apresenta depende da temperatura e da pressão às quais ela está submetida.

Para tratar desse tema, vamos iniciar tomando como exemplo a água pura, ou seja, composta apenas de moléculas de água, sem materiais dissolvidos. Na superfície da Terra, a água pode se apresentar em três estados físicos, caracterizados com base no arranjo (organização espacial) de suas moléculas. Veja o quadro a seguir.

Esquema do arranjo molecular	Estado físico
 <p>Representação do arranjo das moléculas de água no estado sólido. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.</p>	<p><b>Estado sólido:</b> as moléculas de água estão próximas umas das outras, porém formam um arranjo com espaços entre si, organizando-se em uma estrutura cristalina que permite a formação de cristais microscópicos, como os observados no gelo.</p>  <p>Cristal de gelo visto ao microscópio. Mede de 2 mm a 4 mm de diâmetro.</p>
 <p>Representação do arranjo das moléculas de água no estado líquido. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.</p>	<p><b>Estado líquido:</b> as moléculas estão bem próximas, mas as forças atrativas entre elas não são muito fortes. Podem se desprender e mover-se. É por isso que os líquidos não têm forma definida – são fluidos.</p>  <p>Água em estado líquido.</p>

150

Banco de imagens/Arquivo da editora



Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Mudanças de estado físico, do 4º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

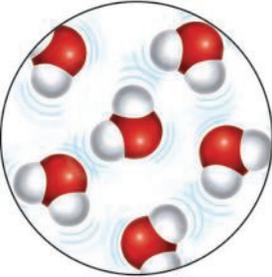
## Orientações didáticas

### Aplice e registre

As atividades visam auxiliar na compreensão dos conteúdos, contribuindo também para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI01]. Retome o conceito de condições ambiente: pressão atmosférica exercida na superfície da Terra ao nível do mar e temperatura em torno de 25 °C. Como os estudantes costumam contribuir com muitas respostas, podemos voltar a elas na discussão das forças intermoleculares e reforçar a afirmação feita anteriormente de que a água é uma das poucas substâncias que podem ser vistas nos três estados, no intervalo de temperaturas observadas na Terra, de -50 °C a 50 °C, aproximadamente.

Quanto às propostas de transformação, é possível que os estudantes mencionem transformações que envolvam variações de temperatura apenas propondo o resfriamento para a passagem do líquido ao estado sólido e o aquecimento para a passagem inversa. Quando a influência da pressão for discutida, retome essas questões.

Para a maioria das substâncias, aumento da pressão implica aumento da temperatura de mudança de estado físico. Essas substâncias aumentam seu volume durante a fusão, ou seja, se dilatam. Outras substâncias, como a água, diminuem de volume ao sofrer fusão: nesse caso, um aumento de pressão favorece a mudança de estado; assim, a mudança de estado passa a ocorrer em uma temperatura mais baixa. Essas características podem ser observadas nos diagramas de fases abaixo. A forma invertida da curva que separa as fases sólida e líquida no caso da água justifica seu comportamento diferenciado na fusão.

Esquema do arranjo molecular	Estado físico
 <p>Representação do arranjo das moléculas de água no estado gasoso e da sua movimentação. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.</p>	<p><b>Estado gasoso:</b> as moléculas têm velocidade suficiente para se afastar umas das outras. Esse movimento é aleatório, sem direção definida, e as moléculas podem se chocar umas com as outras e depois se afastar. É esse movimento que faz com que os gases ocupem todo o volume de um recipiente. Os gases também são fluidos, pois não têm forma definida. A água no estado gasoso (vapor de água) é invisível, mesmo em grande quantidade.</p>

### Aplice e registre



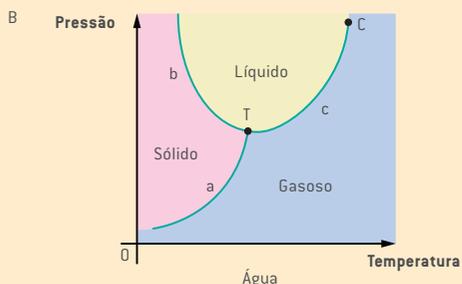
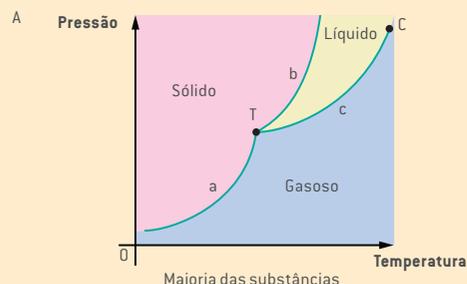
- Que outras substâncias você conhece que, à temperatura ambiente, de cerca de 25 °C, estejam:
  - no estado sólido?
  - no estado líquido?
  - no estado gasoso?
- Como você faria para transformar água no estado líquido em água no estado sólido?
- Como você faria para transformar água no estado sólido em água no estado líquido?  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

As mudanças de estado físico da matéria dependem da **temperatura** e da **pressão**. Já estudamos no volume 8 desta coleção que a temperatura é uma medida do estado de agitação das partículas que formam um corpo. Quanto maior a agitação, maior a temperatura do corpo.

A pressão atmosférica também foi estudada no volume 8 desta coleção. Vimos que a pressão ao nível do mar é de 1 atmosfera e que ela reduz com o aumento da altitude. Isso porque a força com que a Terra atrai os corpos depende da distância deles em relação ao centro do planeta. Assim, quanto mais próximos os gases atmosféricos estiverem da superfície, maior será a força com que são atraídos e, como consequência, maior será a pressão que exercem sobre a superfície dos corpos. É importante lembrar que a pressão atmosférica é exercida em todas as direções. As camadas de ar ao nível do mar suportam o peso do ar das camadas de cima e, assim, ficam mais comprimidas, “apertadas” umas contra as outras. O ar é mais rarefeito em regiões de alta altitude.



Representação esquemática da quantidade de gases presentes no ar ao nível do mar e a 1000 m de altitude. A maior concentração de gases ao nível do mar se deve à maior força da gravidade da Terra. A maior quantidade de gases exerce maior pressão sobre os corpos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Diagramas de fases da maioria das substâncias [A] e da água [B], em que: a = curva de ressublimação; b = curva de solidificação; c = curva de condensação; C = ponto crítico; T = ponto triplo [condições de temperatura e de pressão que permitem os três estados físicos da matéria ao mesmo tempo].

## Orientações didáticas

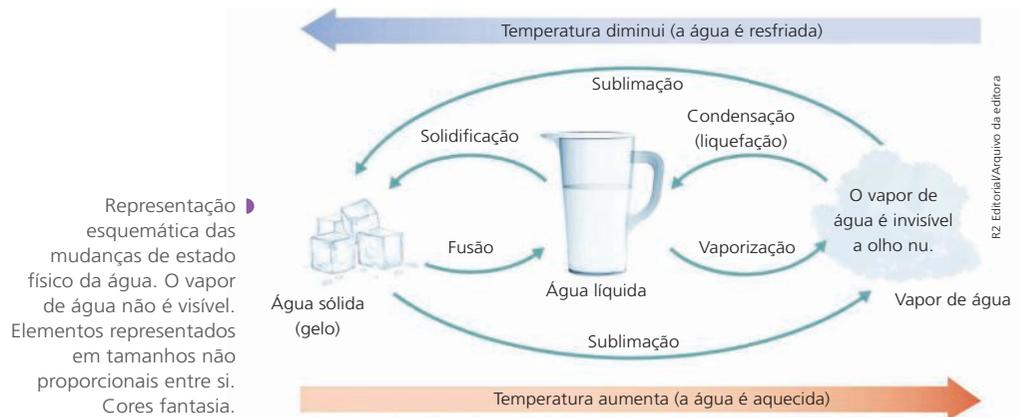
Inicialmente, a temperatura pode ser vista como a grandeza que descreve a condição de mais quente ou mais frio. Em seguida, pode-se relacioná-la ao estado de **agitação submicroscópica** da matéria; desse modo, a temperatura representa uma variável que reflete a situação energética das partículas constituintes. Se considerar pertinente, retome esse assunto estudado na unidade 3 do volume do 7º ano, quando abordamos a energia térmica, a propagação de calor e as máquinas térmicas. Essa abordagem permite a exploração dos constituintes da matéria e dos efeitos quando ocorre incorporação de energia ou quando há dissipação de energia no estado de agitação dessas partículas.

A temperatura está associada a uma propriedade da matéria chamada **energia interna**: quanto maior é a energia interna, maior é a temperatura. A energia interna pode ser transferida entre dois corpos do mesmo sistema, sempre no sentido do corpo mais quente para o mais frio. A transferência dessa energia corresponde ao **calor** trocado.

Se houver oportunidade, estabeleça pontos comuns entre duas grandezas já familiares: a temperatura e a massa. Um copo de água (250 mL) retirado da geladeira a 5 °C tem a mesma temperatura de um litro de água da mesma geladeira; no entanto, as massas de um copo de água e de um litro são diferentes. A massa é uma grandeza extensiva, ou seja, sua intensidade varia com a quantidade do material, enquanto a temperatura é uma grandeza intensiva, que não depende da quantidade de matéria que está sendo medida. Essa reflexão é interessante na medida em que as temperaturas de mudança de estado são invariantes para uma substância, independentemente da sua quantidade.

Vamos iniciar nosso estudo das mudanças do estado físico da matéria considerando a água como exemplo. Em um primeiro momento, nosso estudo vai se concentrar na influência da temperatura sobre as moléculas da água ao nível do mar. Em todos os exemplos, portanto, tomaremos por referência que a água está sob as mesmas condições de pressão atmosférica: ao nível do mar, onde a pressão é de 1 atmosfera. Depois, analisaremos a influência da pressão nas mudanças de estado físico.

O esquema a seguir resume as mudanças de estado físico de uma substância (neste exemplo, a água), considerando a temperatura. Nos itens a seguir, analisaremos cada uma dessas transformações, considerando, como caso de estudo, materiais que são compostos de moléculas. As mudanças de estado em materiais compostos de outras combinações atômicas que não moléculas ocorrerão da mesma forma.



## Fusão

Quando um sólido é aquecido, suas moléculas começam a ficar cada vez mais agitadas e, dependendo do aumento da temperatura, as forças que as mantêm em um arranjo molecular cristalino são enfraquecidas. O sólido, então, passa para o estado líquido. Essa passagem recebe o nome de **fusão**.

A fusão acontece, por exemplo, quando retiramos um cubo de gelo do congelador. A temperatura dentro do congelador é mantida abaixo de zero grau Celsius (0 °C). Dependendo do lugar e da época do ano, fora da geladeira a temperatura pode ser muito superior a 0 °C. Assim, fora do congelador, o gelo recebe energia térmica do ambiente e começa a se transformar em água no estado líquido. No caso da água, para ocorrer fusão basta que a temperatura ambiente esteja acima de 0 °C, nos locais próximos do nível do mar. Durante a fusão, até que ela se complete, a temperatura se mantém a 0 °C.



Para evidenciar que os processos de mudança de estado também obedecem ao princípio de conservação de energia, pode-se alterar ligeiramente a sequência proposta no Livro do Estudante, tratando em um momento a fusão e a solidificação e, em outro, a vaporização e a condensação. Nesse caso, deve-se ressaltar que a quantidade de energia necessária para fundir uma massa de material na temperatura de fusão é a mesma quantidade devolvida pelo sistema ao meio ambiente quando a mesma massa do material é solidificada.

Cada substância sofre fusão a uma temperatura que lhe é própria. Por exemplo, para o álcool etílico ou etanol, essa temperatura é de  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para o ferro é de  $1\,538\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para o ouro é de  $1\,064\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Aplique e registre

Analise a fotografia ao lado, que mostra a fundição de ferro em uma indústria metalúrgica.

1. Qual é o estado físico do ferro mostrado na fotografia? **Líquido.**
2. Qual deve ser a temperatura mínima nas fundições para que o ferro possa ser fundido como mostra a fotografia?  
**Aumento da temperatura até, ou mais de  $1\,538\text{ }^{\circ}\text{C}$ .**

Fundição de ferro em uma usina metalúrgica em Cambé (PR), 2016.



Não escreva no livro

### Vaporização

Se um líquido é aquecido, suas moléculas se movimentam cada vez mais intensamente, até que comecem a se dispersar no espaço, passando para o estado gasoso. Esse processo é a **vaporização**. A água em estado gasoso é chamada **vapor de água**.

### Aplique e registre

Observe a fotografia e responda às questões a seguir.



Roupas secando em varal ao ar livre.

1. Se a peça de roupa úmida estiver ao sol, o que acontecerá com ela depois de certo tempo? **A roupa secará (perderá água).**
2. O que acontecerá com a água que estiver presente na roupa? **Evaporará.**
3. O que aconteceria se a roupa não fosse estendida no varal, mas sim dobrada? **A secagem seria mais lenta.**
4. O que acontecerá se houver vento durante o tempo em que a roupa estiver no varal? **A secagem será mais rápida.**
5. Você consegue imaginar algum outro fator que poderia interferir na situação representada na fotografia?

**Resposta pessoal.** Na secagem de roupas, há ainda outro fator que altera a velocidade de evaporação: o tipo de tecido. A água fica retida na trama dos fios. Existem tecidos que secam mais rapidamente que outros, pois retêm menos água em suas tramas.

### Tipos de vaporização

A roupa úmida pendurada no varal acaba secando, assim como uma poça de água formada depois da chuva desaparece. Mas será que a água da roupa e a da poça deixam de existir?

Com a energia térmica solar, as moléculas de água no estado líquido têm seu grau de agitação aumentado e passam para o estado gasoso, ou seja, a água no estado líquido transforma-se em vapor.

### Aplique e registre

A situação de secagem de roupas deve ser comum aos estudantes e representa um exemplo para aplicar os conteúdos estudados. É interessante explorar o caso com eles, incentivando o reconhecimento da evaporação e dos fatores que influenciam essa transformação.

### Orientações didáticas

#### Aplique e registre

O tema do ferro fundido pode ser o ponto de partida para o conhecimento de transformações químicas e energéticas em uma indústria siderúrgica. Uma visita a uma indústria de grande porte propicia a reformulação do conhecimento escolar quando os estudantes observam processos, práticas e procedimentos da investigação científica aplicados em um ambiente externo à escola, no mundo da tecnologia e do trabalho.

#### Atividade extra

A visita a uma indústria siderúrgica pode acrescentar muitas vivências aos estudantes. Para tanto, é interessante propor uma preparação para uma eventual visita técnica: O que vamos ver? O que devemos saber antecipadamente?

Em geral, as visitas técnicas propiciam um primeiro contato com um ambiente industrial e permitem que os estudantes conheçam matérias-primas, produtos e rejeitos; métodos de fabricação e sistemas automatizados; etapas e sistemas de produção; bem como procedimentos adotados quanto à segurança do trabalho.

#### Conheça também

##### Companhia Siderúrgica Nacional

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) compõe um dos mais eficientes complexos siderúrgicos integrados do mundo, atuando em cinco setores: siderurgia, mineração, logística, cimento e energia. O vídeo institucional da CSN apresenta detalhadamente as ações de cada setor.

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=I2JdNkdm0ul](http://www.youtube.com/watch?v=I2JdNkdm0ul)>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

A evaporação é um fenômeno de superfície que, como dito no texto, depende da área de exposição, da temperatura do ambiente, da umidade relativa do ar e da presença de ventos. No caso de um líquido acompanhado de outras partículas, como soluções iônicas ou moleculares, a evaporação é prejudicada porque a presença de partículas de soluto diminui a pressão máxima de vapor do líquido naquela temperatura, isto é, menos partículas conseguem a energia mínima para escapar da fase líquida. Esse fenômeno é chamado de **efeito coligativo**. Para demonstrá-lo, pode-se utilizar dois copos de mesmo tamanho, um com água e outro com solução de água e sal, deixando-os no mesmo ambiente por alguns dias. Ao final, o copo com solução de água e sal deverá exibir um nível maior que o do outro.

É interessante observar o processo completo de aquecimento de uma massa líquida até a ebulição em uma panela no fogão ou um copo refratário sobre um bico de Bunsen. Desde o início do aquecimento, verifica-se evaporação na superfície e condensação de vapor na região imediatamente superior — é a névoa que se vê e atribui-se, equivocadamente, ao vapor de água. Uma parte dessas partículas volta à fase líquida por colisões com partículas do ar, com menor energia. À medida que o aquecimento evolui, pequenas bolhas de ar são formadas na massa líquida, mas não são formações de vapor de água, e sim de ar que estava dissolvido na fase líquida (a solubilidade dos gases nos líquidos diminui com a temperatura). Em seguida, pequenas bolhas de vapor de água formam-se no fundo do recipiente, em contato com a fonte de calor; isso significa que as partículas envolvidas conseguiram energia mínima para escapar da massa líquida, embora esse fenômeno ainda ocorra para um número pequeno de partículas. A energia flui para as camadas superiores do líquido por convecção, até que um grande número de moléculas tenha a energia mínima necessária para escapar da fase líquida: nessa situação, a pressão de vapor dessas partículas iguala-se à pressão atmosférica, ocasionando a ebulição.

**2. A evaporação é lenta e ocorre à temperatura ambiente na superfície do líquido. A ebulição ocorre rapidamente, pelo aumento da temperatura, com formação de bolhas de gás de forma turbulenta. Na calefação, a passagem para o estado gasoso é ainda mais rápida e ocorre quando um líquido é colocado em temperatura acima da sua temperatura de ebulição.**

**Atenção**  
Não mexa com fogo, pois há risco de queimadura.



A água no interior da panela está em ebulição. As bolhas são do vapor de água, que escapa para a atmosfera.



A água líquida sofre calefação quando colocada sobre uma superfície muito quente, acima da temperatura de ebulição da água.

### Aplique e registre

⊗ Não escreva no livro

1. O que há de semelhante nos processos de evaporação, ebulição e calefação?  
*A passagem da água do estado líquido para o estado gasoso.*
2. O que há de diferente entre esses três processos?
3. Procure imagens de outras substâncias, em revistas e jornais, que ilustrem os três processos de passagem do estado líquido para o gasoso. Compartilhe sua pesquisa com os colegas e, juntos, montem um cartaz para cada um dos processos para expor na sala de aula ou em outro local da escola.  
*Resposta pessoal.*

154

A calefação é também um método de aquecer ambientes. Nesse caso, o vapor da água, a temperaturas acima da de ebulição, percorre um caminho em longos tubos metálicos fechados e vai dissipando calor para o ambiente, aquecendo-o.

### Aplique e registre

As atividades devem orientar os estudantes na comparação entre os diferentes tipos de vaporização, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI01). A pesquisa de imagens permite ampliar os exemplos estudados e auxiliar na verificação da aprendizagem.

## Condensação ou liquefação

Para que a passagem de uma substância do estado líquido para o gasoso aconteça, é necessário fornecer energia térmica. E o que é necessário para que aconteça o contrário, ou seja, a passagem do vapor para o estado líquido?

Nesse caso, o ambiente deve estar a uma temperatura inferior à do vapor, o que causará a transferência de energia térmica da substância para o ambiente. A transformação de uma substância no estado gasoso para o estado líquido é chamada **condensação** ou **liquefação**.

No caso da água, gotas formadas por condensação são facilmente observáveis. Quando o vapor de água entra em contato com uma superfície mais fria, as moléculas se agrupam e surgem gotículas de água no estado líquido, que, por sua vez, podem se unir formando gotas maiores.

Veja um exemplo: quando a água é aquecida em uma panela tampada, pelo processo de ebulição, parte dessa substância se transforma em vapor. Esse vapor entra em contato com a tampa, mais fria, e sofre condensação. Ao abrir a panela, é possível perceber que a tampa apresenta gotas de água na superfície interna.

A formação, semelhante a uma pequena nuvem, que vemos saindo de uma chaleira com água fervente também resulta da condensação do vapor de água. Ao entrar em contato com o ar externo, que está mais frio, o vapor se transforma em água no estado líquido. Forma-se, então, uma pequena nuvem, que logo passa para o estado gasoso e dispersa-se na atmosfera. Nessa condição, a água não é mais visível.



A água está em ebulição dentro da panela tampada. Podemos ver, por transparência, a parte interna da tampa com gotas de água, formadas por condensação do vapor de água.

A nuvem que sai do bico da chaleira com água fervente é formada por gotículas de água líquida. O vapor de água é invisível.

O orvalho é mais um exemplo do fenômeno da condensação. As gotas de água que surgem na superfície das folhas durante a noite resultam da condensação do vapor de água do ar, processo que ocorre porque a temperatura do ambiente diminui.



Folha com gotas de orvalho.

### Aplique e registre

O vapor de água sofre condensação quando entra em contato com a superfície fria do espelho. Ao passar o dedo pelo espelho, retiramos a camada de água condensada, fazendo o desenho.

 Não escreva no livro.

- Você já fez desenhos em um espelho no banheiro depois que ele ficou “embaçado” após o banho? Explique esse fenômeno que faz o vidro embaçar em uma situação como essa.

## Orientações didáticas

Por que a água líquida molha? Isso se deve às forças de coesão entre as moléculas de água (ligações de hidrogênio). Na superfície da água, essa rede de forças compromete as moléculas e a força resultante aponta para o interior do líquido (tensão superficial). Devido a esse efeito, pequenos objetos ou insetos podem pousar na superfície da água sem afundar.

Ao colocar água em um recipiente, as moléculas que tocam a parede desse recipiente trocam forças com as partículas que a compõem. Se a intensidade da interação é suficientemente intensa, algumas moléculas de água agarram-se à parede, “subindo por ela” e formando um menisco côncavo; diz-se que a água molha o recipiente ou o objeto que ela toca. Quando a intensidade da interação não é suficiente para romper o formato de esfera, típico da gota de água, diz-se que a água não molha a parede; a resultante das forças de tensão superficial aponta para o interior do líquido e tem-se um menisco convexo. Em resumo, um líquido molhar ou não um material depende da afinidade das moléculas que interagem; é por isso que o mercúrio não molha o vidro e a água não molha superfícies engorduradas.

### Aplique e registre

A atividade apresentada deste modo tem o propósito de possibilitar aos estudantes reconhecer os conteúdos estudados em situações comuns e cotidianas. Pode-se propor uma atividade simples, mas intrigante, sobre condensação da água. Com o chuveiro quente ligado em um banheiro fechado, passe um pouco de sabão ou detergente na metade da superfície de um espelho, deixando a outra metade limpa. Nesse caso ocorre um efeito adicional: as moléculas de sabão rodeiam as moléculas de água em um processo denominado **solvatação**; a intensidade das forças de coesão entre as moléculas de água reduz e as pequenas gotas de água não conseguem formar a camada de condensação. É por isso que a metade ensaboada do espelho não fica enevoada no ambiente de vapor de água.

## Orientações didáticas

Confira a *Leitura complementar* a seguir, sobre formação de orvalho, granizo, geada e neve.

### Leitura complementar

[...] O orvalho pode ser definido como condensação direta do vapor de água sobre superfícies frias. Durante o dia a superfície é aquecida pelo Sol, o que provoca a evaporação da umidade dos rios, do solo e das plantas. Durante a noite a superfície se resfria e, conseqüentemente, esfria o ar que está próximo a ela. Em contato com superfícies frias o vapor de água se condensa, formando uma película de água sobre o solo e as plantas conhecida como sereno ou orvalho. [...]

O granizo é uma forma de precipitação que consiste na queda de pedacinhos de gelo que são formados pela água no estado sólido no interior das nuvens. As temperaturas elevadas da superfície e o alto índice de umidade relativa do ar favorecem a formação de nuvens muito carregadas; no interior dessas nuvens, ocorrem intensas correntes de ar [...] onde a temperatura é muito baixa (quanto maior a altitude, menor será a temperatura). O vapor de água que está na atmosfera é empurrado para as regiões mais altas das nuvens onde a temperatura é menor e se congela. [...]

A neve se forma quando o vapor de água das nuvens se resfria tanto que, em vez de aglomerar-se para formar gotas de chuva, sublima-se e forma flocos de neve. Os flocos de neve formam-se diretamente, a partir do vapor de água da nuvem. [...]

A geada é definida como o processo através do qual cristais de gelo são depositados sobre uma superfície exposta. [...] Na realidade, a geada é simplesmente orvalho congelado. O vapor de água passa diretamente do estado de vapor ao de cristais de gelo. Isto quer dizer que a geada não cai; ela se forma. [...]

FABRIS, Antonio Ribeiro. Avaliação da temperatura e precipitação pluviométrica no entorno do Colégio Estadual Tancredo Neves em Maringá – PR. *Secretaria de Estado da Educação do Governo do Paraná*. Maringá, 2012. Disponível em: <[www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospe/pdebusca/producoes\\_pde/2012/2012\\_uem\\_geo\\_pdp\\_antonio\\_ribeiro\\_fabris.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospe/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_uem_geo_pdp_antonio_ribeiro_fabris.pdf)>. Acesso em: out. 2018.

## Solidificação

A passagem do estado líquido para o estado sólido também exige transferência de energia térmica da substância para o ambiente, ou seja, a temperatura do ambiente precisa estar mais baixa que a da substância. Essa passagem é a **solidificação**.

O exemplo mais familiar de solidificação é o que acontece quando colocamos no congelador água no estado líquido: depois de algum tempo, forma-se gelo, que é água no estado sólido.

A solidificação também ocorre na natureza, na formação da neve, do granizo, das geleiras, dos icebergs.



Dois exemplos de situações em que a água está no estado sólido: (A) nos cubos (pedras) de gelo e (B) no granizo (chuva de pedra); neste caso, parte da água cai na superfície da Terra sob a forma de gelo.

Em regiões onde o inverno é rigoroso, nas noites mais frias e de céu limpo, pode ocorrer a geada: formação de uma camada de cristais de gelo sobre as folhas das plantas e outras superfícies. Nas folhas, a geada pode ser consequência do congelamento do orvalho. Existe também a chamada geada negra, que é o congelamento dos líquidos que circulam dentro da planta, provocando a perda de folhas, flores ou frutos. Esse tipo de geada pode ocorrer a qualquer hora do dia e traz muitos prejuízos para a agricultura. No Brasil, acontece eventualmente na região Sul.



Vegetação coberta por geada formada pelo congelamento do orvalho, em Caxias do Sul (RS).

## Investigação

### O volume de água no estado sólido

Quando um líquido passa para o estado sólido, as moléculas ficam ainda mais unidas, o que causa a diminuição do volume da substância. Isso é válido para quase todas as substâncias. Será que existe alguma exceção?

O que você acha que deve acontecer com o volume de água quando ela passa do estado líquido para o sólido? Escolha uma das opções abaixo e justifique sua hipótese:

- O volume ocupado pela água será mantido.
- O volume ocupado pela água será menor no estado sólido.
- O volume ocupado pela água será maior no estado sólido.

Resposta pessoal.

#### Material

- um recipiente pequeno de plástico transparente (pode ser uma garrafinha plástica);
- água da torneira;
- caneta de marcação permanente (como canetas para retroprojeto) ou fita adesiva;
- congelador.

#### Procedimentos

1. Coloque água dentro do recipiente plástico, preenchendo cerca de metade do volume do recipiente.
2. Do lado externo do recipiente, faça uma marca que indique o nível da superfície da água nele. Você pode fazer a marca com a caneta ou usando fita adesiva.
3. Cuidadosamente, coloque o recipiente no congelador, que deve estar em bom estado de funcionamento.
4. No dia seguinte, retire o recipiente do congelador e observe o que aconteceu.

#### Interprete os resultados

- a) Compare o volume da superfície do gelo com a marca que você fez na montagem. Represente por meio de um desenho o que você observou. Resposta pessoal.
- b) Sua hipótese inicial foi confirmada ou não? Explique. Resposta pessoal.
- c) Para a maioria das substâncias, o sólido ocupa volume menor do que a mesma quantidade em estado líquido. Isso é verdadeiro para a água? Não.
- d) Armazenar líquidos no congelador requer alguns cuidados. Quais cuidados você tomaria para armazenar água no congelador para evitar problemas? Explique sua resposta com base nas propriedades de mudança de estado físico da água.

 Não escreva no livro

**Atenção**  
Esta atividade deverá ser acompanhada pelo professor.



Sergio Dotta Jr./Arquivo da editora

Representação de etapa da montagem do experimento.

Resposta pessoal. Os estudantes podem responder que não se deve encher o recipiente com água até alcançar sua capacidade máxima, de modo que haja espaço disponível para o aumento do volume que ocorre com a solidificação da água.

## Orientações didáticas Investigação

Após o procedimento, retome as hipóteses iniciais dos estudantes e solicite que eles as avaliem com base nos resultados. Eles poderão reformular as hipóteses, se necessário, e registrar as observações na forma de esquemas e textos.

A solidificação leva os materiais de um estado de fluidez característico dos líquidos para outro de maior ordenação. No caso da água, essa ordenação implica aumento de volume. O gelo tem densidade menor que a água líquida porque estabelece as ligações de hidrogênio forçando a estrutura hexagonal, que ocupa mais espaço que no estado líquido.

### Conheça também

#### Por que o gelo flutua na água?

Quando colocamos pedras de gelo em um copo com água ou refrigerante, é natural vê-las flutuando no líquido. Confira a animação a seguir (legendas em português) para explorar mais esse assunto com os estudantes.

Disponível em: <<https://ed.ted.com/lessons/why-does-ice-float-in-water-george-zaidan-and-charles-morton>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Quando se estuda sublimação, um exemplo clássico citado é o do gelo seco, que é  $\text{CO}_2$  líquido. No *Conheça também* a seguir, indicamos um vídeo que explica como ele é produzido e em que situações é utilizado.

### Conheça também

#### Como é fabricado o gelo seco

Vídeo com informações sobre a fabricação e utilização de gelo seco.

Disponível em: <<https://www.manualdomundo.com.br/2018/03/como-e-fabricado-o-gelo-seco-borave>>. Acesso em: nov. 2018.

## Sublimação

Pode ocorrer a passagem do estado sólido diretamente para o estado gasoso, ou vice-versa. Esse processo é chamado **sublimação**. As condições necessárias para que ela ocorra dependem da substância.

No caso da água, a sublimação ocorre sob condições especiais. Um exemplo de sublimação da água está nos cometas, que têm gelo em sua composição. Os cometas podem ser considerados grandes blocos de gelo e poeira, com até 10 km de comprimento. Nas condições do espaço, onde não existe ar, o gelo não passa para o estado líquido, e sim diretamente para o estado gasoso. É o que ocorre quando um cometa passa, em sua órbita, muito próximo do Sol: o gelo contido no cometa sofre sublimação por causa do calor do Sol.



ZUMAPRESS/Glow Images

Cometa originado da chuva de meteoros Perseidas, observado no céu da Alemanha, em agosto de 2018.

Na superfície da Terra, existem materiais que sofrem sublimação à temperatura ambiente, como cânfora, naftalina e cristais de iodo. Outro exemplo é o gelo-seco. Misturado a um pouco de água, o gelo-seco, ao sublimar, arrasta com ele um pouco de água, formando uma névoa. Por esse motivo, o gelo-seco é utilizado em alguns *shows*.



Thinkstock/Getty Images

Nesta apresentação, a nuvem que se vê no palco é resultado da sublimação do gás carbônico, que passou do estado sólido, na forma de gelo-seco, para o gasoso.

### 3 Temperatura de ebulição e temperatura de fusão

Observamos que a água ao nível do mar passa do estado líquido para vapor por ebulição a 100 °C e permanece nessa temperatura durante o aquecimento até que toda a água líquida passe para o estado gasoso. Essa temperatura em que uma substância apresenta essa condição é chamada **temperatura de ebulição**.

Vimos também que é a 100 °C que a água passa do estado gasoso para o estado líquido, e essa temperatura é mantida constante até que toda a água passe ao estado líquido. Essa passagem do estado gasoso para o estado líquido é chamada condensação. Desse modo, a temperatura de ebulição coincide com a temperatura de condensação.

Assim, cada substância tem um valor típico de temperatura de ebulição, sempre considerado ao nível do mar. Vimos que, no caso da água, o ponto de ebulição é 100 °C ao nível do mar (1 atm). Já no caso do etanol, por exemplo, esse valor é de 78 °C.

Anteriormente, mencionamos que a água ao nível do mar passa do estado líquido para o sólido a 0 °C, mas que também passa de sólido para líquido nessa mesma temperatura. Assim, o valor de 0 °C é a temperatura na qual a água passa do estado líquido para sólido quando há resfriamento e essa temperatura se mantém até que toda a água líquida passe para o estado sólido. Por outro lado, a 0 °C, a água passa de sólido para líquido no aquecimento, mantendo essa temperatura constante até que toda a água passe para o estado líquido. Essa temperatura em que uma substância apresenta essa condição é chamada **temperatura de fusão**. Assim, é também a essa temperatura que ocorre a passagem de uma substância do estado líquido para o sólido, ou seja, a solidificação.

Cada substância tem um valor típico de temperatura de fusão, sempre considerado ao nível do mar. Vimos que, no caso da água, a temperatura de fusão é 0 °C ao nível do mar (1 atm). No caso do etanol, esse valor é de -114 °C.

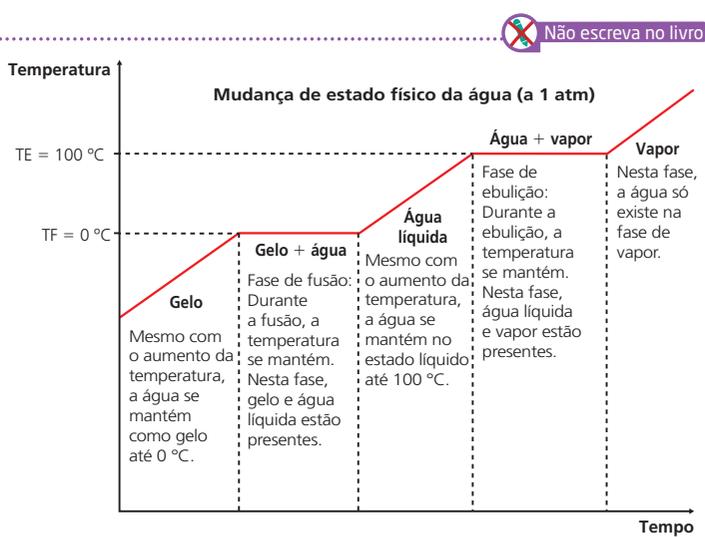
#### Aplique e registre

- Análise o gráfico ao lado, que mostra o comportamento dos estados sólido, líquido e gasoso da água pura em relação à temperatura. No gráfico, indicamos as temperaturas de fusão (TF) e de ebulição (TE).

Agora responda:

Nas fases gelo + água e água + vapor, dizemos que esses dois estados estão em equilíbrio, momento em que um está se transformando no outro. Como esse equilíbrio pode ser deslocado para um lado ou para outro?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.



159

#### Orientações didáticas

Ainda sobre as grandezas intensivas, resalte que as temperaturas de fusão e de ebulição são constantes para a substância em uma dada pressão. No caso das soluções, com o aumento do número de partículas em solução, a temperatura de fusão diminui e a temperatura de ebulição aumenta. Pode-se dizer que a inserção de partículas não voláteis dissolvidas faz com que a substância tenha comportamento de líquido em uma amplitude térmica maior.

No Livro do Estudante, mencionamos temperaturas em grau Celsius e pressões em atmosfera. A coleção procura expressar as unidades de grandezas segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI).

#### Aplique e registre

Ao analisar o gráfico, espere-se que os estudantes compreendam que o equilíbrio é deslocado se ocorre continuidade da transferência de energia térmica até que os processos se encerrem.

Após realizar o *Aplique e registre*, propomos a atividade abaixo para ampliar a aplicabilidade dos conceitos estudados, problematizando o gráfico desta página em algumas situações.

#### Atividade extra

Peça aos estudantes que respondam às seguintes questões:

- A curva de aquecimento representada mostra as ascensões relativas às variações de temperatura e os patamares relativos a mudanças de estado. Que grandeza você considera adequada para representar no eixo vertical?  
Resposta: A curva deve evidenciar as temperaturas em que ocorrem os patamares. Então, a grandeza a ser representada no eixo vertical é a temperatura.
- Considere que a curva de aquecimento se refere a uma massa **m** de água líquida. Que diferenças são esperadas para um diagrama que representa o aquecimento de uma massa **2 m** de água?  
Resposta: Os patamares de fusão e vaporização ocorrem nos mesmos pontos, mas a curva toda tem o dobro de largura no eixo horizontal, ou seja, o dobro do tempo.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

As casas de gelo são eficientes para isolar seu interior das trocas de calor com o ambiente externo, que à noite pode chegar a  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Caso você ou os estudantes tenham curiosidade sobre o assunto, confira mais informações sobre a construção de iglus na *Leitura complementar* a seguir.

### Leitura complementar

[...]

#### O passo a passo do iglu

Por ser feito com materiais que podem ser conseguidos com facilidade, o iglu é a casa perfeita para o Ártico.

Mas o que os torna ainda mais adequados são as características dos iglus tradicionais feitos em Igloodik, na região ártica do Canadá.

#### 1. Neve

Comecemos com o básico: o iglu é feito de neve e mais nada.

E como em qualquer outra construção, a qualidade do material é importante.

A neve deve estar suficientemente seca e firme para ser manipulada e cortada com uma serra.

#### 2. Isolamento térmico

Para proteger o iglu, os esquimós o cercam com neve na altura da primeira fileira de blocos.

Isso ajuda a manter a casa quente – considerando que “quente”, neste caso, é relativo.

#### 3. Plataforma

Onde dormir em um iglu?

Na cama, que é uma plataforma de neve com até 60 centímetros de altura.

Como o ar quente sempre sobe, com uma cama alta é possível aproveitar a parte mais aquecida do espaço, que fica próxima do teto.

Tradicionalmente, uma pequena lamparina a óleo ajuda a esquentar o ambiente, mas é preciso que ela esteja pendurada e não eleve muito a temperatura, pois as paredes podem começar a derreter.

#### 4. Duto de ventilação

É preciso fazer um pequeno buraco a mais ou menos três quartos da altura do iglu.

Isso vai funcionar como um duto de ventilação, que deixa entrar o ar fresco.

Outra função importante do duto é manter o interior do iglu seco, servindo como saída para o vapor produzido pela respiração dos moradores.

#### 5. Entrada

A entrada é um túnel que começa na parte interna da parede do iglu.

## Quem já ouviu falar em...

### ... casas feitas de gelo e neve?

Você já imaginou construir uma casa usando apenas água? Alguns habitantes do Alasca e do norte do Canadá (conhecidos como inuítes) constroem abrigos feitos com blocos de gelo durante suas longas viagens de caça. Os **iglus**, como esses abrigos são chamados, são verdadeiras cabanas de gelo e neve.

Os blocos são empilhados, e os espaços entre eles, preenchidos com neve. Há uma porta na parte baixa e uma abertura no alto. Com o calor da respiração dos moradores, que até podem improvisar fogões lá dentro, a parte interna das paredes começa a derreter.

Quando se abre a porta, o ar frio entra no iglu e as paredes congelam.

Quando o ar é aprisionado dentro do iglu, recebe a energia térmica do fogo e das pessoas e, assim, torna-se menos frio do que o ar de fora. O gelo é um bom isolante térmico, mantendo o ambiente dentro do iglu isolado do frio externo.

Hoje em dia, a construção de iglus não é muito comum entre os inuítes; apenas alguns grupos constroem iglus, durante longas viagens para caçar. Para aumentar a fonte de renda com turismo, em alguns locais muito frios têm sido construídos hotéis de gelo, que são como iglus gigantes e luxuosos, onde a maior parte dos móveis e objetos é feita de água congelada.



Iglu, construção de gelo usada como abrigo por moradores do extremo norte da América do Norte.

### Localização do Alasca (EUA) e do Canadá



Fonte: Atlas geográfico Saraiva. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. p. 104.



Áreas internas de hotéis construídos com gelo e neve. Em (A), esculturas de gelo em hotel na Finlândia, em 2017. Em (B), quarto feito de gelo em hotel em Quebec, no Canadá, em 2016.

160

Esta é a parte mais fria, mas quando se chega à sala de estar a temperatura será mais alta.

#### 6. Estrutura

O iglu é construído em espiral – o primeiro círculo de blocos é disposto ligeiramente inclinado para o interior.

Uma vez completada essa parte, é esculpida uma inclinação na parte de cima dos blocos para que as camadas seguintes formem uma espiral, como acontece quando se descasca uma laranja com a faca de uma só vez.

Essa espiral é o que dá resistência ao iglu.

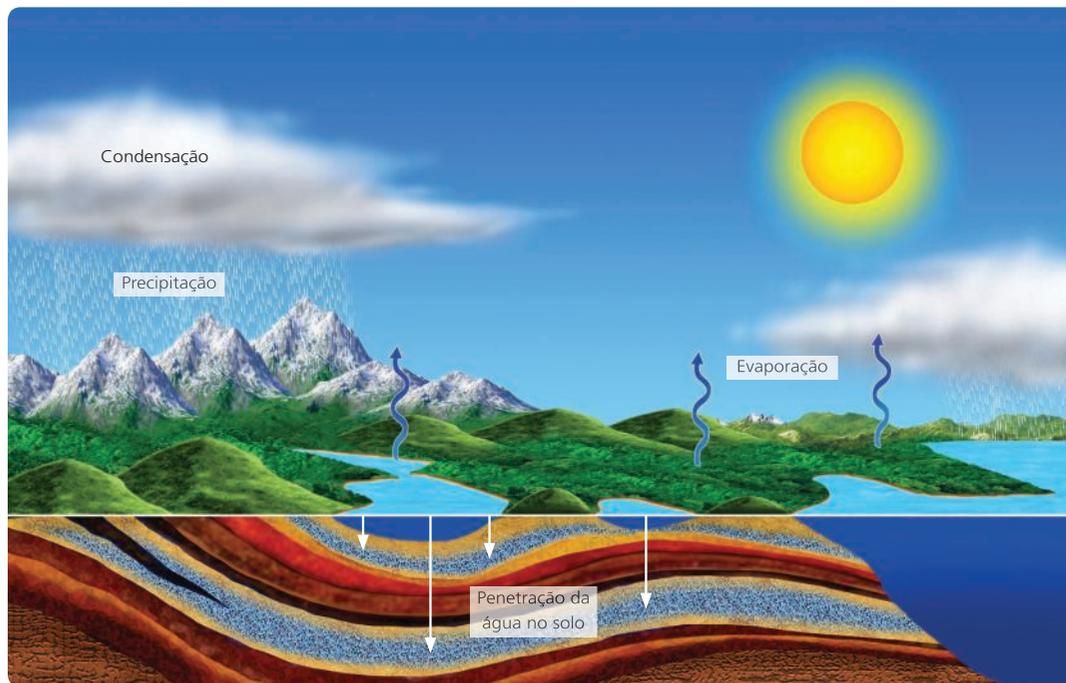
Em seguida é feito o teto, deixando apenas uma pequena abertura na parte de cima da espiral.

Por último, basta apenas cortar um pedaço de neve no formato da abertura e fechar o iglu.

O GELO que esquentava: os engenhosos segredos dos iglus. *BBC Brasil*, 21 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-38970141>>. Acesso em: nov. 2018.

## 4 O ciclo da água na natureza

Veja o esquema a seguir, que representa o ciclo da água na natureza, ou **ciclo hidrológico**:



Representação esquemática do ciclo da água na natureza. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Na natureza, a evaporação ocorre continuamente, por causa do calor do Sol. A água da superfície dos oceanos, rios e lagos vai se transformando em vapor e se acumulando na atmosfera. Do solo, que tem umidade, sai também certa quantidade de vapor de água.

Os seres vivos também contribuem com a liberação de vapor de água para a atmosfera por meio da **transpiração**.

Assim, o vapor de água é lançado na atmosfera pelas fontes de água líquida, pelo solo e pelos seres vivos. Ao atingir certa altura na atmosfera, o vapor de água sofre condensação devido às condições de pressão e temperatura. Formam-se, então, gotículas de água no estado líquido, que se agrupam, formando as nuvens.

Muitas vezes, ocorre a formação de cristais de gelo dentro das nuvens, que podem chegar à superfície na forma de neve, dependendo das condições atmosféricas.

Chuva e neve são duas formas de precipitação, nome dado ao retorno da água para a superfície terrestre. Existe também o granizo, que é a precipitação de pedaços de gelo.

Independentemente do tipo de precipitação, parte da água que cai sobre o solo infiltra-se nele até encontrar uma camada impermeável de rochas. São as precipitações, portanto, que abastecem as reservas subterrâneas de água.

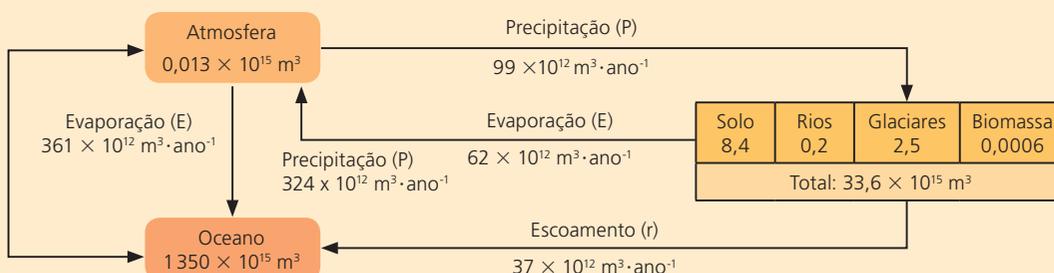
### Orientações didáticas

Ciclo biogeoquímico é o percurso realizado por determinado elemento químico no ambiente e mediado por energia de origem solar. Dessa forma, esses ciclos promovem a circulação dos elementos na biosfera em caminhos característicos.

Relembre os estudantes de que o ciclo da água foi estudado nos anos iniciais do Ensino Fundamental e também abordado no volume do 6º ano. Além do ciclo da água, que aqui chamamos de ciclo hidrológico, são de grande importância os ciclos biogeoquímicos do carbono, do nitrogênio e do fósforo.

A quantidade de energia envolvida no ciclo hidrológico é tão extraordinária que somente o Sol poderia prover energia suficiente para permitir o processo. Anualmente cerca de  $3,6 \times 10^5 \text{ km}^3$  de água são evaporados, utilizando 23% de toda a energia solar absorvida pela Terra, isto é, cerca de  $1,4 \times 10^{24}$  joules por ano.

O esquema abaixo apresenta o balanço hidrológico anual.



Balanço do ciclo hidrológico anual. Fonte: A ÁGUA como recurso natural. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/adilia/apresent%20tese/Pagina%20web%20Adilia/agua.htm>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

As extraordinárias massas de água que circulam na atmosfera deram ao professor José Marenco, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), a ideia de cunhar o termo “rios voadores”. Saiba mais na *Leitura complementar* abaixo.

### Leitura complementar

#### O que são os rios voadores?

São imensas massas de vapor de água que, levadas por correntes de ar, viajam pelo céu e respondem por grande parte da chuva que rola em várias partes do mundo. O principal rio voador do Brasil nasce no oceano Atlântico, bomba de volume ao incorporar a evaporação da floresta Amazônica, bate nos Andes e escapa rumo ao sul do país. [...]

1. O rio voador nasce no oceano Atlântico. A água evapora no mar, perto da linha do Equador, e chega à floresta Amazônica empurrada pelos ventos alísios. Esse bloco de vapor passa rasante: 80% dele voa a, no máximo, 3 quilômetros de altura.

2. A vazão desse aguaceiro aéreo é da ordem de 200 milhões de litros por segundo (similar à do rio Amazonas), fazendo da Amazônia uma das regiões mais úmidas do planeta, além de provocar as chuvas que desabam diariamente por toda a região.

3. Enquanto passa sobre a floresta, o rio voador praticamente dobra de volume. Isso ocorre porque, ao absorver mais radiação do Sol do que o próprio oceano, a mata funciona como uma gigantesca chaleira, liberando vapor com a transpiração das árvores e a evaporação dos afluentes que correm no solo.

4. No oeste da Amazônia, a massa de umidade encontra uma barreira de montanhas de 4 quilômetros de altura, a cordilheira dos Andes, que funciona como uma represa no céu, contendo a correnteza aérea do lado de cá.

5a. Boa parte do vapor fica acumulada nos próprios Andes, sob a forma de neve. Ao derreter, essa água desce as montanhas, dando origem a córregos que, por sua vez, formarão os principais rios da bacia Amazônica, como o Amazonas.

5b. Nem todo vapor que encontra os Andes fica por ali. Cerca de 40% dessa cachoeira celeste segue rumo ao sul. A umidade passa por Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, terminando a viagem no norte do Paraná, cerca de seis dias depois.

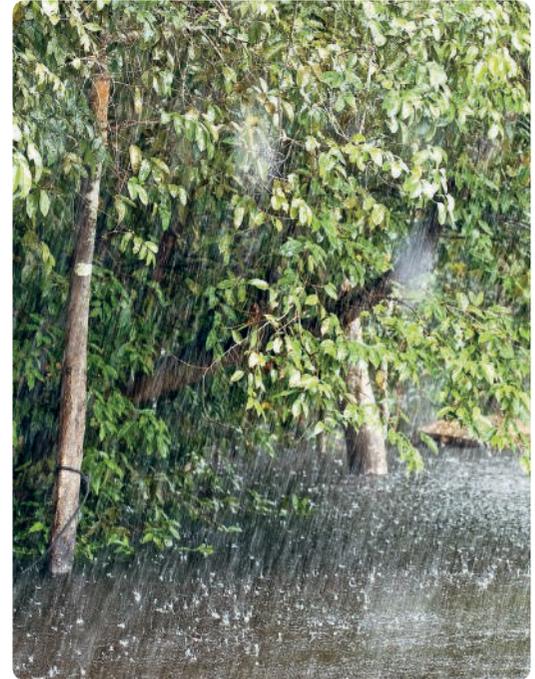
6a. Enquanto flui em caudalosos veios rumo ao mar, muito da água proveniente dos rios voadores é absorvido pela floresta. Quando transpiram, as árvores então liberam

As águas subterrâneas podem dar origem a rios ou então desembocar diretamente no mar.

O ciclo hidrológico tem continuidade com a água voltando à superfície dos mares, rios e lagos, infiltrando-se no solo e sendo absorvida pelas plantas e consumida pelos animais.



Neve caindo em Odessa, na Ucrânia, em janeiro de 2018.



Chuva em igarapé na Amazônia. Os igarapés são cursos de água pouco profundos e correm quase no interior da mata.

## Investigação

### O ciclo hidrológico

Simulem, em grupo, o ciclo hidrológico da natureza usando materiais simples. Usem a criatividade para pensar em outras ideias que possam ser testadas.

#### Material

- uma bacia ou tigela plástica de tamanho médio ou grande (de preferência transparente);
- um pires ou recipiente pequeno, para ser colocado dentro da bacia;
- água;
- filme plástico;
- um elástico grande de borracha;
- uma moeda ou outro tipo de peso que possa ser suportado pelo filme plástico.

 Não escreva no livro

**Atenção**  
Esta atividade deverá ser acompanhada pelo professor.

162

esse líquido em forma de vapor, fechando o ciclo que novamente alimentará a corrente no céu.

6b. Por fim, o rio voador cai em forma de chuva. Mais da metade da precipitação das regiões Centro-Oeste e Sudeste vem dos rios aéreos da Amazônia. Além desse veio principal, outras 20 correntezas cruzam o céu do país, carregando um volume de água equivalente a 4 trilhões de caixas-d'água de 1 000 litros! [...]

NOVAKOWSKI, Leandro. O que são os rios voadores? *Mundo estranho*, 5 mar. 2010. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-sao-os-rios-voadores/>>. Acesso em: out. 2018.

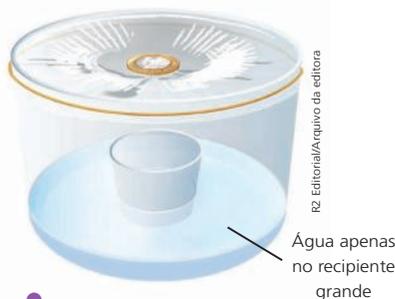
3. c) A água da bacia evapora e sofre condensação ao entrar em contato com o filme plástico, que está a uma temperatura menor que o ar aquecido. As gotículas de água se juntam, formando gotas maiores, que caem no copo, semelhantemente à precipitação da água na natureza, na forma de chuva.

### Procedimentos

1. Sob a orientação do professor, montem o modelo para estudar o ciclo da água, mostrado na ilustração ao lado.
2. Coloquem a montagem em um local com iluminação solar.
3. Respondam no caderno: Você espera mudanças na montagem após a exposição ao sol? Justifique sua hipótese.

### Interprete os resultados

- a) Anotem no caderno se houve alguma alteração na montagem após 1 hora, após 24 horas e após 1 semana. *Resposta pessoal.*
- b) Expliquem o que foi observado. Os resultados estão de acordo com as ideias iniciais de vocês? *Resposta pessoal.*
- c) Comparem o modelo com o ciclo da água na natureza.
- d) O que aconteceria se a bacia fosse preenchida com uma solução de água e sal de cozinha? Justifiquem a resposta. *Apenas a água evaporaria, e o sal ficaria no fundo da bacia.*



Representação esquemática do modelo deste experimento. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## 5 Influência da pressão na mudança dos estados físicos

Analisamos até aqui a influência da temperatura nas mudanças de estados físicos. Vamos agora analisar o outro fator relevante nessas mudanças: a **pressão**.

Quando a pressão varia, as temperaturas em que ocorrem as mudanças de estado físico também variam. Além disso, a pressão atmosférica diminui com a altitude. Assim, em locais em que a altitude é maior, a pressão atmosférica é menor. Quanto menor a pressão atmosférica, menor a temperatura de ebulição. Quanto maior a pressão, maior é a temperatura de ebulição. No caso da água, por exemplo, ela ferve a temperaturas menores que 100 °C em altitudes mais elevadas. Por outro lado, em pressões maiores do que 1 atm, a água ferve a temperaturas maiores. É o que ocorre com a água em uma panela de pressão.

Na panela de pressão, o vapor formado é mantido no espaço interno, o que causa o aumento da pressão do vapor sobre o líquido contido no recipiente. Para que a água líquida, sob maior pressão, transforme-se em vapor, é necessário que ela atinja uma temperatura maior. Nessa condição há a diminuição do tempo de cozimento dos alimentos.

Para evitar que a pressão se torne excessiva, a panela dispõe de uma válvula reguladora de pressão que permite a saída do excesso de vapor, evitando que a pressão provoque a explosão da panela. Essa válvula possibilita, também, ao final do cozimento, equilibrar a pressão interna da panela com a pressão atmosférica, o que é indispensável para que a panela seja aberta sem que ocorram acidentes.



Panela de pressão com destaque para a válvula reguladora de pressão.

### Orientações didáticas

A temperatura de ebulição dos líquidos depende da pressão a que eles estão submetidos. Isso é evidenciado na panela de pressão: com o aumento da pressão interna na panela, é possível obter água líquida com temperatura maior que a temperatura de ebulição em condições ambiente. Com isso, aumenta-se a velocidade de cozimento dos alimentos no interior da panela.

Pensando na situação oposta, a diminuição da pressão a que o líquido está submetido faz com que ele entre em ebulição a uma temperatura menor da que ele entraria em condições ambiente.

Um exemplo que pode ser mostrado aos estudantes é o ebulidor de Franklin, um brinquedo facilmente encontrado em feiras de artesanato, com os mais diversos formatos e cores. Esse aparelho permite a ebulição de um líquido colorido muito volátil, como álcool, clorofórmio ou éter, a uma temperatura próxima da temperatura corporal. Esse instrumento é constituído de um bulbo de vidro vedado a pressão muito baixa, separado em duas regiões conectadas por um tubo.

### Conheça também

#### Ebulidor de Franklin e cozimento em grandes altitudes

Essa página traz uma atividade experimental que simula um ebulidor de Franklin e também apresenta uma discussão muito interessante sobre a facilidade de cozinhar em grandes altitudes.

Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=onde-se-cozinha-mais-rapido-em-bh-ou-la-paz](http://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=onde-se-cozinha-mais-rapido-em-bh-ou-la-paz)>. Acesso em: out. 2018.

### Investigação

A atividade deve incentivar o estudo prático do ciclo hidrológico, possibilitando que o estudante estabeleça comparação com o ciclo da água na natureza. É interessante que os estudantes façam o registro das alterações ao longo do tempo e identifiquem as mudanças de estado da água.

## Orientações didáticas

Pressão é uma grandeza física. É o resultado da aplicação de uma força sobre uma área. De fato, pressão é a relação entre a força aplicada e a área de aplicação.

O pascal (Pa), unidade de pressão no Sistema Internacional de Unidades, representa uma quantidade relativamente pequena. Espalhar um quilograma de qualquer material sobre uma placa de um metro quadrado submeterá a placa a uma pressão de 1 pascal, valor realmente pequeno se comparado com a pressão exercida pelo peso da atmosfera terrestre sobre nós, que é de aproximadamente 101 325 pascals, ou 1 atmosfera.

Para aplicar pressões altas, não é necessário operar com forças muito intensas: basta que a força seja aplicada sobre uma superfície suficientemente pequena. Por exemplo: uma bailarina de patinação no gelo, de massa 50 kg, tem peso aproximadamente igual a 500 N. Se a área de apoio do par de patins for de 10 cm<sup>2</sup>, a pressão exercida pela bailarina sobre o gelo será de:

$$\frac{500 \text{ N}}{10 \text{ cm}^2} \text{ ou } \frac{500 \text{ N}}{10 \times 10^{-4}} =$$

= 5 000 000, ou aproximadamente 50 atmosferas.

## Um pouco de história

### A invenção da panela de pressão

A panela de pressão foi criada por Denis Papin (1647-1712), médico e pesquisador francês que viveu na segunda metade do século XVII e início do século XVIII.

Papin inventou uma máquina que deu origem não somente à panela de pressão, mas também à estufa. Ele desconhecia a elevada pressão que os vapores de água, em um ambiente fechado, poderiam atingir. Para testar os efeitos da pressão, Papin fez vários experimentos e, em muitos deles, ocorreram explosões. Foi a partir dos resultados observados que ele idealizou a válvula de segurança, peça indispensável a toda panela de pressão.

Denis Papin em pintura a óleo feita pelo artista Johann Engilhard, em 1850.



Science & Society Picture Library/AGB Photo Library

A interferência da pressão também altera o valor da temperatura de fusão de uma substância. Na maioria dos casos, quando uma substância passa do estado sólido para o líquido, há aumento de volume, ocorrendo o inverso quando passa de líquido para sólido. Para essas substâncias, o aumento da pressão acarreta um aumento na temperatura de fusão. Por exemplo, o ouro apresenta uma temperatura de fusão de 1064 °C a 1 atm. Aumentando-se a pressão, a temperatura de fusão será superior a este valor.

Já vimos, no entanto, que a água tem um comportamento diferente, pois na fusão há redução do volume, e na solidificação há aumento. Neste caso, o aumento da pressão sobre o gelo reduz a temperatura de fusão para valores abaixo de 0 °C. Isso quer dizer que é possível fundir a água por meio de um simples aumento de pressão. Essa propriedade explica, por exemplo, como as geleiras, que são grandes depósitos de gelo sobre a superfície terrestre, movimentam-se: elas se deslocam lentamente em função da pressão exercida sobre a porção de gelo que está mais perto da superfície, que tende a passar para o estado líquido.

A grande massa das geleiras faz com que a camada inferior de gelo sofra uma enorme pressão, o que resulta no derretimento dela. Esta nova camada de gelo derretido, ou seja, água líquida, juntamente com outros fatores climáticos como temperatura e ventos, facilita o deslocamento da geleira. Geleira na Patagônia, Argentina, em 2017.



R. H. Koening/Shutterstock

164

### Um pouco de história

Considerando o aumento de temperatura decorrente do acréscimo da pressão em seu interior, o nome mais adequado para o invento de Denis Papin seria **panela de temperatura**. O fator determinante que faz com que os alimentos cozinhem mais rapidamente é a temperatura. Há um cálculo aproximado, chamado regra empírica de Van't Hoff, segundo o qual a velocidade de certas reações químicas dobra a cada aumento de 10 °C na temperatura.

## Aplique e registre

- Analise a seguinte fotografia:



Família patinando no gelo.

Explique como é possível patinar no gelo com esse tipo de patins, em que uma lâmina fina serve de apoio ao corpo sobre o gelo.



Não escreva no livro

A pressão exercida sobre o gelo pela lâmina dos patins é grande, já que a lâmina é fina e todo o peso do corpo está concentrado sobre ela. O aumento da pressão liquefaz o gelo, e o patinador desliza sobre uma fina película de água. Assim que a pessoa passa, o gelo se refaz.

## 6 A influência de solutos na temperatura de fusão de soluções aquosas

As soluções químicas são misturas de duas ou mais substâncias em que não se consegue identificar fases, sendo, por isso, chamadas **homogêneas**. Nas soluções, considera-se como soluto a substância que se dissolve em um solvente, sendo o soluto o que existe em menor quantidade, e o solvente, em maior quantidade.

Quando se mistura sal na água, por exemplo, o sal é o soluto, e a água, o solvente. Eles formam uma solução aquosa. A quantidade de soluto em relação à quantidade de solvente nos fornece a concentração da solução. Quanto maior a quantidade de soluto para uma mesma quantidade de solvente, mais concentrada é a solução.

A água tem enorme capacidade de dissolver grande variedade de substâncias, sendo por isso considerada um solvente universal. Essa característica é importante para a vida, pois todas as reações químicas do corpo dos seres vivos ocorrem em meio líquido.

Nas soluções, observam-se alterações nas temperaturas em que as mudanças de estado físico do solvente ocorrem na condição pura. Isso acontece em função de alterações nas forças de atração entre as moléculas do solvente em função do soluto.

Veja o que acontece quando se adiciona sal ao gelo, experimento que você pode reproduzir em casa para comparar quanto tempo demora para ocorrer a fusão do gelo com e sem acréscimo de sal.

## Orientações didáticas

A água tem capacidade de dissolver um grande número de solutos; é, em alguns contextos, chamada de solvente universal. Praticamente toda a água disponível no ciclo hidrológico não pode ser considerada substância pura, mas solução aquosa. Portanto, é importante mapear a influência desses solutos não voláteis nas temperaturas de transformação.

A influência de solutos não voláteis nas temperaturas de fusão e ebulição de soluções líquidas é parte de um conjunto de efeitos chamados **coligativos**. Esses efeitos, ou desvios das constantes originais do soluto, dependem da quantidade de partículas dissolvidas.

Quando o soluto é iônico, como no caso dos sais, cada estrutura dissolvida dá origem a mais de um íon, diferentemente do soluto molecular, como o açúcar e o etanol. Isso indica que a presença de solutos iônicos intensifica as alterações de temperatura de fusão ou de ebulição.

Esses efeitos podem ser usados a nosso favor em incontáveis aplicações. Por exemplo, para refrigerar os motores dos veículos, há um líquido refrigerante que se coloca no radiador; trata-se de uma mistura de água destilada e desmineralizada com aditivos que aumentam o ponto de ebulição (em geral, são compostos moleculares solúveis em água, como o monoetileno glicol) e reduzem a temperatura de congelamento. Isso significa que esse líquido pode suportar temperaturas de até 150 °C sem ferver e de até -30 °C sem congelar, uma característica bastante desejável em países de clima quente e também de clima frio.

## Aplique e registre

A situação apresentada visa incentivar os estudantes a repensar sobre os conteúdos estudados e aplicá-los em diferentes contextos. Nesse caso, é fundamental que eles relacionem como o gelo se liquefaz à medida que a lâmina dos patins exerce pressão em razão do peso do corpo.

## Orientações didáticas

Explore as imagens apresentadas com os estudantes como forma de auxiliar na aprendizagem da influência de solutos na mudança de estado físico da água. Se possível, faça a demonstração em sala de aula.



Fernando Favoretto/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora

Experimento que compara a fusão de dois cubos de gelo mantidos em condições ambientes. Em um deles foi adicionado sal de cozinha (cloreto de sódio). É possível observar que o cubo de gelo com sal sofre fusão mais rapidamente que o cubo de gelo sem sal.

O sal dissolve-se na água líquida que se forma na superfície do gelo. Ao se dissolver, ele dificulta que a estrutura cristalina do gelo se forme. Com o tempo, forma-se mais água líquida, que dissolve mais sal, e assim continuamente. A passagem de gelo para água líquida ocorre, então, mais rapidamente com o sal do que sem ele. Para passar ao estado líquido, nesse caso, a temperatura deve ser de  $-9^{\circ}\text{C}$ , e não  $0^{\circ}\text{C}$ . O gelo derrete porque há necessidade de uma temperatura menor para que congele. Essa redução depende da quantidade de sal adicionado em um mesmo volume de água: quanto maior a quantidade de sal na água, menor a temperatura de congelamento.

## Aplique e registre

a) O sal, ao se dissolver na água líquida, dificulta a formação da estrutura cristalina do gelo e impede a solidificação, sem dificultar a liquefação.

ⓧ Não escreva no livro

- Analisar as duas fotografias a seguir e responder:



Sergio Dotta Jr/Arquivo da editora



Sergio Dotta Jr/Arquivo da editora

- Explique por que, na mesma temperatura ambiente, a temperatura dentro do copo caiu após a adição de sal.
- Coloque-se agora na seguinte situação: em um churrasco, as pessoas queriam gelar mais rapidamente as latinhas de refrigerantes que estavam numa cuba de gelo. Qual sugestão simples você daria para que elas atingissem o resultado desejado? Escreva uma frase explicando sua proposta com base em conceitos da Química.

Adicionar sal à cuba com gelo, conforme explicação da questão anterior. Latas de refrigerante no gelo.



Easyfotostock/Easyfotostock

Vamos analisar agora outra situação.

Na fotografia ao lado, 20 gramas de sal foram adicionados a 100 mL de água ao nível do mar. Ao ser colocada em um congelador de uma geladeira que está a  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , não há a formação de gelo. Essa mesma solução, portanto com a mesma concentração mencionada anteriormente, ao ser colocada em um freezer em que a temperatura era de  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , congela.

Como se pode notar, a adição do sal faz com que o ponto de fusão da água seja muito reduzido. Sabe-se, por meios experimentais, que, nessa concentração, a água congela a  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



gosphtodesign/Shutterstock

Preparo de solução de água com sal.

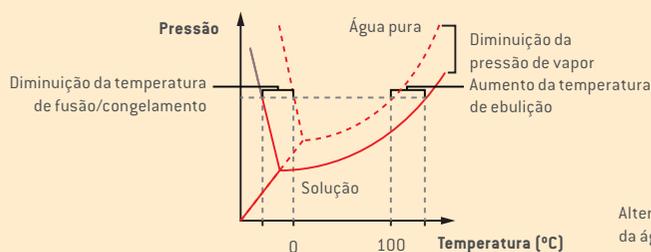
167

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

Além de mobilizar os conteúdos estudados até o momento, o item **b** da atividade visa apresentar situações comuns e cotidianas em que os conteúdos podem ser aplicados. É o caso do sal adicionado na água para gelar mais rapidamente bebidas no gelo.

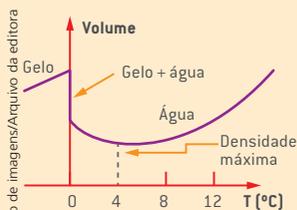
Confira o gráfico abaixo, que resume as alterações nas propriedades da água quando transformada em solução.



## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A atividade visa ampliar a aplicação dos conteúdos estudados, apresentando outro tipo de situação aos estudantes. Espera-se que eles justifiquem a eficácia do método empregado com base nos conceitos químicos estudados. O gráfico abaixo mostra como varia o volume de água em temperaturas em torno da temperatura de fusão, sob pressão normal.



Variação do volume de água em temperaturas em torno da temperatura de fusão sob a pressão normal. Note que a água apresenta máxima densidade a 4 °C.

Nas regiões de clima temperado e de clima frio, apenas a superfície dos lagos, rios e mares congela no inverno, formando uma capa isolante e protetora que conserva praticamente invariável a temperatura a grandes profundidades. Isso permite a existência de flora e fauna aquática durante todo o ano. Por exemplo, no lago Superior (entre os Estados Unidos e o Canadá), a temperatura a 80 m de profundidade é permanentemente igual a 4 °C, não importando a época do ano.

O plasma é, essencialmente, um gás rarefeito e ionizado. Em torno de 99% do Universo visível se encontra em fase de plasma. O Sol emite energia para a Terra e para os demais planetas do Sistema Solar em forma de luz e calor, além de partículas que formam o vento solar. Logo, o espaço entre a Terra e o Sol não é vazio, mas preenchido por plasma.

Podemos encontrar plasmas também no meio interestelar e intergaláctico, em formas difusas, como nebulosas, bem como em outras formas mais quentes e condensadas, como estrelas ou supernovas. É o estado dominante da matéria visível no Universo; talvez seja também da matéria invisível, uma vez que a chamada “matéria escura” permanece ainda não observada e não explicada.

A foto de abertura desta unidade mostra as auroras, efeito produzido no plasma oriundo do vento solar, canalizado pelas linhas de campo magnético.

### Aplique e registre

a. O sal reduz a temperatura de congelamento e, com isso, o gelo derrete.

⊗ Não escreva no livro

- Em países em que a temperatura ambiente fica abaixo de zero e neva muito, é comum jogar sal sobre a neve ou sobre o gelo, para que ocorra a formação de água líquida, permitindo o deslocamento de pessoas e veículos. Apesar de a prática causar danos ao ambiente e aumentar a corrosão de carros e metais, ela ainda é muito utilizada.

- Explique por que o gelo ou a neve derretem nesses casos.
- Explique por que a água do mar de regiões frias, com temperatura ambiente abaixo de zero, não congela.

Pela presença de sal na água do mar.

Trabalhador espalhando sal em uma rua em Nova York, Estados Unidos, em 2018.

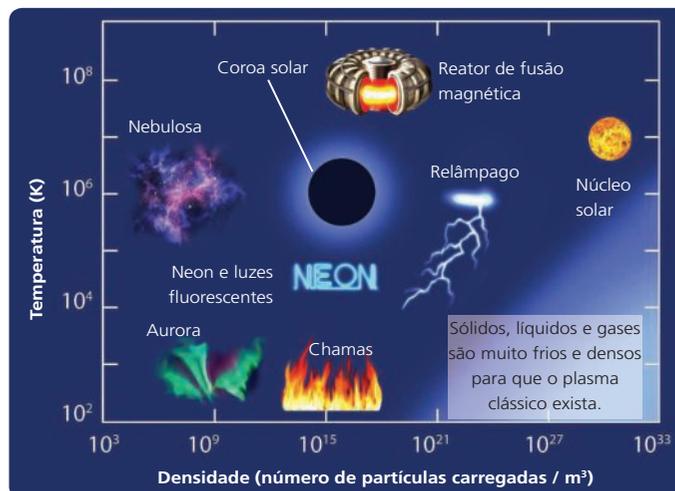


Discutimos as modificações nas temperaturas de fusão e solidificação, mas há também modificações no ponto de ebulição. No caso da água, ao nível do mar, a água entra em ebulição a 100 °C. Porém, se adicionarmos sal de cozinha, a temperatura de ebulição será maior. Quanto maior a quantidade de sal, maior será a temperatura de ebulição. Conforme a água evapora, a concentração do sal aumenta, e a temperatura de ebulição vai ficando cada vez maior.

## 7 O plasma

O **plasma** é considerado o quarto estado natural da matéria e, por incrível que pareça, é o mais comum de todos no Universo. Ele passa a existir quando se aumenta muito a temperatura de uma substância no estado gasoso, a ponto de ela passar a um estado de alta energia, que é o plasma. Na natureza, ele ocorre no Sol e nas demais estrelas, nas auroras boreal e austral e nas nebulosas estelares. Exemplos mais próximos ao nosso cotidiano são os relâmpagos, a chama do fogo e as luzes fluorescentes – de néon e das TVs a plasma.

Gráfico dos valores de temperatura na escala kelvin (K) e de densidade de partículas. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Elaborado com base em: Contemporary Physics Education Project – CPEP Disponível em: <[http://www.cpephysics.org/fusion\\_chart.html](http://www.cpephysics.org/fusion_chart.html)>. Acesso em: nov. 2018.

168

### Conheça também

#### O plasma

Duas fontes de consulta para conhecer mais sobre o estado de plasma.

- Disponível em: <[http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/6/\\_mefmi\\_010.pdf](http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/6/_mefmi_010.pdf)>. Acesso em: nov. 2018.
- Disponível em: <<https://educacaoespecial.files.wordpress.com/2010/10/plasmas.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

No gráfico da página anterior, pode-se notar que as temperaturas são elevadas. Na conversão das temperaturas para graus Celsius, dos valores mínimos e máximos mostrados no gráfico, o mínimo corresponde a cerca de 727 de graus Celsius, e o máximo, a cerca de 10 milhões de graus Celsius.

## Saiu na mídia



### Como funciona a TV a plasma?

A grande inovação desse tipo de aparelho está na forma como são ativados os pixels, os pequenos pontos luminosos que formam a imagem na tela. Na televisão tradicional, isso é feito por um feixe de elétrons, que é emitido dentro de um grande tubo – por isso o aparelho tem muita profundidade. Já no novo modelo, os pixels são minúsculas lâmpadas fluorescentes que contêm em seu interior plasma, um gás carregado eletricamente que dá nome ao aparelho. Como as microlâmpadas têm espessura equivalente à de um fio de cabelo, o aparelho tem uma estrutura extremamente compacta, parecendo um quadro para pendurar na parede.

[...]



TV a plasma.

Redação Mundo Estranho. *Superinteressante*. Como funciona a TV a plasma?. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-a-tv-a-plasma/>>. Acesso em: set. 2018.

### Refleta e responda

- Em grupo, faça uma pesquisa para saber mais a respeito do estado de plasma e dos usos que podem ser feitos a partir dele. Com base nos resultados obtidos, montem uma apresentação para os demais colegas, utilizando a mídia que considerarem mais interessante. Ouçam a apresentação dos demais colegas e tirem as dúvidas. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## 8 O quinto estado da matéria

O quinto estado da matéria foi previsto por Albert Einstein em 1925, mas somente no final de 1995 pesquisadores conseguiram, pela primeira vez, em laboratório e em condições muito específicas, chegar perto do estado em que as partículas ficam com o menor nível possível de energia. Isso só é conseguido em temperaturas muito baixas, perto do que se chama **zero absoluto**, que corresponde a  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Atualmente, no entanto, pesquisadores têm conseguido produzir, em temperatura ambiente, o quinto estado da matéria: a **luz líquida**, como é conhecido o **condensado de Bose-Einstein**. Para tratar desse assunto, leia a reportagem a seguir.

## Orientações didáticas

Confira a *Leitura complementar* a seguir, que trata da produção do estado condensado de Bose-Einstein pela Nasa, na Estação Espacial Internacional.

### Leitura complementar

Ao resfriar uma nuvem de átomos de rubídio a uma temperatura apenas 10 milionésimos de grau acima do zero absoluto, a Nasa conseguiu produzir a bordo da Estação Espacial Internacional o quinto e mais exótico estado da matéria. Trata-se do chamado condensado de Bose-Einstein, um conglomerado de átomos virtualmente idênticos que permite aos cientistas observarem fenômenos quânticos em grande escala.

A experiência foi realizada por meio de um equipamento batizado pela agência de Cold Atom Lab (CAL), espécie de máquina quântica compacta projetada para funcionar no interior da ISS. Diferentemente de experimentos análogos conduzidos em superfície, ao trabalhar na gravidade reduzida da estação, o CAL não precisou lançar mão de recursos como *lasers* e ímãs – necessários para manter a nuvem de átomos em suspensão na Terra, por conta da gravidade, a fim de permitir a observação.

O método pôde ainda garantir um período estendido para a análise, algo entre cinco e 10 segundos no total. Além disso, o resultado ainda foi uma das temperaturas mais baixas já recriadas em laboratório – ainda que o recorde absoluto ainda pertença ao MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts). [...]

FERREIRA, Carlos Dias. Nasa recria estado raro da matéria no espaço. *Canaltech*, 9 ago. 2018.

Disponível em: <<https://canaltech.com.br/ciencia/nasa-recria-estado-raro-da-materia-no-espaco-119884/>>. Acesso em: out. 2018.

**Refleta e responda**

Para auxiliar os estudantes, forneça a eles o roteiro a seguir.

1. Formulem uma questão inicial: o grupo deve formular uma questão que o ajude a conhecer e a compreender melhor o fenômeno de interesse. Essa questão inicial deve ser clara, abordar o que já existe sobre o assunto e justificar um novo estudo.
2. Explore o tema por meio de leituras ou coleta de informações. O que já se sabe sobre o assunto? Quais são os limites?
3. Tragam as perguntas para a sala de aula em dia combinado: apresentem as questões da pesquisa, como foi feita a coleta de dados e o método utilizado.
4. Finalmente, preparem-se para o debate ou troca de ideias.

**Saiu na mídia**

Não escreva no livro

**O que é a luz líquida e por que é considerada o 5º estado da matéria**

No conto “A luz é como a água”, Gabriel García Márquez narra as aventuras de Totó e Joel, duas crianças que, durante as noites, quebram as lâmpadas de sua casa e navegam entre as correntes de luz que surgem delas.

A cena, por mais fantástica que pareça, não está tão longe da realidade quanto parece.

Cientistas [...] demonstraram que a luz, sob condições especiais, pode se comportar como um líquido que flui e ondula em torno dos obstáculos que encontra, como a corrente de um rio entre as pedras.

**Como eles fazem isso?**

A “luz líquida” é uma substância muito peculiar. Não é sólida nem plasma e tampouco se comporta exatamente como um líquido ou um gás.

Os cientistas a chamam de Condensado de Bose-Einstein (BEC, da sigla em inglês) e a consideram o “quinto estado da matéria”.

Nesse estado, as partículas se sincronizam e se movem em harmonia, formando um “superfluido”.

Os superfluidos não criam ondas e não experimentam fricção ou viscosidade.

Eles têm um “comportamento coletivo”, diz Sanvitto. “É como um grupo de bailarinos fazendo os mesmos movimentos ou uma onda de pessoas marchando no mesmo compasso.”

Assim, um líquido comum, ao esbarrar numa parede, saltaria, mas um superfluido, como a luz líquida, circularia ao longo da parede.

[...]

Até poucos anos atrás, os superfluidos só podiam ser alcançados em temperaturas próximas ao zero absoluto ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), mas, em 2017, Sanvitto e seus colegas conseguiram produzir luz líquida à temperatura ambiente.

[...]

Até agora, os experimentos com BEC foram feitos somente em pequena escala nos laboratórios, mas os pesquisadores veem um grande potencial para transmitir informações e energia sem desperdício.

Um exemplo seria a criação de computadores ópticos, que possam aproveitar a interação das partículas de luz sem o problema da dissipação ou aquecimento de computadores comuns. Isso os tornará muito mais rápidos e consumirá menos energia.

Essa tecnologia também pode revolucionar o manuseio de lasers e painéis solares. Como o cientista Michio Kaku mencionou em uma entrevista ao portal This Week in Science, há quem pense que, no futuro, o BEC poderia estabelecer as bases para se teletransportar objetos.

Por enquanto, isso só é possível na imaginação, como já foi no conto de García Márquez...

BBC. O que é a luz líquida e por que é considerada o 5º estado da matéria. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/08/01/o-que-e-a-luz-liquida-e-por-que-e-considerada-o-5o-estado-da-materia.ghhtml>>. Acesso em: set. 2018.



Reprodução da capa do livro *A luz é como a água*, de Gabriel García Márquez e Carme Solé Vendrell.

Editora Record/Arquivo da editora

**Refleta e responda**

- A luz líquida é ainda um grande desafio para os cientistas, mas é um exemplo da rápida evolução da ciência. Os cientistas do passado foram fundamentais para conseguirmos chegar aos conhecimentos de hoje e os cientistas de hoje continuam a avançar nas investigações sempre fazendo perguntas e buscando respostas. Em grupo, elaborem uma pergunta sobre os estados da matéria que vocês teriam interesse em saber mais. Pesquisem a respeito da pergunta feita para saber o que já existe a respeito ou se ainda nada ou pouco se sabe sobre o assunto. Compartilhem o interesse do grupo com os demais colegas e façam uma roda de conversa sobre o assunto, trocando ideias e aprendendo.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.

## Análise e resposta

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

2. Em uma noite muito fria, uma menina levanta de sua cama e vai, ansiosa, olhar pela janela para ver se está nevando. Ela fica muito surpresa ao encontrar o vidro totalmente embaçado pelo lado de dentro. Explique por que o vidro da janela está embaçado.
 

O vapor de água existente no ar do quarto condensou-se em contato com o vidro frio da janela.
3. Um suco bem gelado foi colocado dentro de um copo de vidro; depois de alguns instantes, o copo estava com muitas gotinhas de água líquida no lado externo. No caderno, copie a melhor explicação entre as alternativas a seguir e justifique.
 

A segunda explicação é a correta. As gotas aparecem quando o vapor de água presente no ar se condensa na superfície fria do copo.

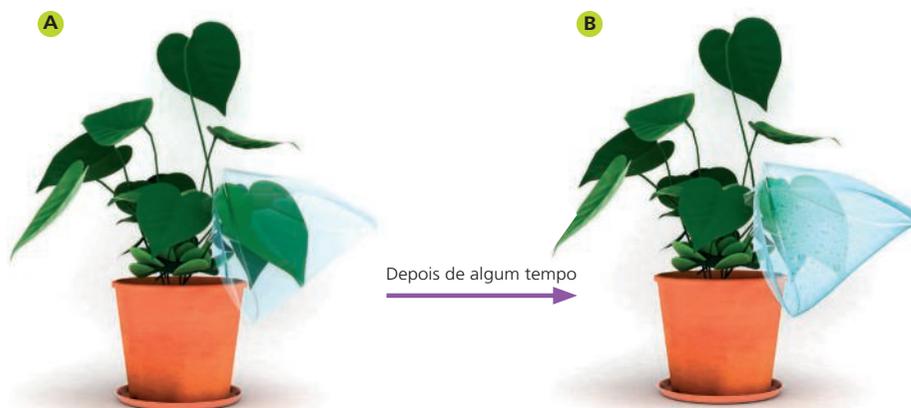
  - As gotas no lado externo do copo vêm da água do suco.
  - As gotas no lado externo do copo vêm do vapor de água que existe no ar.
  - Alguém deve ter molhado o copo, pois não há outra explicação.
4. Em uma cidade serrana, localizada na região Sul do Brasil, uma família descobriu que alguns canos de sua casa estavam rachados. Isso foi percebido após um período de frio intenso, com geadas frequentes. A água congelou e, com o congelamento, surgiram rachaduras nos canos. Explique por que isso aconteceu.
 

Porque a água é uma substância que se expande quando sofre solidificação.
5. Quando a temperatura do ambiente está muito baixa, forma-se uma pequena nuvem junto ao nariz ou à boca quando uma pessoa libera o ar dos pulmões, pela expiração. Explique esse fenômeno.
 

O vapor de água que sai pelo nariz ou pela boca sofre condensação, pois perde calor para o ambiente, que está mais frio.
6. A respeito do ciclo da água na natureza, responda:
  - a) Qual é a relação entre a chuva e as reservas subterrâneas de água?
 

A água da chuva infiltra-se no solo até atingir camadas impermeáveis.
  - b) De que forma os seres vivos participam desse ciclo?
 

Principalmente pela transpiração.
7. Observe o esquema a seguir, que mostra um teste realizado com plantas.



Crie Alencar/Arquivo da editora

- a) Por que apareceram gotículas de água na parte interna do saco plástico que cobria as folhas?
 

A planta perdeu água por suas folhas (transpiração), na forma de vapor, que se condensou na superfície do plástico.
  - b) Qual é o papel das plantas no ciclo da água?
 

As plantas absorvem água do solo e transpiram, ou seja, eliminam água pelas folhas.
8. Considere a seguinte situação: ao sair da piscina em dias de sol e com vento, é comum sentirmos frio assim que nosso corpo molhado entra em contato com o vento. Depois de um tempo, mesmo sem que a gente se enxugue, nossa pele seca. Explique os dois casos, com base nos conceitos estudados no capítulo.
 

Na primeira situação, o vento, ao bater em nossa pele, favorece a evaporação, processo que absorve calor de nosso corpo nos fazendo sentir frio. No segundo caso, a evaporação continua e a pele seca.

171

## Análise e resposta

As atividades desta seção exploram diferentes mudanças de estado físico da matéria, principalmente com base em exemplos e situações próximas ao contexto dos estudantes. Esperamos assim desenvolver a habilidade (EF09CI01), incentivando a investigação dessas transformações e o reconhecimento de sua importância para os seres vivos, para diferentes atividades humanas e para o ciclo hidrológico.

As atividades 2, 3, 5 e 7 visam apresentar diferentes situações comuns para que os estudantes reconheçam a presença de vapor de água e o processo de condensação.

Na atividade 4, os estudantes devem buscar explicações para a situação descrita com base nos conteúdos estudados sobre solidificação da água.

Na atividade 8, se considerar pertinente, retome com os estudantes o conceito de sensação térmica para complementar a atividade.

## Orientações didáticas

### Atividades

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e a habilidade da BNCC trabalhada neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes destaquem os estados físicos observados na imagem, bem como os tipos de mudança de estado que ocorrem. Além disso, é interessante que eles aprofundem a explicação sobre o papel da temperatura nas situações indicadas anteriormente.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Analise e responda

Ao trabalhar a atividade 9, comente com os estudantes que algumas portarias do governo federal vêm restringindo progressivamente o uso do mercúrio, pois traz riscos à saúde e ao meio ambiente, uma vez que é um agente biocumulativo e neurotóxico. Já existem, no mercado brasileiro, os chamados “termômetros ecológicos”, que utilizam uma liga de índio, gálio e estanho. Seu preço, porém, ainda é inacessível à maioria da população. Respostas esperadas: **a)** A agitação térmica do meio é transmitida para o álcool através do material sólido do termômetro, especialmente pelo bulbo. O grau de agitação dos átomos do álcool aumenta, causando a expansão do líquido, isto é, ele passa a ocupar um volume maior, subindo pelo tubo capilar. Quando o grau de agitação térmica do álcool fica igual ao do meio de contato com o bulbo, a dilatação para e a coluna de álcool estaciona. Nesse estágio, o álcool está à mesma temperatura que o meio a ser medido: foi atingido o **equilíbrio térmico** entre os dois corpos. **b)** Se o ponto de fusão é  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ , isso significa que, nessa temperatura, o álcool passa de líquido para sólido, ou seja, nessa e em temperaturas menores, o álcool não serve para medir a temperatura. No caso do ponto de ebulição, que é a passagem de líquido a vapor, em valores acima de  $78\text{ }^{\circ}\text{C}$  o álcool estará na forma de vapor e não poderá ser usado para medir a temperatura. Assim, esse tipo de termômetro só pode ser usado para medir temperaturas em que o álcool esteja no estado líquido, isto é, entre  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na atividade 10, os estudantes devem interpretar os resultados do experimento com base nos conteúdos estudados. Essa é uma oportunidade para verificar a aprendizagem a partir da apresentação de situações-problema.

#### Pesquisa

Na atividade 11, é fundamental alertar para os riscos à saúde causados pelo uso da naftalina. Mais informações sobre essa substância estão disponíveis em: <[http://www.saude.sp.gov.br/recursos/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/outros/ifnet\\_quimicos.pdf](http://www.saude.sp.gov.br/recursos/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/outros/ifnet_quimicos.pdf)> [acesso em: nov. 2018].

9. Os termômetros modernos podem ser analógicos ou digitais.

O modelo de termômetro analógico é constituído de uma haste de vidro que encerra em seu interior um canal muito fino, chamado tubo capilar. Esse capilar pode conter álcool, em geral colorido para facilitar a visualização, que se encontra em forma líquida na temperatura ambiente. Uma propriedade importante do álcool é a de sofrer grande dilatação quando sujeito a um aumento de temperatura e redução de volume com a diminuição da temperatura.

O termômetro tem em sua parte inferior um pequeno reservatório, também de vidro, chamado bulbo, onde o líquido fica estocado. O bulbo é a parte que entra em contato com a superfície cuja temperatura deve ser medida.

- a) O que acontece quando o termômetro entra em contato com um meio (ar, corpo humano, etc.) que está a uma temperatura mais alta que a do álcool?
- b) Sabendo que o ponto de fusão do álcool ao nível do mar é de  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o de ebulição é de  $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ , qual é o intervalo de temperatura que um termômetro de álcool consegue medir? Explique sua resposta. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

10. Analise o seguinte experimento:

Um saco plástico pequeno e transparente, contendo água, foi colocado dentro de um saco plástico grande e transparente, contendo uma mistura de gelo moído e sal. Ambos foram fechados e, após algum tempo, à temperatura ambiente, observou-se que o gelo contido no saco maior derreteu e que a água contida no saco menor se transformou em gelo.

Explique o ocorrido. *Ao adicionar sal, reduz-se a temperatura de fusão do gelo, que derrete abaixo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ao se adicionar o saco menor com água nessa solução, há o congelamento da água, pois a temperatura da solução estava abaixo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

#### Pesquisa

11. A naftalina é muito usada como repelente de traças, baratas e outros insetos. Por causa da sua propriedade de sublimação, as bolinhas de naftalina exalam um vapor com forte cheiro, tóxico para esses animais. Mas será que os vapores de naftalina são tóxicos apenas para os insetos?

Depois de sublimada, a naftalina se transforma em um vapor tóxico para os seres vivos que o inalam. Os sintomas de intoxicação nos seres humanos e em animais de estimação por esse material incluem fortes dores de cabeça, irritações nos olhos, na pele e no sistema respiratório, confusão mental e, em casos de exposições frequentes, lesões no fígado e nos rins. Por isso, atualmente é muito reduzida a utilização de naftalina como repelente de insetos.

- a) No caderno, escreva uma frase que relacione as palavras **naftalina** e **sublimação**. *Resposta pessoal. Por exemplo: “a naftalina sólida passa diretamente para o estado gasoso por sublimação”.*
- b) Pesquise, com os colegas de grupo, duas formas de evitar intoxicações pelo vapor da naftalina. Conversem com os demais colegas de classe e promovam, juntos, uma campanha de esclarecimento para a comunidade escolar a respeito dos riscos do uso da naftalina.
12. Faça, em grupo, uma pesquisa a respeito do tema: Qual é a origem da água no planeta Terra? Descubram quais são as principais hipóteses dos cientistas a respeito desse tema. Busquem informações em revistas e em sites da internet que façam divulgação científica. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

172

**11. b)** Evitar a inalação protegendo nariz e boca; manter a naftalina fora do alcance de crianças e de animais de estimação; promover ventilação do ambiente; não manipular naftalina com as mãos desprotegidas; utilizar naftalina em embalagens lacradas; depois do contato com a naftalina, deixar a roupa ao ar livre antes de usá-la.

Para a atividade 12, sugerimos a *Leitura complementar* abaixo como subsídio.

#### Leitura complementar

##### Informações a respeito da origem da água no planeta Terra

Existe mais de uma hipótese que procura explicar a origem da substância água na Terra. Uma das hipóteses considera que a água se formou da combinação entre átomos de hidrogênio e oxigênio, já que os gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ) eram liberados, do interior da Terra para sua superfície, em grandes quantidades, e essa

água teria se solidificado à medida que a temperatura do planeta ia diminuindo. Como a temperatura da Terra ainda era muito elevada, a água formada existia na forma de vapor, fazendo parte da atmosfera primitiva.

Com o resfriamento do planeta, parte do vapor de água teria se condensado, formando nuvens e chuvas. De acordo com essa hipótese,



Termômetro clínico analógico.



Termômetro clínico digital.



Pastilhas de naftalina.

**Atenção**  
Nunca aspire os vapores da naftalina!

13. É possível afirmar que a água que fazia parte do corpo de um dinossauro, há 100 milhões de anos, ainda está no planeta Terra? Justifique sua resposta. *Sim, por causa do ciclo da água na natureza.*

### Integração

## OMS quer banir mercúrio do setor de saúde até 2020

Apesar de estar presente em equipamentos e dispositivos hospitalares, como termômetros e esfigmomanômetros, já sabe-se que o mercúrio pode causar alguns problemas de saúde na população e contaminar o meio ambiente. Até 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) espera banir esse elemento das unidades hospitalares, incentivando a substituição dos aparelhos por outros digitais, por exemplo. [...]

Quando no ambiente externo, o elemento evapora e, inalado por humanos, pode provocar problemas neurológicos, retardamento grave, irritabilidade. [...]

Já no meio ambiente, o mercúrio pode poluir a água e ser ingerido pelos animais aquáticos. “O consumo de peixe contaminado por gestantes pode causar graves problemas ao feto”, exemplifica o professor [José Antônio Menezes, farmacêutico e professor de toxicologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA)]. Ele ainda lembrou da doença de Minamata, assim conhecida por causa do acidente com mercúrio na cidade de Minamata, no Japão, causando distúrbios sensoriais nas mãos e pés, danos à visão e audição, entre outros, na população do local.



Fotografia aérea de Minamata, cidade do Japão, em 2017, que sofreu graves consequências da contaminação por mercúrio.

SES-PE. Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco. “OMS quer banir mercúrio do setor de saúde até 2020”. Disponível em: <<http://portal.saude.pe.gov.br/noticias/oms-quer-banir-mercúrio-do-setor-de-saude-ate-2020>>. Acesso em: set. 2018.

- Em grupo, pesquise:
  - a) normas e portarias do município ou estado onde vocês moram a respeito do uso de mercúrio em aparelhos de medição domésticos ou hospitalares;
  - b) modelos alternativos de termômetros para uso doméstico, que não representem riscos à saúde humana nem ao equilíbrio ambiental. Incluem, na pesquisa, informações acerca da procedência (são fabricados no Brasil ou no exterior?), preço e forma de descarte;
  - c) informações sobre a doença de Minamata, mencionada na reportagem.

Depois, troquem informações com os demais grupos. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## PROJETO ANUAL em construção

### Divulgando ciência

Para que todas as pessoas tenham acesso à produção científica, é comum que pesquisadores também publiquem suas pesquisas em **revistas de divulgação científica**. Nelas, os principais resultados de um projeto são apresentados com linguagem acessível aos mais variáveis públicos: crianças, jovens e adultos pertencentes ou não à comunidade científica.

Escolha um tema dentro das áreas de Astronomia e Tecnologia e pesquise uma revista de divulgação científica dessa área. Se possível, leve um texto desse tema para a sala de aula e converse com os colegas a respeito dele. Você encontrou dificuldades para a leitura do artigo de divulgação científica? Você conseguiu reconhecer a metodologia científica da pesquisa nas suas leituras? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## Orientações didáticas Atividades

### Integração

É importante trabalhar com os estudantes a reportagem desta seção como forma de sensibilizá-los sobre os cuidados na manipulação do termômetro. Além disso, relembre-os de que o mercúrio, além de tóxico, é um grave contaminante do solo e da água, podendo causar impactos ambientais severos em diversos ecossistemas.

Veja mais informações sobre a doença de Minamata em: <[www.cetem.gov.br/mercúrio/semiquanti/por/caso\\_minamata.htm](http://www.cetem.gov.br/mercúrio/semiquanti/por/caso_minamata.htm)>. Acesso em: nov. 2018.

### Projeto anual em construção

As revistas de divulgação científica representam estratégias fundamentais para a divulgação das pesquisas e para a comunicação na comunidade científica. Após a pesquisa realizada pelos estudantes, registre no quadro de giz os exemplos trazidos. Em seguida, incentive a análise da linguagem e do detalhamento das informações nesse tipo de produção. Se possível, a metodologia também deve ser analisada e discutida pela turma.

a água foi progressivamente se acumulando na superfície rochosa da Terra, formando os mares primitivos, que eram quentes e rasos.

Outra hipótese defende que a água chegou ao planeta pela colisão de cometas contendo essa substância. As colisões provavelmente eram muito frequentes durante a formação do Sistema Solar – e, portanto, do planeta Terra. Uma das principais evidências que sustenta essa hipótese é a análise de cometas por telescópios, que tem

revelado a presença de água neles, sob a forma de gelo. A cauda ou rastro visto no céu, na ocasião da passagem de um cometa próximo à Terra, é resultado da sublimação da água, ou seja, da passagem do gelo para o estado gasoso.

Texto elaborado para esta obra.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI02)** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

**(EF09CI03)** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Modelos de átomo ao longo da história.
- Átomo: estrutura e características.
- Elemento químico.
- Moléculas e compostos iônicos.
- Substâncias simples e compostas.
- Reações químicas.
- Leis que regem as reações químicas: lei de Lavoisier, lei de Proust e lei de Dalton.

### Conteúdos procedimentais

- Reconhecimento da validade e abrangência de um modelo.
- Identificação de símbolos químicos.
- Reconhecimento e balanceamento de equações químicas.
- Análise e comparação de representações esquemáticas.
- Elaboração de textos.
- Expressão de ideias alicerçadas em argumentos válidos em situações coletivas.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Reconhecimento dos modelos atômicos elaborados com base em dados provisórios e com limitações.
- Reconhecimento dos conteúdos estudados em situações cotidianas.
- Valorização da história da ciência, reconhecendo a importância do conhecimento de filósofos e outros estudiosos e pesquisadores do passado.
- Capacidade de lidar com críticas quanto a ideias, elaborando-as e recebendo-as.

# Os átomos e as reações químicas

CAPÍTULO

8



stockcreations/Shutterstock

Tigela com salada de diferentes alimentos, como hortaliças, raízes e pão, um copo com água e um garfo sobre a mesa.

Todos os componentes da fotografia acima, como os alimentos, a tigela, a mesa, a água, são exemplos de matéria, assim como você e tudo o que está ao seu redor.

## O que você já sabe?

 Não escreva no livro

1. Os alimentos mostrados na fotografia são ricos em substâncias nutritivas. Explique o que são substâncias e cite um exemplo.
2. A matéria é formada por átomos. Como você imagina um átomo?
3. É comum vermos escrita a fórmula da molécula de água:  $H_2O$ . O que é uma fórmula química e o que ela representa? O que significa cada símbolo usado? Cite outro exemplo de fórmula química que conheça e explique o significado dela.
4. São muitas as reações químicas que ocorrem na natureza e mesmo dentro do corpo dos seres vivos. O que é reação química? Cite um exemplo. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

174

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Espera-se que os estudantes apontem o que são substâncias e átomos com base em conhecimentos prévios. Verifique as impressões apresentadas, principalmente quanto à estrutura do átomo e sua participação na formação de moléculas. Ao longo das atividades, é interessante conversar sobre a importância das fórmulas químicas e o que representam. Ao discutir reações químicas, incentive os estudantes a retomar o

# 1 As unidades estruturais da matéria

Observe as fotografias a seguir.



Fotos: Sergio Dotta Jr./Arquivo da editora

Água sendo distribuída de recipientes maiores para recipientes menores.

Se você pudesse dividir um volume de água em porções cada vez menores, chegaria até uma pequenina gota. E se essa gota fosse dividida em porções ainda menores, tão pequenas que se tornariam invisíveis? Esse exercício de imaginação pode nos ajudar a compreender a estrutura da matéria. A água é matéria; tanto um volume de 2 litros quanto uma gotícula microscópica são formados de água, que mantém suas propriedades em ambos os casos.

A menor porção possível de água é a **molécula** de água. É a reunião dessas moléculas que forma a água dos oceanos, dos rios, dos lagos, enfim, toda a água do planeta Terra.

As moléculas são formadas pela reunião de porções ainda menores, chamadas **átomos**, considerados as **unidades estruturais da matéria**.

▶ assunto e exemplos já discutidos no volume do 6º ano, quando estudamos a matéria e as evidências de ocorrência de reações químicas. Como exemplos, eles podem mencionar a combustão, a oxidação, a decomposição, a fotossíntese, entre outras reações já abordadas ao longo dos anos anteriores.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

## Orientações didáticas

Começamos com o estudo do átomo, considerando o desenvolvimento de seu conceito ao longo da história. Com base na compreensão da evolução dos modelos atômicos, vamos também apresentar os conceitos de número atômico, número de massa e massa atômica. As noções de átomo e de molécula são utilizadas para a construção dos conceitos de elemento químico e de substância. Os estudantes serão apresentados aos critérios para notação dos símbolos dos elementos químicos e, a partir destes, das fórmulas das substâncias. Vamos abordar também a constituição das substâncias, tanto as simples quanto as compostas.

Ao longo deste capítulo vamos discutir as reações químicas, enfatizando sua importância como fatores intervenientes nos ecossistemas. A equação química é uma representação das reações químicas; estas ocorrem entre substâncias e não entre elementos químicos, razão pela qual nas equações são utilizadas as fórmulas das substâncias. Apresentamos o balanceamento como uma ferramenta para equilibrar as equações. Ao final do capítulo são estudadas as leis que relacionam massas e volumes das substâncias envolvidas em reações químicas, em abordagem simples, tendo em vista a faixa etária dos estudantes.

No volume do 6º ano, as transformações químicas foram inicialmente exploradas em nível macroscópico, com base nas evidências de alteração em sistemas que originam produtos diferentes dos que foram misturados. Agora, vamos analisar as reações químicas em nível microscópico, usando os modelos de átomos, íons e moléculas e as equações químicas, que são os registros das reações químicas.

As imagens desta página subsidiam um exercício mental que sugere a existência das menores partículas que caracterizam a água [a molécula] e as menores partículas que compõem a matéria e que supomos, inicialmente, indivisíveis [os átomos]. Provavelmente esse modo de pensar foi o que motivou Demócrito a conjecturar a existência dos átomos.

Capítulo 8 Os átomos e as reações químicas

Unidade 3 Matéria e energia

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

No início do século XIX, já se conhecia a maior parte da composição da atmosfera: essencialmente gás nitrogênio, gás oxigênio, gás carbônico e vapor de água. No entanto, havia grande divergência entre os cientistas quanto à possibilidade de que esses gases estivessem combinados quimicamente na atmosfera, ou simplesmente misturados.

Estudando a solubilidade dos gases na água, Dalton levantou a hipótese de que o “peso” dos diferentes gases seria responsável pelas diferenças no grau de solubilidade em água. É importante ressaltar que Dalton recebeu forte influência das ideias de Isaac Newton (1642-1727) e de Robert Boyle (1627-1691), que propunham uma teoria corpuscular para a matéria, isto é, toda matéria seria formada por pequenos corpúsculos invisíveis e indivisíveis. Newton, aliás, estendia essa ideia para a luz.

Seguindo ideias de Robert Boyle, Isaac Newton e Antoine Lavoisier (1743-1794), cujos trabalhos propunham uma descrição corpuscular da matéria e da luz, Dalton propôs, em 1803, um modelo de matéria com os seguintes atributos:

- A matéria é constituída por “partículas últimas” ou átomos.
- Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados nem destruídos (lei de conservação da matéria, de Antoine Lavoisier).
- Todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos e apresentam o mesmo peso.
- Átomos de elementos diferentes têm pesos diferentes.
- Os compostos são formados por um número fixo de átomos de seus elementos constituintes (lei das proporções fixas, de Proust).

## Um pouco de história

### A evolução do conceito “átomo”

Há quase 2 500 anos, mais de quatro séculos antes de Cristo, um filósofo grego de nome Demócrito (460 a.C.-370 a.C.) já afirmava que todos os corpos da natureza eram formados por minúsculas partículas invisíveis, as quais denominou **átomos**, palavra que, em grego, significa indivisível (*a* = prefixo de negação; *tomos* = dividir). Na época, no entanto, não havia como justificar experimentalmente essa ideia, logo não foi possível a proposição de um modelo que representasse o átomo.

As ideias de Demócrito para explicar a matéria não obtiveram muita adesão uma vez que, durante a Antiguidade e por muitos séculos seguintes, predominavam as proposições de outro filósofo grego, Aristóteles. Este não considerava o conceito de átomo. Segundo Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), a matéria seria formada pela combinação de quatro elementos: terra, ar, fogo e água, em diferentes proporções.

Uma das primeiras concepções científicas de um átomo data de 1803, quando John Dalton (1766-1844), cientista inglês, propôs um modelo criado a partir de reações conhecidas na época. Ele apresentou a primeira **teoria atômica**, baseada em experimentos. Segundo essa teoria, toda matéria é formada por átomos, que são pequeníssimas bolas maciças e indivisíveis. O modelo atômico explicava vários fenômenos e reações químicas e se tornou base para diversos estudos científicos. Esse modelo, porém, passou por muitas reformulações desde a época de Dalton.



Reprodução/Museu do Louvre, Paris, França.

Demócrito retratado em pintura a óleo por Antoine Coypel, em 1692.



Heritage Images/Fine Art Images/Dionedia/ Museu do Vaticano, Cidade do Vaticano, Itália.

Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), em detalhe do afresco *A Escola de Atenas*, (1510-1511), de Rafael Sanzio.



Reprodução/Coletânea Particular.

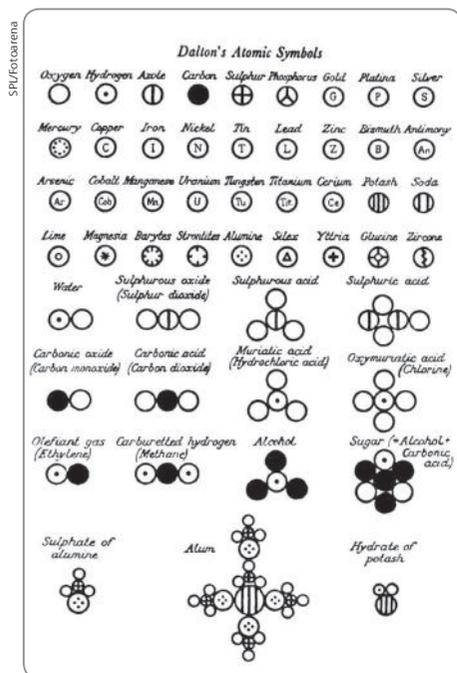
John Dalton, retratado em gravura em metal por W. H. Worthington, em 1823.

Como se pode ver, o modelo de Dalton para a estrutura da matéria reúne princípios já elaborados por outros pesquisadores e corroborava, por exemplo, a lei de Proust, de 1806. A palavra **átomo** era usada para representar as menores unidades de qualquer elemento químico, ou mesmo de uma substância composta, pois a noção de molécula ainda não estava desenvolvida. Assim, o gás oxigênio, o gás nitrogênio e o gás carbônico eram entendidos como formados por átomos indivisíveis, e não como moléculas poliatômicas ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , etc.).

## 2 A evolução dos modelos atômicos

Na Ciência, e especialmente em Química, é comum o uso de modelos para representar algo que não conseguimos ver ou ter acesso direto. Um modelo é uma representação de algo que somente conseguimos obter evidências da existência. É o caso do átomo. Diversos modelos foram propostos para explicar o que é e como é um átomo.

O primeiro modelo científico foi proposto por Dalton, como mencionado na seção *Um pouco de história* da página anterior. Dalton considerava os átomos estruturas maciças e indivisíveis, com aparência semelhante à de uma bola de bilhar.



Segundo o modelo proposto por Dalton, os átomos seriam esferas maciças e indivisíveis, com aspecto semelhante ao de bolas de bilhar.

Simbolos criados por Dalton para representar elementos químicos e seus compostos, publicados em *A New System of Chemical Philosophy*, em 1808.

Com base nesse modelo, Dalton passou a usar símbolos esféricos para representar os elementos químicos conhecidos na época.

A teoria atômica de John Dalton apresenta muitos postulados que foram importantes no desenvolvimento da Química. Além de dizer que os átomos são maciços, indivisíveis, indestrutíveis e apresentam forma esférica, essa lei postulava que:

- os átomos de um mesmo elemento químico são iguais em todas as suas características, como tamanho e massa;
- os átomos de diferentes elementos químicos apresentam propriedades diferentes entre si;
- um composto químico é formado pela combinação de dois ou mais átomos diferentes, em uma razão fixa;
- nas reações químicas, os átomos dos compostos se recombina.



Representação esquemática de átomos se recombina para formar um composto químico. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Osni & Cortim  
Arquivo da editora

177

## Orientações didáticas

Assim como qualquer outro pesquisador de épocas anteriores e posteriores, Dalton propôs um modelo, isto é, uma representação de como ele concebia a realidade. Um modelo é útil na medida em que possibilita fornecer uma explicação racional para fenômenos naturais e resultados experimentais. Além disso, o modelo se encontra em harmonia com a filosofia ou concepção de natureza de sua época – ainda que, por vezes, esse modelo implique uma ruptura com conhecimentos vigentes, podendo ser rejeitado pela comunidade científica. Ao estudar a evolução dos modelos atômicos com os estudantes, é interessante ressaltar a importância do uso de modelos para a construção e a divulgação do conhecimento científico. Se possível, comente ainda que a reformulação de hipóteses e modelos científicos é um processo contínuo ao longo da história com base no avanço de estudos, novas informações e novas tecnologias. Confira no *Conheça também* subsídios adicionais para aprofundar o tema, tomando o conceito de átomo como exemplo.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Modelos atômicos, do 4º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

Capítulo 8 Os átomos e as reações químicas

Unidade 3 Matéria e energia

### Conheça também

#### Subsídios histórico-filosóficos para o ensino do modelo atômico de Dalton

Confira o artigo a seguir para conhecer um pouco mais sobre a historiografia da ciência relacionada ao modelo atômico e suas contribuições para o ensino de Química.

Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/6779/4372>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Apesar de ter sido o primeiro modelo adequado para justificar as relações ponderais e limitado para explicar outras características da matéria (por exemplo, as partículas subatômicas e as radiações), o modelo de Dalton pode ser perfeitamente utilizado para o alcance que desejamos de um curso de Ensino Fundamental quanto à compreensão das estruturas moleculares e das reações químicas.

No entanto, é preciso deixar claro aos estudantes o papel de representação da realidade que o modelo desempenha, caso contrário o seu uso pode prejudicar o processo de aprendizagem. Isso ocorre quando os modelos são apresentados como fatos e/ou miniaturas da realidade; quando não são acompanhados de discussões sobre suas limitações; quando explicações distorcidas dão margem para o entendimento de modelos compostos de elementos diferentes. Ao deixar de mencionar esses equívocos relacionados com os modelos atômicos, os estudantes poderão erroneamente entender que a estrutura do átomo é tal qual a representação gráfica demonstrada pelos livros.

A teoria de Dalton é um marco importante na história da Química. Até hoje utilizamos o modelo das esferas para representar átomos e moléculas de forma didática. Porém, atualmente, passamos a representar esferas de tamanhos e cores diferentes.



Representação esquemática de átomos e de compostos químicos de acordo com o modelo de Dalton. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Muitas das ideias de Dalton são aceitas até hoje: aceita-se que toda matéria é formada por átomos, que nas reações químicas os átomos dos compostos se recombinaem e que a proporção entre os átomos nos compostos químicos se mantém constante.

O modelo atômico de Dalton, no entanto, sofreu muitas modificações, assim como as definições de elemento químico. Vamos estudar, resumidamente, como foi esse processo.

O modelo de Dalton da esfera maciça não explicava alguns fenômenos físicos e químicos, nem a natureza elétrica da matéria (apesar dos fenômenos elétricos já serem conhecidos desde a Antiguidade). Os fenômenos elétricos já foram discutidos no volume 8 desta coleção.

Somente cerca de cem anos depois das propostas de Dalton, no ano de 1891, o físico irlandês George Johnstone Stoney (1826-1911) fez uma previsão teórica da existência da partícula fundamental da eletricidade, a qual nomeou "elétrão". Em outubro de 1897, o cientista inglês Joseph John Thomson (1856-1940) detectou experimentalmente o elétron e propôs outro modelo atômico, considerando o átomo uma esfera com carga elétrica positiva e recheada de partículas negativas. Essas partículas correspondem aos **elétrons**. O modelo de Thomson é conhecido como "modelo do pudim de passas", em que a massa do pudim seria a esfera positiva, e as passas seriam as partículas negativas.



(A) Representação esquemática do modelo de Thomson, em que o átomo é uma esfera de carga positiva, com partículas de carga negativa incrustadas, os elétrons. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia. (B) Fotografia de um pudim de passas, no qual elas estão imersas, como os elétrons estariam na esfera positiva, segundo o modelo de Thomson.

### Conheça também

#### Modelo atômico de Thomson – Tubos de Crookes

Vídeo que trata da história e do desenvolvimento do modelo de Thomson, dos experimentos de descargas elétricas e dos experimentos reais e simulados do tubo de Crookes.

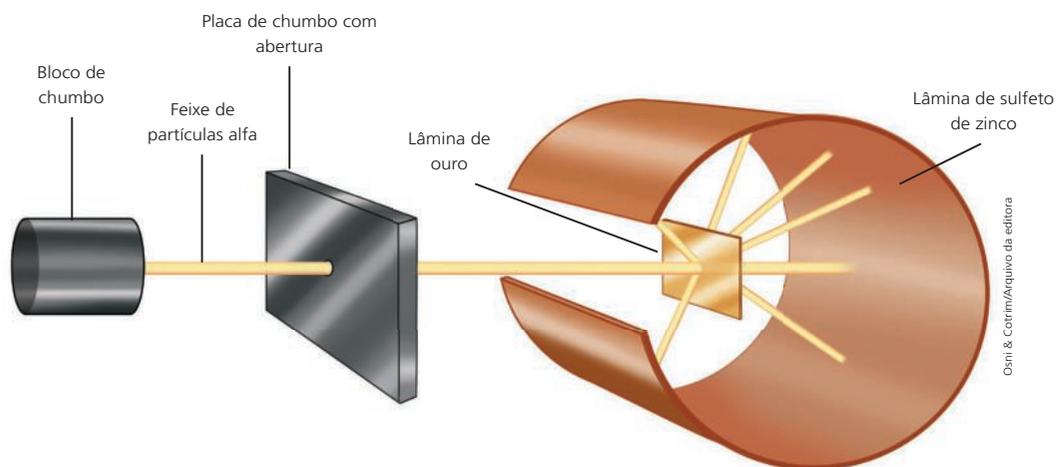
Disponível em: <[http://www.e-quimica.iq.unesp.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73:experimento-de-thomson&catid=36:videos&Itemid=55](http://www.e-quimica.iq.unesp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=73:experimento-de-thomson&catid=36:videos&Itemid=55)>. Acesso em: nov. 2018.

#### A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr

Artigo que pode ser consultado para um aprofundamento sobre a construção e a reformulação do modelo atômico ao longo do tempo, com a contribuição de diversos cientistas. Além disso, é um recurso interessante por ressaltar a investigação científica como construção humana vinculada a um contexto histórico-social.

Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/download/2137/2635>>. Acesso em: nov. 2018.

As partículas com carga positiva, chamadas **prótons**, foram evidenciadas pela primeira vez em 1886, pelo físico alemão Eugen Goldstein (1850-1930), mas a prova definitiva da existência delas veio com os experimentos do físico neozelandês Ernest Rutherford, em 1911. Esse cientista fez com que um feixe de radiação contendo partículas positivas, chamadas **partículas alfa**, atingisse uma lâmina finíssima de ouro, conforme mostra a ilustração a seguir.



O experimento mostrou que algumas partículas sofreram desvios bem pronunciados, algumas retrocederam, mas a maioria atravessou a lâmina de ouro sem sofrer desvios em sua trajetória.

Com esse experimento, Rutherford tirou as seguintes conclusões:

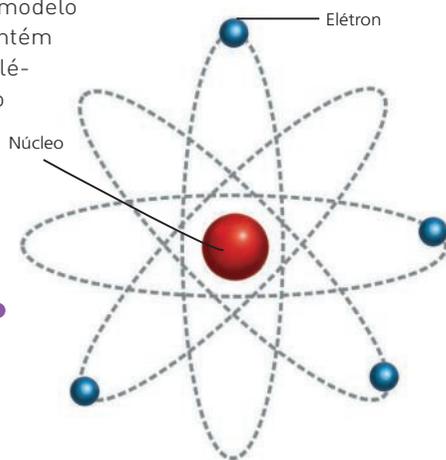
- o átomo não é denso e apresenta mais espaços vazios do que preenchidos;
- o átomo tem uma região central, onde estão concentradas as cargas positivas e praticamente toda a massa do átomo;
- ao redor do núcleo giram as cargas negativas, em uma região praticamente vazia.

O modelo atômico de Rutherford é conhecido como "modelo planetário". A região central é o **núcleo** do átomo e contém os prótons, que são partículas com carga positiva. Os elétrons, partículas com carga negativa, giram na região do átomo chamada **eletrosfera**. A eletrosfera é de 10 mil a 100 mil vezes maior que seus respectivos núcleos. A região central é extremamente pequena e concentra toda a carga positiva e quase toda a sua massa.

Representação esquemática do modelo de Rutherford. ▮

O átomo é composto de um núcleo e elétrons que se movimentam em uma região do espaço chamada eletrosfera, descrevendo órbitas ao redor do núcleo.

As órbitas estão representadas por linhas tracejadas. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Representação esquemática do experimento realizado por Rutherford. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Hans Geiger e Ernest Marsden, estudantes de Ernest Rutherford, conduziram em 1909 o experimento da folha de ouro que ampliou o modelo atômico de Thomson, mostrando que no átomo imperava o vazio.

Um fato pode passar despercebido: as partículas alfa que incidiram no metal eram emitidas de uma fonte radioativa, e esse era um fenômeno que não parecia ter ligação com a matéria dos átomos. A descoberta dos raios X e da radioatividade, no final do século XIX, foram fundamentais.

### Conheça também

#### A descoberta dos raios X e da radioatividade

Para uma leitura da história dessas descobertas e seus protagonistas, sugerimos o texto a seguir.

CHASSOT, Attico. Raios X e radioatividade. *Química Nova na Escola*, n. 2, nov. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf>>. Acesso em: out. 2018.

#### O experimento de Rutherford

Sugerimos o recurso disponível a seguir para ilustrar o experimento que levou à proposição do modelo atômico por Rutherford com o uso de partículas alfa.

Disponível em: <[http://www.e-quimica.iq.unesp.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=72:experimento-de-rutherford&catid=36:videos&Itemid=55](http://www.e-quimica.iq.unesp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=72:experimento-de-rutherford&catid=36:videos&Itemid=55)>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Ao explorar e comparar os modelos atômicos, é fundamental ressaltar aos estudantes o papel decisivo da experimentação na reformulação dos conceitos de átomos. Por meio de diversos tipos de abordagem e experimentos, diferentes pesquisadores ao longo da história foram capazes de reconhecer e testar diferentes propriedades atômicas que permitiram a construção dos modelos. Além disso, a integração entre Física, Química e Matemática também é essencial, pois permite simulações e a previsão de situações esperadas por meio de cálculos e testes matemáticos. A história das descobertas de muitas partículas, como o nêutron, descrito no texto, representa esse tipo de abordagem, com a experimentação corroborando a hipótese anos mais tarde. Consulte a sugestão do *Conheça também* a seguir para conhecer um pouco mais sobre as partículas fundamentais.

### Conheça também

#### As partículas fundamentais

Saiba mais sobre as características das partículas constituintes do átomo, suas propriedades e o histórico de investigações.

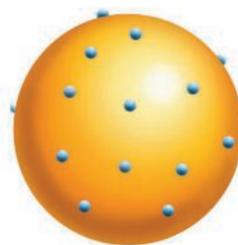
Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/moderna/materia/particulas-fundamentais/>>. Acesso em: nov. 2018.

Assim, desde o final do século XIX e início do século XX, passou-se a considerar o átomo divisível, pois já estavam identificados seus principais componentes (prótons e elétrons).

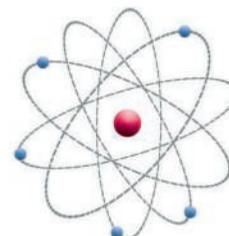
Posteriormente, em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) aperfeiçoou o modelo de Rutherford e estabeleceu, com base em experimentações, que os elétrons se encontram organizados na eletrosfera em distâncias específicas em relação ao núcleo, descrevendo órbitas circulares sem emitir ou absorver energia. As órbitas correspondem a **níveis de energia** e cada distância em relação ao núcleo, chamada **camada**, apresenta um número máximo de elétrons.



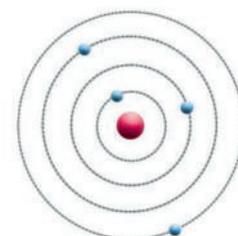
Dalton (1803): esfera maciça



Thomson (1904): esfera positiva recheada com cargas negativas



Rutherford (1911): núcleo positivo e eletrosfera negativa



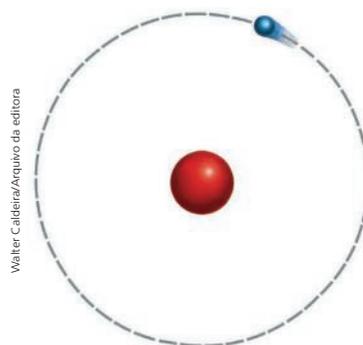
Bohr (1913): núcleo positivo rodeado por eletrosfera organizada em níveis de energia

Orni & Contrini/Arquivo da editora

Representação esquemática dos modelos atômicos de Dalton a Bohr. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Em 1920, Rutherford previu a existência do **nêutron**, partícula sem carga elétrica, cuja existência foi confirmada cerca de doze anos depois por seu colaborador, o físico inglês James Chadwick (1891-1974). Foi também Rutherford quem detectou experimentalmente a existência do próton no núcleo do átomo de hidrogênio, confirmando ser o próton dotado de carga elétrica positiva.

Podemos considerar a estrutura básica de um átomo tomando como exemplo o átomo de hidrogênio, que tem apenas um próton e um elétron, como representado na ilustração a seguir.



Walter Caldeira/Arquivo da editora

Representação esquemática simplificada do átomo de hidrogênio. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Todos os demais átomos têm elétrons, prótons e nêutrons, com exceção do hidrogênio, que não tem nêutron. Um átomo de carbono, por exemplo, tem seis elétrons, seis prótons e seis nêutrons.

Tudo sobre o nada

[...]

Pense no mais simples dos átomos, o de hidrogênio, [formado] de um único próton rodeado por um elétron igualmente solitário. O raio de um átomo de hidrogênio, chamado constante de Bohr, é  $5,3 \times 10^{-8}$  milímetro. Ou seja: 0,000000053 mm. Sim, isso é inconceivelmente pequeno – você precisaria enfileirar 750 mil desses átomos para alcançar a espessura de um fio de cabelo. Mas o núcleo de um átomo de hidrogênio (o próton) é bem menor:  $8,4 \times 10^{-13}$  milímetro.

Se o núcleo tivesse o volume de uma cabeça de alfinete, o átomo seria mais ou menos do tamanho do Estádio do Maracanã. Seu corpo é feito disso, um mar de Maracanãs desertos, cada um com uma cabeça de alfinete no centro. Os elétrons são os torcedores na arquibancada – no caso do hidrogênio, um único torcedor, em um único assento.

É claro que você não é feito só de hidrogênio. Dos seus  $7 \times 10^{27}$  átomos – 4 milhões de vezes mais do que os grãos de areia do deserto do Saara –, 65% são de hidrogênio, mas eles correspondem a só 11% do peso do seu corpo, porque são mais leves. Em segundo e terceiro lugar vêm o oxigênio ( $1,8 \times 10^{27}$ , ou 25%) e o carbono ( $0,7 \times 10^{27}$ , ou 10%). Os demais elementos aparecem em quantidades bem menores. Átomos diferentes têm tamanhos diferentes, mas o espírito da coisa se mantém. Toda a matéria que forma o seu corpo, ou seja, todos os prótons, nêutrons e elétrons dentro de você, caberiam num espaço menor que uma lasca de unha. O resto é vazio puro.

Isso leva a outra pergunta: se nós temos tanto vazio, então como é que pode sermos tão sólidos?

SUPERINTERESSANTE. Tudo sobre o nada: 4 grandes fatos a respeito do vazio.

Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/4-grandes-fatos-sobre-o-nada/>>. Acesso em: ago. 2018.

Refleta e responda

- Quando o texto fala em “espaços vazios”, há referência às conclusões experimentais de qual cientista? **Rutherford.**
- Discuta com os colegas o questionamento apresentado ao final do texto: “se nós temos tanto vazio, então como é que pode sermos tão sólidos?”. Reflita: se somos feitos de espaços vazios, como é possível que dois corpos não possam ocupar o mesmo lugar no espaço, ao mesmo tempo?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Aplique e registre

- Um átomo. Tanto a célula da pele quanto a bactéria, que é uma célula, são maiores que um átomo.

Os átomos são muito pequenos, invisíveis a olho nu. Atualmente existe um tipo especial de microscópio eletrônico, o de tunelamento, capaz de obter imagens de átomos. No entanto, o tamanho do átomo é tão minúsculo que precisamos compará-lo a outras coisas para ter alguma noção de suas dimensões. Analise o quadro ao lado, que compara dimensões, apresentando-as em centímetros.

Corpo	Tamanho (comprimento ou diâmetro)
Bactéria	0,0003 cm
Célula da pele humana	0,00003 cm
Grão de feijão	1,0 cm
Átomo de carbono	0,00000003 cm
Grão de sal	0,05 cm
Vírus	0,000013 cm

- O que é menor: uma célula ou um átomo de carbono?
- O que é maior: uma bactéria ou um vírus? **Uma bactéria.**
- O que é maior: um vírus ou um átomo de carbono? **Um vírus.**
- Faça no caderno um quadro semelhante a esse, colocando os corpos mencionados em ordem decrescente de tamanho. **Em ordem decrescente de tamanho: grão de feijão, grão de sal, bactéria, célula da pele humana, vírus, átomo.**
- Um átomo de hidrogênio tem um tamanho cerca de 200 milhões de vezes menor que uma moeda de 1 centavo, que mede perto de 2 cm de diâmetro. Imagine que o átomo de hidrogênio fosse um círculo achatado e tivesse o tamanho de uma moeda de 1 centavo. Nessa escala, de que tamanho seria a moeda?  **$2 \text{ cm} \times 200.000.000 = 400.000.000 \text{ cm}$ .**
- Converta a resposta da questão 5 para metros e, depois, para quilômetros. (Dica: 1 m = 100 cm; 1 km = 100.000 cm.)  **$4.000.000 \text{ m}$  e  $4.000 \text{ km}$  (aproximadamente a distância de Curitiba a Manaus). Isso significa que se um átomo tivesse o tamanho atual de uma moeda, a nova moeda teria o diâmetro próximo da distância Curitiba-Manaus.**

Orientações didáticas

Saiu na mídia

Refleta e responda

A atividade da seção incentiva a interpretação do texto juntamente com os conteúdos estudados, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI03]. Mesmo possuindo espaços vazios, os átomos são extremamente pequenos (na ordem de 0,1 nm), o que torna o espaço vazio de um átomo igualmente diminuto. Além disso, a matéria é composta de inúmeros átomos interagindo através de fenômenos elétricos, o que pode reduzir ainda mais esses espaços vazios, quando pensamos macroscopicamente. Dessa forma, o conjunto de átomos que forma o corpo humano o torna intransponível quando pensamos na sua transposição por objetos macroscópicos. Mas quando pensamos em termos submicroscópicos, em radiações como partículas gama ou raio X, por exemplo, que possuem comprimentos de onda da mesma ordem ou menores que o tamanho dos átomos (0,1 nm e 0,001 nm, respectivamente), é possível que ocorra penetração em nosso corpo, justamente pela presença dos espaços vazios.

Aplique e registre

As atividades propostas visam auxiliar os estudantes a compreender e comparar as diferentes dimensões de tamanhos, do nível macroscópico até o nível atômico. Se necessário, auxilie os estudantes com os cálculos. Como subsídio para discutir as perguntas propostas, sugerimos o conteúdo do *Conheça também* desta página.

Conheça também

A escala do Universo

A escala do Universo (título em inglês: *The Scale of the Universe*) é uma animação interativa que permite navegar por várias ordens de grandeza de tamanho de objetos no Universo.

Disponível em: <<http://htwins.net/scale2/>>. Acesso em: out. 2018.

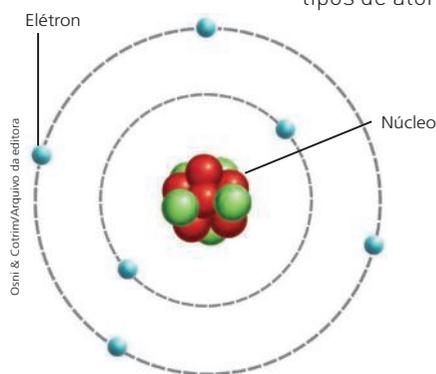
Quando a animação de *Conheça também* estiver totalmente carregada, o cursor estará centrado na ordem de grandeza do tamanho de um homem (ou seja, em  $10^0 \text{ m}$ ). Arraste o cursor para a direita ou a esquerda: as mais diversas ordens de grandeza são representadas por objetos típicos, desde tão pequenos quanto o comprimento de Planck ( $10^{-35} \text{ m}$ ) até o tamanho do Universo observável ( $10^{27} \text{ m}$ ). Essa animação resume toda a história de mensuração do ser humano: entre  $10^{-35} \text{ m}$  e  $10^{27} \text{ m}$ , temos um intervalo espantoso de  $10^{62}$  metros, ou 62 ordens de grandeza. É possível clicar sobre os objetos que aparecem na tela e saber mais sobre eles.

De acordo com a animação, por exemplo, uma célula da pele tem dimensão da ordem de  $10^{-5} \text{ m}$ , o vírus HIV tem dimensão da ordem de  $10^{-7} \text{ m}$  e um átomo tem dimensão da ordem de grandeza de  $10^{-10} \text{ m}$ , ou 1 Å.

## Orientações didáticas

Como forma de introduzir o estudo dos elementos químicos, é possível questionar os estudantes sobre quais elementos eles já conhecem ou se lembram de ter estudado. Por exemplo, é provável que eles mencionem oxigênio, carbono e nitrogênio, elementos já vistos quando estudamos os gases componentes da atmosfera. Além disso, metais como ouro, prata e cobre também podem ser mencionados. Como estratégia didática, é interessante utilizar os exemplos apontados como forma de articular conteúdos já aprendidos com o estudo dos elementos químicos em andamento. Possivelmente algumas respostas fornecidas podem incluir compostos químicos ou outras moléculas. Nesse caso, aproveite a oportunidade para caracterizar os elementos químicos com os estudantes, incentivando a reformulação das respostas. Confira a sugestão de *Leitura complementar* a seguir para aprofundar o estudo do tema.

Ao apresentar exemplos de elementos químicos, como aqueles indicados na tabela, ressalte a importância do símbolo para identificação dos elementos, pois facilita a representação deles em diferentes situações, como em equações químicas.



Representação esquemática simplificada de um átomo de carbono. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Um modelo atômico muito utilizado para fins didáticos é o que une as proposições de Rutherford e Bohr e, por isso, é conhecido como modelo de Rutherford-Bohr; entretanto, é importante lembrar que os cientistas não trabalharam conjuntamente e não propuseram esse modelo. Nele, o núcleo do átomo é composto de nêutrons e prótons, que têm ao seu redor os elétrons dispostos em diferentes níveis de energia. Existem diferentes tipos de átomos, sendo que cada tipo pode ser caracterizado pelo número de prótons e elétrons que contém. Os exemplos dos átomos de hidrogênio e de carbono ilustram isso. O número de prótons é igual ao número de elétrons, o que torna os átomos eletricamente neutros, pois a carga elétrica dos elétrons, que é negativa, equilibra-se com a carga elétrica dos prótons, que é positiva.

O nome dado a uma espécie ou a todos os átomos com o mesmo número de prótons no núcleo atômico é **elemento químico**. Todo elemento químico tem um nome e é identificado por um símbolo formado por uma ou duas letras retiradas do seu nome em latim. Veja alguns exemplos:

Nome do elemento em português	Nome latino	Símbolo
Hidrogênio	<i>Hydrogenium</i>	H
Hélio	<i>Helium</i>	He
Mercúrio	<i>Hydrargyrum</i>	Hg
Oxigênio	<i>Oxygenium</i>	O
Carbono	<i>Carbonium</i>	C
Cálcio	<i>Calcium</i>	Ca
Cloro	<i>Clorum</i>	Cl
Nitrogênio	<i>Nitrogenium</i>	N
Sódio	<i>Natrium</i>	Na
Potássio	<i>Kalium</i>	K
Prata	<i>Argentum</i>	Ag
Ouro	<i>Aurum</i>	Au
Chumbo	<i>Plumbum</i>	Pb
Enxofre	<i>Sulphur</i>	S

Como você pode notar no quadro, um símbolo tem duas letras quando há mais de um elemento cujo nome em latim tem a mesma inicial. É o caso dos símbolos que começam com a letra C: Carbono (C); Cálcio (Ca); Cloro (Cl), Crômio (Cr); Cério (Ce); Césio (Cs); Cobre (Cu), Cobalto (Co).

A partir dos modelos atômicos e da compreensão de que os elétrons estão dispostos em níveis de energia, foi possível postular que, se fornecermos energia a um átomo, o elétron de um nível de energia menor é transferido para níveis energéticos maiores, que são mais externos. Ao retornar ao nível original, o elétron libera a energia sob a forma de luz visível. Essa explicação pode ser verificada no chamado teste da chama.

182

### Leitura complementar

[...] Embora os conceitos de elemento e átomo tenham sido introduzidos pelos gregos, não coube a eles a associação desses conceitos; este foi um mérito da Química moderna e do processo interativo teoria e prática, ideias e técnicas que permanentemente se modificam e se influenciam mutuamente.

Os avanços na Química Teórica do século XIX e a sua aproximação da Física permitiram que outros critérios passassem a ser utilizados para se distinguir um elemen-

to químico, tais como a valência e o peso atômico (atualmente massa atômica relativa). Tais critérios foram fundamentais para a identificação de grande número de elementos químicos e possibilitaram a organização dos mesmos em diversos sistemas de classificação e o relacionamento das propriedades dos elementos com os seus pesos atômicos. [...]

OKI, Maria da Conceição Marinho. O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, n. 16, nov. 2002. Disponível em: <[http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc16/v16\\_A06.pdf](http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf)>. Acesso em: out.2018.

Em uma das extremidades de um fio de platina, dotada de uma pequena alça, colocamos um pouco de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e levamos a uma chama. Observamos que a chama passa de azul-claro para amarelo forte.

Ao repetirmos o experimento com outros compostos de sódio, observamos a mesma cor amarela. Isso ocorre porque a cor amarela advém do elemento químico sódio.

O teste da chama realizado com outros elementos faz com que surjam outras cores, que você pode ver no quadro seguinte.

Elemento	Cor
Sódio	Amarelo
Potássio	Violeta
Estrôncio	Vermelho
Cálcio	Laranja
Cobre	Verde

As cores dos fogos de artifício podem ser explicadas por esse postulado. Quando são aquecidos, os elementos dos compostos dos fogos de artifícios têm seus elétrons excitados, que, dessa forma, pulam para níveis energéticos maiores. Ao retornarem para os níveis energéticos de origem, os elétrons emitem luz de acordo com o elemento do qual fazem parte. Se o composto tiver o elemento cobre, a luz será verde. Se contiver potássio, a luz será violeta. Observe esse e outros exemplos na imagem ao lado.

Fotografia de teste de chama com os metais sódio, potássio, estrôncio, cálcio e cobre. **Atenção:** esse experimento só deve ser realizado por profissionais capacitados, como o professor. Não tente realizá-lo sozinho, pois correrá sério risco de sofrer acidentes, como queimaduras.

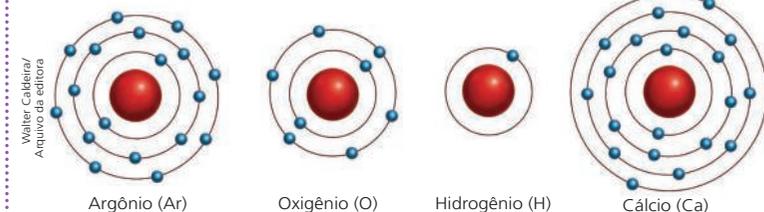


Zem Llew/Shutterstock

## Aplique e registre

Não escreva no livro

- Dê o nome dos modelos atômicos na sequência cronológica em que foram aceitos pela comunidade científica.
- O esquema abaixo representa a distribuição eletrônica de quatro átomos: argônio (Ar), oxigênio (O), hidrogênio (H) e cálcio (Ca). **1. Modelo de Dalton, modelo de Thomson e modelo de Rutherford aprimorado por Bohr, respectivamente.**



- Quantos níveis de energia são utilizados pelos elétrons do átomo de cálcio? **Quatro.**
- Dos quatro átomos representados, qual tem maior número de elétrons? **Cálcio (20).**
- Qual átomo tem apenas uma camada ocupada por elétron? **Hidrogênio.**

Representação esquemática da distribuição eletrônica dos átomos de argônio, oxigênio, hidrogênio e cálcio, em que cada linha circular representa um nível de energia, ou uma camada da eletrosfera, segundo modelo de Rutherford-Bohr. Os núcleos de todos os átomos foram representados exclusivamente para identificar sua localização. Elementos em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Capítulo 8 Os átomos e as reações químicas

Unidade 3 Matéria e energia

## Orientações didáticas

Em relação ao teste de chamas, sugerimos o vídeo indicado no *Conheça também* a seguir como uma forma de observar o fenômeno.

### Conheça também

#### Confirmações do modelo atômico de Bohr

O teste de chama e os fogos de artifício são duas confirmações do modelo de Bohr. Veja a demonstração no vídeo *Experimentos de Química* elaborado pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP).

Disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=VK-mzVXPYRE](http://www.youtube.com/watch?v=VK-mzVXPYRE)>. Acesso em: out. 2018.

## Aplique e registre

As atividades foram propostas com o objetivo de auxiliar os estudantes na sistematização dos conteúdos estudados, combinando elementos químicos, aspectos históricos e representação gráfica. Desse modo, há também oportunidade para desenvolver a habilidade (EF09CI03). Para ampliar a situação de aprendizagem, sugira aos estudantes que pesquisem a respeito de outros elementos e conheçam sua distribuição eletrônica. É provável que eles percebam as regularidades na posição dos elementos na tabela periódica com relação à distribuição eletrônica. Se necessário, oriente-os no reconhecimento dessa relação.

## Orientações didáticas

O modelo quântico do átomo foi precedido pelo modelo de Arnold Sommerfeld [1868-1951], que refinou o modelo de Bohr ao admitir regiões na eletrosfera conhecidas como subníveis de energia.

Até o modelo de Bohr, a matéria era descrita de maneira determinística, ou seja, conhecidas as condições iniciais (tamanho do núcleo, número de elétrons), havia um único modo de descrever o estado final, ou seja, o comportamento do átomo e de suas subpartículas.

A partir do modelo de Sommerfeld, passou-se a descrever o movimento dos elétrons não em termos de suas trajetórias e energias, mas em probabilidades de ocupação de certos estados. Além disso, há estados energéticos que não se verificam: os elétrons só podem apresentar energias cujos valores são múltiplos de um valor chamado energia do estado fundamental, e daí o termo quântico, porque a energia de um elétron (ou qualquer outro sistema) não assume qualquer valor: ela é quantizada.

O princípio da incerteza de Heisenberg afirma que é impossível determinar simultaneamente a posição e a velocidade de um elétron. Outra maneira de entender esse princípio é constatar que não temos como realizar qualquer medida do elétron sem interferir no seu estado.

## O princípio da incerteza de Heisenberg

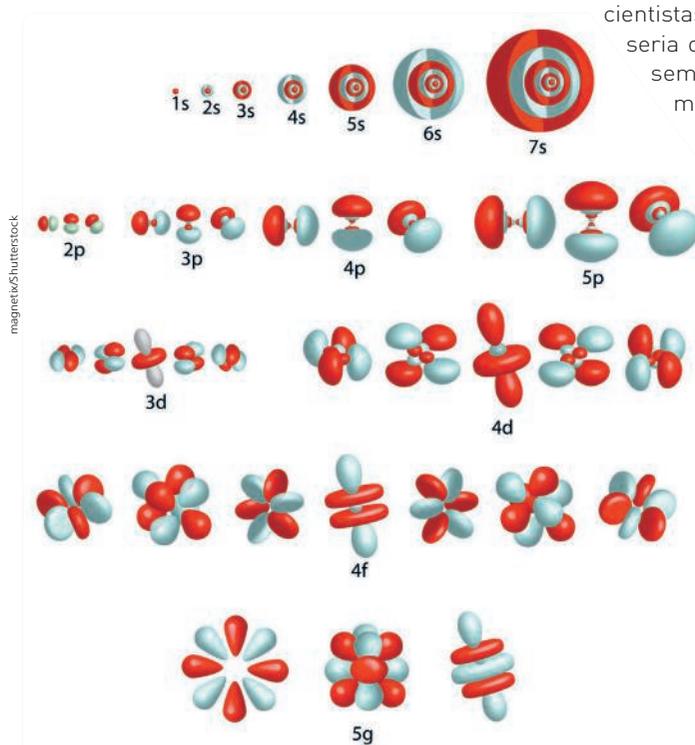
Em 1927, o físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) considerou, com base em modelos matemáticos, que, para um determinado valor de energia, é improvável saber a trajetória dos elétrons nos átomos. Análogamente, se conhecermos a trajetória de um elétron, não temos como determinar a sua energia. Com isso, a proposta das trajetórias circulares de Bohr não pode ser comprovada. Esse é, em essência, o **princípio da incerteza** proposto por Heisenberg. Os estudos atuais concentram-se nessas ideias. Assim, atualmente, não se aceita mais que os elétrons se movimentem exatamente em uma órbita, mas sim em uma região próxima ao núcleo, denominada **orbital**.

Os elétrons movimentam-se por todo o orbital, passando, porém, um maior número de vezes em determinadas regiões. Como a velocidade dos elétrons é muito grande, eles passam quase ao mesmo tempo por diversas regiões do orbital, razão pela qual os orbitais são representados por nuvens de carga negativa.

A noção de um orbital representado por uma nuvem pode ser bem entendida se compararmos um elétron a um jogador de futebol e o orbital a um campo. O jogador pode percorrer todo o campo, mas, dependendo da posição em que joga, passa mais por alguns lugares do que por outros. Se esse jogador marcasse com tinta todos os lugares por onde passa, todo o campo ficaria colorido, mas algumas áreas ficariam com mais tinta do que outras.

Com os elétrons acontece mais ou menos a mesma coisa: eles formam “nuvens” enquanto se deslocam no orbital. Essa nuvem é mais concentrada nos pontos por onde eles passam com mais frequência.

Para auxiliar na compreensão dos orbitais, cientistas criaram representações de como seria o formato dessas nuvens caso pudéssemos enxergá-las. A ilustração ao lado mostra algumas dessas representações, nas quais o núcleo corresponde à região central do conjunto de orbitais. É importante lembrar que os orbitais não são visíveis e que todos os desenhos contidos na ilustração são modelos de como eles poderiam ser caso fossem visíveis.



Representação esquemática dos diferentes orbitais atômicos já propostos pelo modelo atômico atual. A utilização de duas cores (branco e vermelho) tem como objetivo, apenas, facilitar a visualização de cada parte do orbital. A região central entre orbitais, representada como um espaço vazio, corresponde à região do núcleo: como os elétrons não podem ocupar essa região, ela não é representada. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### 3 Identificação e classificação dos átomos

Os átomos podem ser identificados pelo seu número de prótons e classificados de acordo com seu número de prótons e nêutrons. A seguir, vamos estudar algumas classificações possíveis.

#### ● Número atômico e número de massa

O número de prótons permanece constante em qualquer situação, até mesmo durante as reações químicas, e ele é quem define as características de um átomo em relação a outro. O número de prótons existentes no núcleo de um átomo é chamado **número atômico** e é representado pela letra **Z**. Por meio dele, podemos diferenciar um elemento do outro: todos os átomos que têm o mesmo número atômico pertencem ao mesmo elemento químico. O número atômico do hidrogênio é 1, e o número atômico do carbono é 6, por exemplo.

Quando se pretende informar o número atômico (Z) na notação de representação de um átomo, escreve-se esse número na parte inferior e do lado esquerdo do símbolo. Por exemplo:

${}_6\text{C}$ : o carbono tem número atômico 6;

${}_{17}\text{Cl}$ : o cloro tem número atômico 17.

A massa de um átomo está concentrada em seu núcleo, no qual estão os prótons e os nêutrons. A soma do número de prótons com o de nêutrons corresponde ao **número de massa** daquele átomo. Esse número é representado pela letra **A**.

Na definição do número de massa não se consideram os elétrons, pois a massa deles é desprezível; a massa de um elétron é quase 2 mil vezes menor que a de um próton ou a de um nêutron, que são aproximadamente iguais entre si. Assim, pode-se considerar que a massa do átomo todo seja a massa do núcleo, no qual se localizam os prótons e os nêutrons.

Podemos indicar, ao mesmo tempo, o número atômico e o número de massa na notação de representação de um átomo. Por exemplo, vamos considerar o átomo de cloro, que tem número atômico 17 e número de massa 35:

- escreve-se o símbolo:  $\text{Cl}$ ;
- escreve-se o número atômico (Z) na parte inferior e esquerda do símbolo:  ${}_{17}\text{Cl}$ ;
- escreve-se o número de massa (A) na parte superior do símbolo, à direita ou à esquerda:  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$  ou  ${}^{35}\text{Cl}_{17}$ .

#### ● Isótopos

Na natureza, no entanto, enquanto o número de prótons de um elemento químico não varia, há variação no número de nêutrons no núcleo. Os átomos de um mesmo elemento químico que têm números de massa diferentes são chamados **isótopos**, e a ocorrência desse fenômeno se chama **isotopia**.

Os isótopos do hidrogênio recebem nomes especiais.

#### ■ Orientações didáticas

Alguns estudantes podem eventualmente associar o número atômico ao número de elétrons da espécie, quando falamos de um átomo neutro. Apesar de essa associação dar o valor correto do número atômico, não é adequada, uma vez que nem todas as espécies de mesmo número atômico apresentam o mesmo número de elétrons. Por exemplo: tanto o átomo neutro do sódio quanto o seu cátion monovalente  $\text{Na}^+$  têm número atômico igual a 11, apesar de este último ter 10 elétrons.

Também é prudente evitar a associação de número de massa com a massa do átomo: o primeiro é uma contagem das partículas do átomo com massa relevante (um próton pesa o mesmo que 1837 elétrons), enquanto o último é uma média ponderada de todas as espécies que formam o elemento químico, considerando sua abundância.

## Orientações didáticas

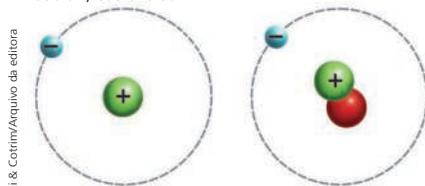
Elementos químicos apresentam isótopos estáveis e isótopos radioativos. Isótopos radioativos podem ter duas utilidades para atividades humanas: como traçadores ou como fontes de energia. São usados na medicina, engenharia, indústria, agricultura, arqueologia. Se houver interesse dos estudantes, conduza uma pesquisa sobre usos dos radioisótopos nas diversas frentes. Confira a sugestão do *Conheça também* abaixo para exemplificar esse assunto.

### Aplique e registre

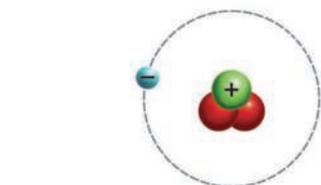
As atividades visam auxiliar os estudantes na aplicação dos conteúdos estudados. Se necessário, ressalte novamente a importância do número atômico na identificação de um elemento químico. Além disso, é interessante conversar sobre a diversidade de isótopos, contribuindo para desenvolver os assuntos discutidos na página.

Como se pode notar, os isótopos são representados pelo seu número de massa, escrito na parte superior do símbolo, à esquerda ou à direita. Podem ser representados também com o número de massa ao lado de seu símbolo, separados por hífen.

Hidrogênio – número de massa 1, pois não tem nêutron; escreve-se  ${}^1\text{H}$



Deutério – hidrogênio com número de massa 2, pois tem um nêutron; escreve-se  ${}^2\text{H}$



Trítio – hidrogênio com número de massa 3, pois tem dois nêutrons; escreve-se  ${}^3\text{H}$

Representação esquemática dos isótopos do hidrogênio. Os elétrons estão representados em azul, os prótons em verde e os nêutrons em vermelho. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- O átomo de hidrogênio tem em seu núcleo 1 próton, mas nenhum nêutron; o de deutério tem 1 próton e 1 nêutron; o de trítio tem 1 próton e 2 nêutrons. Esses três átomos pertencem ao mesmo elemento químico ou a elementos químicos diferentes?  
*Ao mesmo elemento químico, pois todos têm o mesmo número atômico, que é o número de prótons.*
- Justifique esta afirmativa: "As propriedades químicas são as mesmas para todos os isótopos de um elemento químico".  
*As propriedades químicas dependem do número atômico, e os isótopos têm o mesmo número atômico.*

## Quem já ouviu falar em...

### ... carbono-14?

Um caso conhecido de isotopia é o do carbono-14, usado para determinar a data de rochas, artefatos ou fósseis. Na natureza, o carbono é encontrado em pelo menos duas formas, o carbono-12 e o carbono-14, sendo que este tem dois nêutrons a mais no núcleo do que o primeiro.

O que possibilita que o carbono-14 seja usado na datação é o fato de que ele se transforma em carbono-12 em uma taxa constante. A cada 5700 anos, metade do carbono-14 que existia se transforma em carbono-12. O quadro ao lado indica como se comportaria uma massa de 1 grama de carbono-14 ao longo dos anos.

Massa original de ${}^{14}\text{C}$ restante	Número de anos
1 g	0
$\frac{1}{2}$ g	5700
$\frac{1}{4}$ g	11400
$\frac{1}{8}$ g	17100

### Conheça também

#### Datação isotópica – como ler os relógios nucleares

Indicamos um conjunto de oito textos elaborados pela Seara da Ciência, órgão de divulgação científica e tecnológica da Universidade Federal do Ceará. Os textos, de leitura fácil e prazerosa, contam como os isótopos radioativos são usados para medir o tempo e como nos possibilitam estimar a idade da Terra, das tumbas dos faraós e de seres que passaram por aqui há muitos e muitos séculos. Essas aplicações são exemplos do uso da Física nuclear.

Disponível em: <[www.seara.ufc.br/donafifi/datacao/datacao.htm](http://www.seara.ufc.br/donafifi/datacao/datacao.htm)>. Acesso em: out. 2018.

## Aplique e registre

Não escreva no livro

Com base no quadro da página anterior, responda:

1. Quanto resta da amostra original após 5 700 anos? **Resta metade da amostra original (ou 0,5 g).**
2. Quantos anos se passarão até que a amostra se reduza a  $\frac{1}{8}$  da amostra original? **17 100 anos.**
3. Quanto restará da amostra original após 22 800 anos? **Restará  $\frac{1}{16}$  da amostra original (ou 0,0625 g).**
4. Quanto tempo será preciso passar para que a amostra chegue a  $\frac{1}{32}$  da amostra original? **28 500 anos (17 100 + 5 700 + 5 700).**

## Massa atômica

Como a **massa atômica** (massa de um átomo) depende quase exclusivamente das massas dos prótons e dos nêutrons e como o número de prótons varia de um elemento químico para outro, a massa atômica também varia.

Para a determinação da massa atômica, foi escolhido o átomo de carbono como padrão, para ser comparado com a massa dos outros átomos. Foi atribuído ao átomo de carbono o valor 12,0 para a massa atômica. Assim, a massa de qualquer átomo é obtida por comparação com a massa do átomo de carbono. Por exemplo, a massa atômica do magnésio (Mg) é 24, pois a massa de um átomo de magnésio é, aproximadamente, o dobro da massa do átomo de carbono.

A massa atômica difere do número de massa porque é baseada na média ponderada das massas dos isótopos de determinado elemento. Por esse motivo, nas tabelas periódicas, são usados alguns números não inteiros.

## 4 Substâncias químicas

Quando Dalton propôs sua teoria atômica eram conhecidos poucos tipos de átomos, ou seja, poucos elementos químicos. Atualmente, conhece-se pouco mais de cem elementos químicos diferentes e eles podem formar milhões de **moléculas** ou de **compostos iônicos** diferentes.

Como cada molécula ou composto iônico corresponde a uma substância, as substâncias podem ser formadas por átomos de um mesmo elemento ou por átomos de mais de um tipo de elemento. Existem, portanto, dois tipos de substâncias:

- **substâncias simples:** formadas por átomos de um só tipo de elemento químico, como o gás oxigênio ( $O_2$ ) e o gás hidrogênio ( $H_2$ );
- **substâncias compostas:** formadas por mais de um tipo de elemento, como a água ( $H_2O$ ), formada por dois átomos do elemento hidrogênio e um átomo de oxigênio, e o carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), formado por um átomo de cálcio, um de carbono e três de oxigênio.

É importante lembrarmos que as misturas, estudadas no volume 6, são formadas quando diferentes substâncias, simples ou compostas, formam um material. O ar atmosférico, por exemplo, é uma mistura de gases que são substâncias simples, como os gases oxigênio ( $O_2$ ) e nitrogênio ( $N_2$ ), e de gases que são substâncias compostas, como o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), entre outros.

O carbonato de cálcio é o principal componente da concha de moluscos.



little birdie/Shutterstock

187

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

O carbono-14 é criado na alta atmosfera. Nêutrons oriundos de raios cósmicos colidem com átomos de nitrogênio-14 (com sete prótons e sete nêutrons); na colisão, há formação de carbono-14 (seis prótons e oito nêutrons) e um átomo de hidrogênio (um próton e nenhum nêutron).

Como a meia-vida do carbono-14 é de 5 700 anos, ela só é confiável para datar objetos de até 60 mil anos. No entanto, o princípio usado na datação por carbono-14 também se aplica a outros isótopos. Para datar rochas, os isótopos mais convenientes são os de meias-vidas mais longas.

O potássio-40 é outro elemento radioativo encontrado naturalmente e tem meia-vida de 1,3 bilhão de anos. Além dele, outros radioisótopos úteis para a datação radioativa incluem o urânio-235 (meia-vida = 704 milhões de anos), o urânio-238 (meia-vida = 4,5 bilhões de anos), o tório-232 (meia-vida = 14 bilhões de anos) e o rubídio-87 (meia-vida = 49 bilhões de anos).

### Atividade extra

É importante que os estudantes diferenciem claramente mistura, substância simples e substância composta dos conceitos já trabalhados sobre elementos químicos. Para isso, sugerimos uma leitura do texto da revista *Mundo Estranho* intitulado "Quais são as 'mais de 4,7 mil substâncias tóxicas' no cigarro?", disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quais-sao-as-mais-de-47-mil-substancias-toxicas-no-cigarro/>>. Acesso em: out. 2018.

Após a leitura, peça aos estudantes que separem os termos relacionados a elementos químicos, os que se referem a misturas e os que se referem a substâncias. No caso das substâncias, peça que pesquisem as fórmulas e que relacionem os elementos químicos participantes. Esse trabalho auxilia na sistematização do conhecimento e deve contribuir para esclarecer dúvidas. Além disso, é interessante que os estudantes reconheçam que muitas substâncias podem ser feitas a partir de poucos elementos químicos.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

O objetivo das atividades é trabalhar a compreensão dos conceitos e as relações elemento-átomo e molécula-substância, contribuindo com o desenvolvimento da habilidade (EF09CI03). Para isso, pergunte se a massa atômica é característica do átomo ou do elemento químico. Do mesmo modo, pergunte se temperatura de ebulição ou densidade são características de moléculas ou de substâncias.

Confira a sugestão de *Leitura complementar* abaixo, que poderá apoiar a conversa sobre moléculas, ligações e fórmulas químicas.

### Aplique e registre

1. Substância composta, pois suas moléculas são formadas por mais de um tipo de átomo. A fórmula química do etanol é  $C_2H_5OH$ .

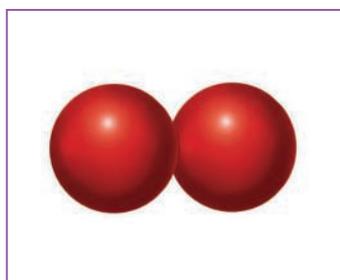


- Se decomposermos uma molécula do etanol, vamos obter os seguintes átomos: 2 de carbono, 6 de hidrogênio e 1 de oxigênio. Com base nessa informação, você diria que o etanol é uma substância simples, uma substância composta ou uma mistura?
- A decomposição de uma molécula da substância cloro resulta em 2 átomos do elemento químico cloro. Assim, que tipo de substância é o cloro: simples ou composta?  
Simples, pois é formada por um só tipo de elemento químico.
- Um átomo do elemento químico cloro pode associar-se a um átomo do elemento sódio e formar o cloreto de sódio, mais conhecido como sal comum de cozinha. O sal de cozinha é, então, uma mistura, uma substância simples ou uma substância composta?

3. Uma substância composta, pois é formada por dois tipos de elemento. Não se trata de mistura, pois o cloro e o sódio deixam de existir como substâncias isoladas, passando a formar uma única, o cloreto de sódio.

Chamamos de **moléculas** todo composto químico formado por, pelo menos, uma **ligação covalente**, que ocorre quando átomos se unem pelo compartilhamento de elétrons. Esse é o caso da água: uma molécula de água é composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, os quais se unem, compartilhando elétrons.

Observe a representação de três tipos de moléculas: gás oxigênio, gás hidrogênio e água.

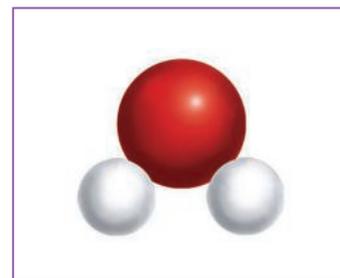


Representação da molécula de oxigênio ( $O_2$ ).

Representações esquemáticas de moléculas usando o modelo atômico de Dalton: esferas diferentes para cada tipo de átomo. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Representação da molécula de hidrogênio ( $H_2$ ).



Representação da molécula de água ( $H_2O$ ).

Ilustrações: Osni & Corrêa/Arquivo da editora

A representação da composição química de uma substância é a **fórmula química**. No caso da água, a fórmula química é  $H_2O$ . Na fórmula química se informa a quantidade de átomos de cada elemento químico na molécula. O número de átomos é indicado por um **índice** colocado ao lado inferior direito do símbolo do elemento químico; quando esse número é 1, não é feita nenhuma indicação.

O **composto iônico** é aquele formado por, pelo menos, uma **ligação iônica**, ou seja, a união de íons. Quando os átomos perdem ou recebem elétrons, deixam de ser neutros e tornam-se partículas com carga elétrica. Nesse caso, recebem o nome de **íon**, que deriva do grego *ion*, que significa "aquele que vai" (viajante). Quando um átomo eletronicamente neutro perde elétron, torna-se positivo; quando ganha, torna-se negativo.

### Leitura complementar

A descoberta do elétron abriu imensas possibilidades para a química. E provocou, de imediato, especulações sobre a estrutura do átomo, problema que levaria algumas décadas para ser resolvido. Um modelo adequado para a estrutura atômica resultou na possibilidade de se tratar a estrutura molecular como imagem de um objeto real. As fórmulas, que antes representavam simplesmente a proporção com que os elementos se combinavam para formar a substância, passaram a ser objeto de investigação por métodos espectroscópicos. A elucidação de estruturas moleculares passou a ser uma rotina na investigação química. [...]

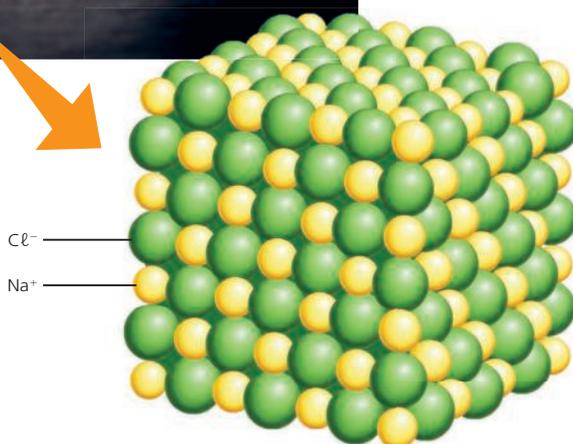
Para Dalton, um átomo de hidrogênio combinava-se com um átomo de oxigênio para formar a molécula de água – que teria a fórmula  $HO$ . Gay-Lussac, seguindo os trabalhos de Cavendish e Priestley, verificou que na formação da água dois volumes de hidrogênio combinam-se com um volume de oxigênio. Logo após a publicação desses resultados por Gay-Lussac, em 1808, Berzelius sugeriu a fórmula  $H_2O$  para a água. A ideia de fórmula química surgiu, portanto, como uma forma de expressar as quantidades das substâncias elementares que se combinam.

Os íons de carga elétrica positiva são denominados **cátions**; os íons de carga elétrica negativa são denominados **ânions**.

O sal de cozinha, que é formado pela atração de um íon sódio ( $\text{Na}^+$ ) e um íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), é um exemplo de composto iônico. O átomo de sódio tem a tendência de formar um íon positivo, ou seja, um cátion, representado por  $\text{Na}^+$ . O cloro tem a tendência de formar um íon negativo ou ânion, representado por  $\text{Cl}^-$ . Sendo íons de cargas elétricas diferentes, atraem-se e dão origem a retículos cristalinos, em nível submicroscópico. Esses retículos correspondem a conjuntos de íons organizados em formas geométricas bem definidas. Veja o retículo do cloreto de sódio, o sal de cozinha, cuja fórmula química é  $\text{NaCl}$ .



Acima, fotografia de cristais de cloreto de sódio (sal de cozinha). Ao lado, representação esquemática do retículo cristalino do cloreto de sódio. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Assim organizados, os compostos iônicos são sólidos em condições normais de temperatura ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ ) e pressão (1 atm). Muitos deles, como o sal de cozinha, são solúveis em água. Ao se dissolverem na água, os íons se separam e, nesta situação, ficam livres para se deslocar, sendo capazes de conduzir corrente elétrica. A água não é boa condutora de corrente, mas, dissolvendo-se sal de cozinha, por exemplo, passa a conduzir eletricidade.

Alguns grupos de átomos podem se comportar como íons, sendo considerados íons compostos. Por exemplo, 1 átomo de nitrogênio e 3 de oxigênio formam o íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que é um ânion por ter carga negativa.

A partir da segunda metade do século XIX, os químicos começaram a usar as fórmulas como uma representação espacial da molécula, que poderia explicar várias propriedades das substâncias. As fórmulas químicas passavam a representar não só as quantidades combinadas, mas também a realidade molecular, permitindo antever como os átomos que constituíam a molécula estavam distribuídos no espaço e de que forma se ligavam uns aos outros. [...]

A ligação química passa a representar uma interação de natureza eletromagnética que ocorre entre os núcleos (carregados positivamente) e as eletrosferas (carregadas negativamente) de átomos vizi-

nhos. O “tracinho” com que ligamos os átomos de hidrogênio e oxigênio na fórmula da água representa na verdade uma região do espaço ocupada por elétrons que estão sendo atraídos pelos dois núcleos vizinhos (o do oxigênio e o do hidrogênio). Ele não tem a realidade física de um elo material, apenas representa uma interação ou força elétrica que tem uma direção preferencial. [...]

MORTIMER, Eduardo Fleury.  $\text{H}_2\text{O} = \text{Água?}$  O significado das fórmulas químicas. *Química Nova na Escola*, n. 3, maio 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/conceito.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Se possível, use massa de modelar como recurso didático e peça que os estudantes construam o retículo cristalino do cloreto de sódio. Chame a atenção para o fato de que o íon de cloro é maior que o íon de sódio. Pergunte aos estudantes quais devem ser as temperaturas de fusão e de ebulição do  $\text{NaCl}$ . Devido às intensas forças entre os íons, as temperaturas de fusão e de ebulição dos sais como o  $\text{NaCl}$  são, em geral, altas: respectivamente iguais a  $801\text{ }^\circ\text{C}$  e  $1413\text{ }^\circ\text{C}$ .

## Orientações didáticas

Retome as evidências macroscópicas de transformação química em um sistema: mudança de coloração, formação de gases, formação de composto insolúvel, liberação ou absorção de calor. Essas evidências foram estudadas no volume do 6º ano, de modo que é interessante incentivar os estudantes a mencionar exemplos de reações e como podemos reconhecer sua ocorrência. Para auxiliar a conversa, proponha inicialmente que pense na reação de queima do papel sobre um pires. Lembre com os estudantes os reagentes obrigatórios na combustão: o combustível (papel) e o comburente (oxigênio). A respeito dessa transformação, pergunte:

- Quais são as evidências de que houve uma transformação química? (Por exemplo, o papel se transforma em fuligem; a temperatura do conjunto aumenta bastante).
- Por que o produto da queima do papel parece pesar menos do que os reagentes iniciais? (Eles deverão se lembrar dos gases resultantes da combustão, nesse caso o gás carbônico, que escapa do sistema).

## 5 Reações químicas

Como já discutimos no volume 6, nas reações químicas temos os reagentes e os produtos. Os reagentes são as substâncias iniciais que, na reação química, se transformam em outras substâncias, os produtos.

Para podermos entender melhor as reações químicas, vamos conhecer como foram elaboradas historicamente as leis que regem todas as reações. Entre elas, discutiremos três: a lei da conservação das massas ou lei de Lavoisier, a lei das proporções constantes ou lei de Proust, e a lei das proporções múltiplas ou lei de Dalton. As duas primeiras foram elaboradas ainda antes da teoria atômica de Dalton e a última foi proposta por Dalton, com base em sua teoria, e pode explicar melhor as duas leis anteriores.

### Lei da conservação das massas ou lei de Lavoisier

Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), químico francês, foi um dos mais importantes cientistas do século XVIII e muitos consideram suas contribuições como o grande marco do início da Química. Uma das mais importantes contribuições de Lavoisier foi a **lei da conservação das massas** que passaremos a explicar.

Essa lei foi enunciada após inúmeros experimentos envolvendo reações de combustão, mas não se sabia à época, que um dos reagentes na combustão era o gás oxigênio. Lavoisier sabia, no entanto, que havia um gás importante na combustão. Quando se queima algum material, como o papel, o produto fica, aparentemente, com menor massa após a reação, dando a impressão de que houve perda de matéria. Visando entender esse processo, ele realizou experimentos de combustão em recipientes fechados, de modo a manter isolado do ambiente externo qualquer fator que pudesse interferir na reação.

Entre os instrumentos que Lavoisier usava em seus experimentos, a balança fazia parte de suas análises e, a partir de então, é até hoje um instrumento fundamental nos laboratórios químicos. A balança usada por Lavoisier era, para a época, o instrumento mais preciso de medida de massa.



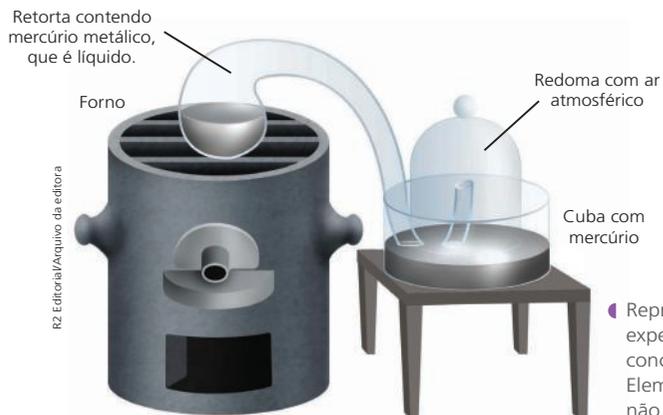
190

Balança de Lavoisier (1775), instrumento fundamental para que o químico compreendesse que a massa da matéria não é perdida após uma reação química, em um sistema fechado.

Em seus experimentos com recipientes fechados, Lavoisier primeiro determinava a massa do recipiente vazio e depois a massa do recipiente com as substâncias que estava usando na reação química. A massa da substância era sabida pela diferença entre as medidas do recipiente vazio e do cheio.

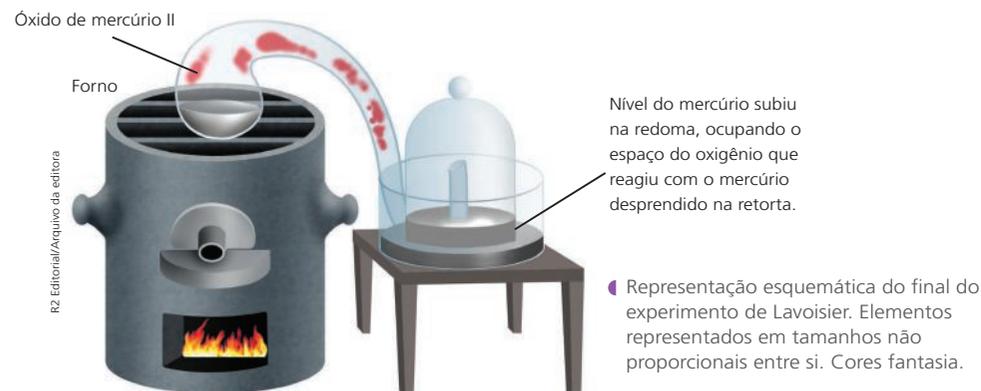
Na montagem de seus experimentos, usava um tipo de vaso de gargalo estreito, longo e curvo, chamado retorta, cujo tubo entrava em contato com uma redoma de vidro dentro de uma cuba. A energia térmica para a reação de combustão era fornecida por um forno.

Vamos analisar uma das reações que Lavoisier realizou: a combustão do mercúrio. Ele colocou mercúrio na retorta e na cuba. O mercúrio colocado na cuba não participa da reação e foi usado para avaliar alterações no volume de ar da redoma.



Representação esquemática do experimento de Lavoisier que o levou a concluir a existência de oxigênio no ar. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Ao aquecer o mercúrio na retorta, ele notou redução no volume de ar da redoma, pois o mercúrio da cuba subiu, ocupando o espaço deixado pelo volume do ar que estava presente dentro da redoma. Lavoisier notou, também, o aparecimento de uma substância de cor vermelha, que só poderia ter sido formada da reação entre o mercúrio da retorta com algum componente do ar que estava na redoma. Hoje se sabe que esse gás é o oxigênio e que o produto formado é o óxido de mercúrio.



Representação esquemática do final do experimento de Lavoisier. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Gravura de Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) em seu laboratório, com a montagem experimental que ele usou na compreensão da composição dos materiais e das reações químicas.

## Orientações didáticas

Proponha agora que os estudantes analisem a reação de queima do mercúrio dentro da retorta, e questione:

- Para que serve o mercúrio na redoma, se ele não será queimado? (A redoma com mercúrio é um medidor de pressão, está aí para determinar se vai haver variação de gases no sistema).
- Quais são as evidências de que houve uma transformação química? (Por exemplo, formação do composto vermelho no corpo da retorta, o óxido de mercúrio; o fato de que o mercúrio na redoma indicou redução do volume de ar).

Como o texto indica, não houve variação de massa no sistema ar + mercúrio. Mas o que ocorreria se o mercúrio fosse queimado em um lugar aberto, como um cadinho? O que ocorreria com a massa do conjunto cadinho + mercúrio? (A massa do sistema aumentaria, porque seria usado oxigênio do ar para formar o óxido de mercúrio.)

Mostre, qualitativamente, os componentes das duas reações:

Papel + oxigênio = fuligem (carvão, negro) + dióxido de carbono (gasoso)

Mercúrio + oxigênio = óxido de mercúrio (vermelho, sólido)

Como o gás oxigênio ainda não havia sido identificado, Lavoisier atribuiu a ocorrência das reações à presença de um componente desconhecido que transitava entre os reagentes nas reações. Esse componente foi objeto de estudos de muitos cientistas, sob vários aspectos e pontos de vista.

Saliente, finalmente, que a lei da conservação das massas só pode ser verificada em sistemas fechados.

## Orientações didáticas

Entre os estudiosos das reações químicas, faltava determinar o componente que propiciava as reações químicas, notadamente as de combustão. Identificado ora como um componente físico, ora como imaterial, foi confundido com reagentes, produtos e energia dos sistemas. O texto da *Leitura complementar* a seguir permite um aprofundamento desse assunto. O texto traz um exemplo de modelo colocado à prova no seu domínio de aplicação. Depois da leitura, pergunte aos estudantes: Como explicar a queima do papel e a queima do mercúrio, de acordo com a teoria do calórico de Lavoisier?

A expectativa é de que os estudantes respondam que, no caso da queima do papel, havia perda de calórico, por isso verificava-se uma redução de massa. Já no caso da queima do mercúrio, o metal agregava calórico, e por isso a massa do óxido era maior que a do metal inicial.

Como Lavoisier determinou a massa de cada parte do sistema, notou que a massa era a mesma antes e depois da reação, ou seja, a massa não se perde. Com isso, demonstrou que, em sistemas fechados, a massa inicial de todas as substâncias envolvidas na reação é a mesma massa obtida no final. Assim, a aparente perda de massa em combustões realizadas em sistemas abertos pode ser explicada pela liberação de gás para o ambiente, pois o gás se dissipa e não é possível medi-lo. Se fosse possível medir o gás liberado em ambiente aberto, a massa total se manteria constante.

Com base em experimentos como esse, Lavoisier enunciou a **lei da conservação das massas**, que pode ser enunciada da seguinte maneira: quando uma reação química é realizada em um recipiente fechado, a massa dos produtos é igual à massa dos reagentes.

Essa lei é comumente empregada na linguagem popular como: "na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma."

Esses experimentos propiciaram grandes avanços na Química de modo a contribuir para uma melhor compreensão de como ocorrem as reações químicas.

## Investigação

### Como evidenciar a lei da conservação de massa?



Não escreva no livro

Para responder a esta pergunta, vamos trabalhar com uma reação química espontânea que já foi apresentada no volume 6: a reação entre bicarbonato de sódio e vinagre. A diferença, agora, é que vamos determinar a massa dos reagentes e dos produtos. Nesta reação há produção de água, acetato de sódio, que é solúvel em água, e gás carbônico. Para evidenciar a lei da conservação de massa, não podemos deixar esse gás escapar para o ambiente, de modo que vamos trabalhar com um sistema fechado.

#### Material

- uma garrafa de plástico de 500 mL;
- uma colher de sopa de bicarbonato de sódio;
- 50 mL de vinagre;
- um balão de borracha;
- uma balança digital ou uma balança comum.

#### Procedimentos

1. Coloque na balança a garrafa e o balão de borracha para determinar a massa deles, como mostra a figura ao lado.

Exemplo da montagem do experimento. ▶

**Atenção:** o valor de massa presente na ilustração é apenas um exemplo e pode não corresponder aos valores encontrados na realização do experimento. Cores fantasia.



R2 Editoria/Arquivo da editora

192

## Leitura complementar

### Flogístico, calórico, calor

A definição de calor foi objeto de diferentes hipóteses. Cada hipótese teve seus defensores, movidos por convicções científicas ou filosóficas e até por razões políticas ou patrióticas. [...]

Segundo Galileu, calor era um fluido. Gassendi admitia duas espécies de matéria térmica, uma produzindo calor, outra, frio. Alguns admitiam que o calor está relacionado a uma substância que estaria presente nos corpos que queimam. Tal substância hipotética era chamada de *flogístico*.

Foi o famoso químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) quem introduziu o termo calórico, depois simplificado para calor. Lavoisier admitia a existência de um fluido imponderável, isto é, invisível e sem peso, que era transferido de um corpo para outro, quando em diferentes temperaturas e responsável por algumas reações químicas. Tal fluido foi chamado de calórico.

Graças ao prestígio científico de Lavoisier, essa ideia teve grande aceitação e, embora não fosse unanimidade, vigorou até o início do século XIX. [...]

- Zere a balança com os materiais sobre o prato, assim você poderá saber a massa das substâncias que serão colocadas dentro de cada recipiente. Caso você não disponha de uma balança digital, anote no caderno a massa do conjunto garrafa e balão. Realize os demais procedimentos com os materiais sobre o prato da balança, com todo cuidado.



RZ Editorial/Arquivo da editora

Exemplo de procedimento para zerar a balança digital. Cores fantasia.

- Coloque o vinagre na garrafa.
- Coloque o bicarbonato de sódio dentro do balão de borracha.
- Com cuidado, prenda a boca do balão na boca da garrafa, porém sem deixar o bicarbonato de sódio cair dentro da garrafa.
- Determine o valor da massa das substâncias reagentes. Se você estiver trabalhando com uma balança digital já zerada, basta anotar a massa indicada no visor. Caso esteja trabalhando com uma balança convencional, será necessário anotar a nova massa e subtrair o valor de massa do material (valor anotado no passo 1).
- Vire o balão, derramando o bicarbonato de sódio dentro da garrafa com vinagre. Mantenha o balão acoplado à garrafa e observe o que acontece com ele. Ao longo de toda a reação, acompanhe o que ocorre com a massa das substâncias. Ao final da reação, compare o valor final com o valor inicial.

### Interprete os resultados

- Qual foi a massa inicial das substâncias reagentes?
- Qual foi a massa das substâncias durante a reação química?
- Qual foi a massa das substâncias após a reação química?
- Como esse experimento evidenciou a lei de Lavoisier?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.



RZ Editorial/Arquivo da editora

Exemplo de montagem do experimento.

**Atenção:** o valor de massa presente na ilustração é apenas um exemplo e pode não corresponder aos valores encontrados na realização do experimento. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

### Investigação

A atividade visa incentivar os estudantes na condução de etapas características da investigação científica, promovendo a demonstração dos conteúdos trabalhados no texto. Esperamos, assim, que eles desenvolvam a habilidade (EF09CI02) com base na preparação e montagem da atividade e consequente análise dos resultados obtidos. Ao longo da atividade, eles deverão analisar a massa de um sistema composto de vinagre e bicarbonato de sódio, antes e depois de sua mistura e transformação.

### Interprete os resultados

Ao misturarmos os dois reagentes há formação de gás carbônico, que infla a bexiga. Se a bexiga estiver bem presa ao gargalo da garrafa, a massa do sistema antes e depois da transformação se mantém inalterada.

O experimento evidencia a lei de Lavoisier na medida em que demonstra a constância nas massas dos componentes. Antes da transformação havia uma quantidade de átomos formando ácido acético, água e bicarbonato de sódio; ao final da transformação, a mesma quantidade de átomos permanece no recipiente, mas formando novos componentes, como o acetato de sódio e o gás carbônico.

Somente em 1840, com as experiências do físico inglês James Prescott Joule (1818-1889) a ideia de calórico foi abandonada e o calor passou a ser identificado como energia.

MORAES, Maria Beatriz dos Santos Almeida. Transmissão de calor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/mpf/mef008/mef008\_02/Beatriz/>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

A presença feminina nas áreas das ciências ocorre desde o passado; ainda assim, até 2018, apenas cinco mulheres ganharam o prêmio Nobel de Química e três ganharam o prêmio Nobel de Física. Marie Curie foi laureada duas vezes, uma em 1903 (pela descoberta da radioatividade) e outra vez em 1911 (pelo descobrimento dos elementos polônio e rádio).

Convide os estudantes a pesquisar áreas de interesse científico e descobrir as mulheres que tiveram êxito ou proeminência na carreira. Segundo a pesquisadora Marília Goulart, da Universidade Federal de Alagoas, um terço das contribuições reconhecidas na ciência vem das mulheres. Uma vez que não há correlação entre talento e sexo, parece haver necessidade de políticas que favoreçam a presença das mulheres nos quadros científicos brasileiros. Para saber mais, o texto da revista *Pesquisa Fapesp*, “Ciência, uma palavra (pouco) feminina”, traça um panorama da participação feminina na atividade científica desde a Grécia. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2011/12/26/ciencia-palavra-pouco-feminina/>> (acesso em: out. 2018). Outra obra sobre a temática é o livro *Energia nuclear – uma tecnologia feminina*, de Jonathan Tennenbaum. Rio de Janeiro: Capax Dei, 2007.

## Um pouco de história

### Marie-Anne Paulze Lavoisier

Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836) casou-se aos 13 anos de maneira arranjada com Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794). Após o casamento, Marie-Anne, ou Madame Lavoisier, como passou a ser conhecida, se interessou pelo trabalho de seu marido e iniciou estudos sobre Química e práticas de laboratório.

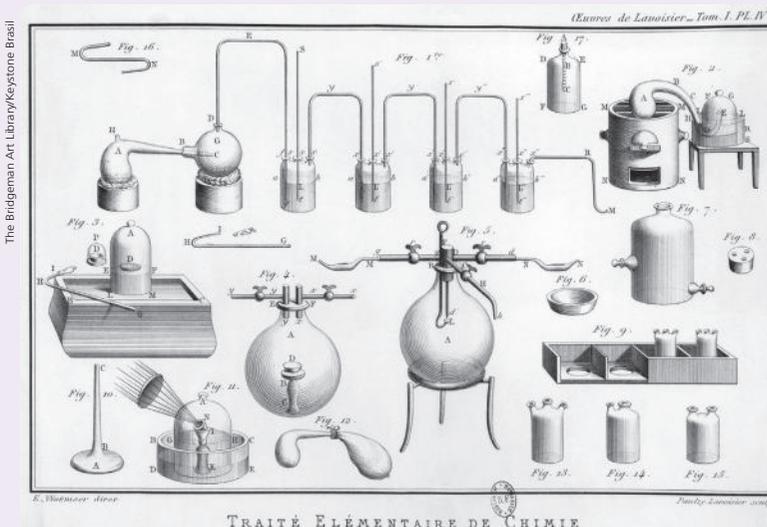
Por ser fluente em diversos idiomas, Marie-Anne traduziu livros de autores ingleses para o francês, de modo que Lavoisier, que não dominava outras línguas, pudesse lê-los. Também foi Madame Lavoisier quem traduziu, posteriormente, livros e artigos de seu marido, para que suas teorias fossem disseminadas no meio científico. Ela editou e publicou, ainda, obras científicas em nome de Antoine após sua morte, sendo afirmado por alguns historiadores que tais obras contam com apontamentos e conclusões produzidos por Marie-Anne, e não por Lavoisier.

Ela produziu também as ilustrações de equipamentos de laboratório utilizados pelo químico francês, fez anotações e observações a respeito de suas pesquisas e o auxiliou em seus experimentos, enquanto vivo.



Thomas Abad/Alamy/Photoarena

Marie-Anne Paulze Lavoisier.



Reprodução de conjunto de gravuras intitulado “Experimento da decomposição da água”, de Marie-Anne Paulze publicadas na obra *Traité Élémentaire de Chimie* (Tratado Elemental de Química), de Antoine Laurent de Lavoisier. Essa obra está arquivada na Bibliothèque Nationale, em Paris (França).

Apesar do grande envolvimento científico de Marie-Anne e Antoine, é comum que as teorias desenvolvidas naquele período sejam atribuídas apenas a Antoine Lavoisier, sem qualquer menção nem mesmo ao trabalho de auxiliar de laboratório executado por Marie-Anne. Essa omissão histórica talvez se dê pelo fato de ser difícil determinar, com clareza, quais foram as reais contribuições de Marie-Anne e quais foram as de Antoine, assim como talvez seja devido ao contexto social da época, em que o trabalho científico de mulheres não era incentivado. De qualquer maneira, atualmente sabe-se que, sem as traduções e ilustrações de Marie-Anne, a Química perderia todas as teorias propostas por Antoine Lavoisier.

## Lei das proporções constantes ou lei de Proust

A **lei das proporções constantes**, também chamada de **proporções definidas**, foi enunciada em 1806 por Joseph Louis Proust (1754-1826), farmacêutico e químico francês. Por isso, é também conhecida como lei de Proust. Essa lei se relaciona com a lei de Lavoisier, pois também considera a massa das substâncias nas reações químicas.

As reações químicas de **decomposição**, reações em que uma única substância é transformada em duas ou mais substâncias diferentes, foram importantes para a compreensão do que ocorre em relação à massa dos reagentes e dos produtos. Para abordá-la, vamos considerar a decomposição da água.

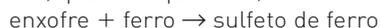
Partindo de uma quantidade inicial de água vamos saber qual é a quantidade final, em massa, de cada um dos produtos da decomposição, considerando que a reação foi realizada em sistema fechado. Analise, por exemplo, o quadro a seguir, que se refere à decomposição da água:

Massa inicial de água (gramas)	Massa do gás hidrogênio (gramas)	Massa do gás oxigênio (gramas)	Proporção entre a massa de hidrogênio e de oxigênio
9	1	8	1 : 8, ou seja, uma parte de hidrogênio para 8 partes de oxigênio
18	2	16	2 : 16, o que é o mesmo que 1 : 8
27	3	24	3 : 24, o que é o mesmo que 1 : 8

Como se pode notar, a proporção entre as massas dos elementos que compõem a água sempre se mantém constante. Essa proporção será sempre de 1 : 8, ou seja, de uma parte de hidrogênio para oito partes de oxigênio.

Fazendo o mesmo para outras substâncias, as proporções entre as massas se mantêm.

Vamos analisar, agora, o que ocorre em reações de **síntese**. A palavra “síntese” significa união, composição, o que explica o nome dado a esse tipo de reação. Nesse caso, duas ou mais substâncias reagem e formam uma ou mais substâncias diferentes. Por exemplo, a reação que ocorre entre o enxofre e o ferro, quando aquecidos, forma sulfeto de ferro:



Variando a massa dos reagentes e analisando a massa do produto, verifica-se que o ferro se combina com o enxofre sempre na proporção de 7 : 4, ou seja, 7 gramas de ferro combinam-se com 4 gramas de enxofre.

### Aplique e registre



Não escreva no livro

- Tendo em vista os dados apresentados anteriormente, qual a proporção que se espera obter nas seguintes reações químicas quando:
  - 140 gramas de ferro + 80 gramas de enxofre = 220 gramas de sulfeto de ferro.  
*A proporção é de 140 : 80, o que corresponde a 7 : 4.*
  - 70 gramas de ferro + 40 gramas de enxofre = 110 gramas de sulfeto de ferro.  
*A proporção é de 70 : 40, o que corresponde a 7 : 4.*
- Escreva uma frase que explique os resultados. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*



Joseph Louis Proust.

Roger-Vollet/Glow Images

## Orientações didáticas

A lei de Proust tem muitas aplicações que podem ser analisadas em sala de aula. Verificada inicialmente nas quantidades de produtos obtidos nas decomposições, foi rapidamente ampliada para as reações em geral.

Mostre aos estudantes que a maneira de escrever receitas culinárias em termos de proporções é uma expressão da lei de Proust. Por exemplo, para uma receita de pudim de leite condensado, usamos uma medida de leite condensado e a mesma medida de leite integral. Se quisermos dobrar a receita, dobram-se as quantidades individuais de cada ingrediente.

A lei de Proust é a formalização do raciocínio proporcional quando estamos relacionando partículas individuais ou massas. Por exemplo, se cada receita de brigadeiro rende 40 unidades, duas receitas renderão 80 unidades, e assim por diante.

Para sensibilizar os estudantes para o assunto, pode ser útil trabalhar algumas situações-problema envolvendo grandezas diretamente proporcionais antes de abordar as leis ponderais.

### Aplique e registre

Variantes para as respostas da atividade 1: Cada 7 g de ferro combinam-se totalmente com 4 g de enxofre, produzindo 11 g de sulfeto de ferro.

Na atividade 2, uma possibilidade de frase que explica os resultados seria: Se as quantidades de reagentes compuserem, com as quantidades de produtos, a lei da conservação das massas, a proporção ponderal entre essas quantidades é obtida pelo máximo divisor comum entre as respectivas quantidades.

## Orientações didáticas

Para comentar a lei das proporções múltiplas ou lei de Dalton, é interessante retomar duas premissas do seu modelo atômico. Traduzindo para os termos atuais:

- Os compostos são constituídos de átomos de mais de um elemento. Em qualquer composto, a razão entre o número de átomos de quaisquer elementos presentes é um número inteiro.
- Uma reação química envolve apenas a separação, combinação ou rearranjo dos átomos; não resulta na sua criação ou destruição.

Estudando as quantidades de gases produzidos na decomposição de alguns óxidos, Dalton notou que eram produzidos os mesmos gases, em quantidades diferentes; no entanto, tais quantidades ainda podiam ser escritas como uma razão de números inteiros e pequenos. Com base nos dois postulados citados, é razoável supor que dois átomos de elementos químicos diferentes podem se combinar de mais de uma maneira, produzindo substâncias distintas. Nitrogênio e oxigênio podem formar vários óxidos: óxido nítrico ( $N_2O_2$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), trióxido de dinitrogênio ( $N_2O_3$ ), tetróxido de dinitrogênio ( $N_2O_4$ ) e pentóxido de dinitrogênio ( $N_2O_5$ ). Todos esses óxidos são formados apenas por nitrogênio e oxigênio, mas em proporções de “átomos” diferentes, logo, em proporções de massa diferentes.

Quando em reações químicas fizermos reagir 140 gramas de ferro com 120 gramas de enxofre, no entanto, obteremos 220 gramas de sulfeto de ferro, mantendo assim a proporção de 7 : 4 entre os átomos de ferro e enxofre, mas sobrarão 40 gramas de enxofre que não vão reagir.

Com base nesses e outros tipos de experimentos, Proust concluiu que as substâncias que se combinam para formar um composto sempre o fazem em uma relação de massas fixas, constantes e invariáveis. Em outras palavras, ele enunciou que a composição química de uma substância composta é sempre constante, independentemente da sua procedência.

## Lei das proporções múltiplas ou lei de Dalton

Já discutimos que a teoria atômica de John Dalton apresenta muitos postulados que foram importantes no desenvolvimento da Química. Eles foram feitos de modo a explicar as leis de Lavoisier e de Proust.

Em seus estudos, Dalton analisou as massas relativas de diferentes tipos de gás e as proporções em que essa massa se relacionava com a massa dos produtos em reações químicas. Nesses estudos, verificou que, se mantida a massa de um dos reagentes, e mudando a massa do outro, poderiam surgir substâncias químicas diferentes. A mudança do valor da massa de um dos reagentes, no entanto, não pode ser muito grande e deve ser um múltiplo inteiro. Veja no exemplo a seguir:



Como se pode notar, ao duplicar a massa de oxigênio e manter a de nitrogênio, o produto dessa reação mudou. Note, no entanto, que esse aumento de massa do oxigênio não é grande e foi multiplicado por um número inteiro, por 2 em cada caso.

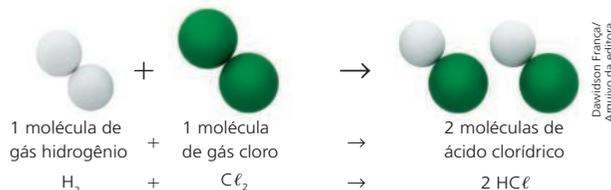
Com base em muitos experimentos como esse, ele formulou a lei que ficou conhecida como **lei de Dalton**, ou **lei das proporções variáveis**, ou seja, a massa de uma substância química reage com diferentes massas de outra substância química sempre em uma relação de números inteiros e pequenos.

A teoria de Dalton explica as leis de Lavoisier e de Proust, agora num nível submicroscópico, que é o do átomo e das moléculas.

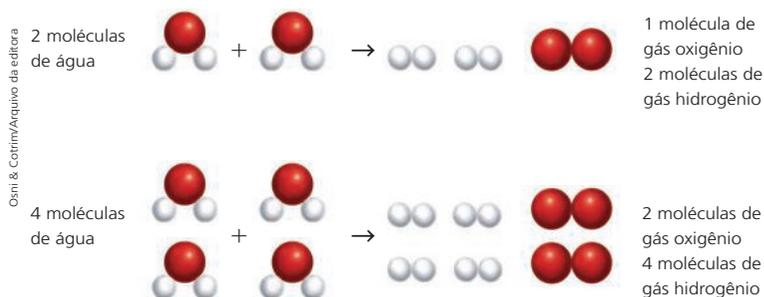
No caso da lei de Lavoisier, ela pode ser explicada a partir do exemplo a seguir, usando esferas para representar os átomos, conforme o modelo atômico de Dalton.

Temos, antes da reação, 2 átomos de hidrogênio (gás hidrogênio) e 2 de cloro (gás cloro). Na reação, cada átomo de hidrogênio se liga a um átomo de cloro, formando uma molécula de uma substância diferente das iniciais, o ácido clorídrico. No exemplo a seguir, como são dois átomos de hidrogênio e dois de cloro, formam-se duas moléculas de ácido clorídrico. Temos, então, ao final da reação, 2 átomos de hidrogênio e 2 átomos de cloro, do mesmo modo que no início. Assim, os átomos na reação não são destruídos nem formados, mas se recombinam. Por isso, a massa de reagentes é igual à massa dos produtos.

Representação esquemática da reação entre gás hidrogênio e gás cloro, formando ácido clorídrico. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



No caso da lei de Proust, ela pode ser explicada por meio do seguinte exemplo:



Representação esquemática da reação de decomposição da água, formando gás hidrogênio e gás oxigênio, em diferentes proporções. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Segundo Proust, a composição das substâncias compostas é fixa, independentemente da origem. Isso ocorre porque a proporção em que os átomos estão presentes nas moléculas é fixa. No exemplo dado, cada molécula de água sempre é formada por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio.

### Aplique e registre

A decomposição da molécula de água é possível por meio de um procedimento chamado eletrólise. Nele, uma corrente elétrica, percorrendo a água líquida, provoca a quebra das ligações entre os átomos, e produz dois tipos de gases: o gás hidrogênio e o gás oxigênio. Como a água não é boa condutora de eletricidade, adiciona-se à preparação alguma substância com essa propriedade. Essa substância não fará parte da reação química.

Veja, na ilustração, um esquema de eletrólise utilizada em laboratórios didáticos. Dois tubos de vidro contendo água estão emborcados em uma solução de água e sal, que conduz eletricidade. A corrente elétrica é gerada pelas pilhas, ligadas a fios de cobre, que também é um material que conduz eletricidade. Cada fio, um ligado ao polo positivo das pilhas, e outro ligado ao polo negativo, é inserido em um tubo contendo água.

Observe o resultado deste procedimento: nos dois tubos o volume de água é reduzido, acumulando um gás na extremidade do tubo. No tubo 1, que recebeu o fio ligado ao polo positivo, o volume de gás é menor do que no tubo 2.

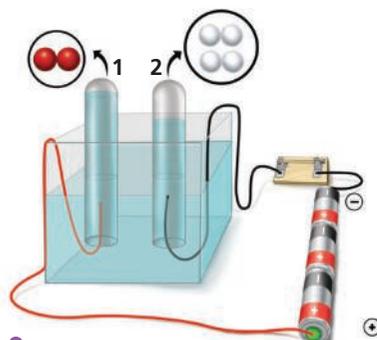
Para saber qual gás está em cada tubo, é necessário determinar as propriedades de cada um deles e comparar com as propriedades de substâncias já conhecidas, procedimento já realizado para esse tipo de reação: o gás oxigênio está no tubo com menor volume de gás, e o hidrogênio, no que tem maior volume de gás. A reação química pode ser assim representada:



- Copie em seu caderno o esquema acima e nele represente o resultado esperado da eletrólise, que ocorrerá quando o interruptor for ligado e a corrente elétrica for estabelecida.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

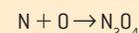
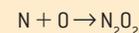
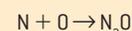
Não escreva no livro



Representação esquemática do processo de uma montagem pronta para realizar a eletrólise em laboratórios. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Para visualizar a lei de Dalton das proporções múltiplas, é possível recorrer novamente ao uso de massas de modelar. A atividade de também pode contribuir para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI02). Distribua duas cores, uma para oxigênio e outra para nitrogênio. Convide os estudantes a representar, com as massas modeladas, as transformações entre nitrogênio e oxigênio de modo similar aos produtos da página 196.



Certifique-se de que os estudantes já conhecem a fórmula do gás oxigênio:  $\text{O}_2$ . Forneça a fórmula do gás nitrogênio,  $\text{N}_2$ , e incentive-os a descobrir as proporções em termos de quantidades. Com essa atividade, espera-se também desenvolver condições para abordar o balanceamento de equações.

### Aplique e registre

A atividade visa explorar os conteúdos estudados em outro contexto experimental, o da eletrólise. Assim, os estudantes devem interpretar o procedimento descrito com base nos conceitos de Química, especialmente a lei de Proust. Espera-se que eles elaborem a representação de esferas para a água e os gases  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  e que percebam que a composição da água é fixa porque a proporção entre os átomos presentes nela é a mesma, representando as moléculas na proporção de uma molécula de oxigênio para duas moléculas de hidrogênio.

## Orientações didáticas

Sobre a lei volumétrica de Gay-Lussac, esclareça que os volumes dos gases devem ser medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura.

Uma questão que não cabe aprofundar neste momento, pois envolve pressupostos da teoria cinética dos gases e a hipótese de Avogadro, é o fato de que, em uma reação de componentes gasosos, a proporção em massa é diferente da proporção em volume. Um dos motivos é que, sob a ótica da teoria atômica de Dalton, átomos são microscópicos, mas têm massas diferentes. Assim, o volume ocupado por quantidades iguais de moléculas é igual, mas têm massa distinta. Com essa reflexão, pode-se retomar o conceito de massa atômica para trabalhar as equações químicas.

Representamos as transformações químicas com uma linguagem própria da Química, desenvolvida para informar a composição das substâncias, os tipos de átomo e suas quantidades relativas. Por exemplo, para representar a decomposição térmica do bicarbonato de sódio quando aquecido, indicamos a composição do reagente e dos produtos. Não importa se a molécula de água formada tem estrutura linear ou angular, se o átomo de oxigênio é maior que o de hidrogênio ou qual é o estado físico do dióxido de carbono formado. A simples representação das fórmulas com as respectivas proporções é suficiente para obter informações importantes.



Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850).

## Lei de Gay-Lussac

Veremos agora a lei relacionada ao volume dos gases: a **lei de Gay-Lussac**.

Segundo essa lei, as substâncias gasosas combinam-se para formar compostos químicos sempre em volumes que mantêm entre si uma relação estabelecida por números inteiros.

Um bom exemplo para entender essa lei é a reação entre os dois gases que formam a água: o hidrogênio e o oxigênio. Eles sempre se combinam na proporção de dois para um. Ou seja, o volume de hidrogênio é sempre o dobro do volume de oxigênio. Outros gases que reagem formando compostos químicos sempre se combinam em proporções bem definidas de volumes.

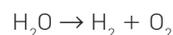
## 6 Equações químicas

A representação da reação química é uma **equação química**.

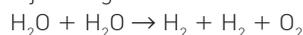
As equações representam a reação entre as espécies químicas, ou seja, moléculas e compostos iônicos, envolvidas, tanto das que sofrem a reação (**substâncias reagentes**) quanto das que se formam (**produtos**). Em uma equação, é importante que o número de átomos envolvidos nas substâncias reagentes seja igual ao número presente nos produtos.

Quando esses números estão corretos, dizemos que a equação está **balanceada**. Esses números, denominados **coeficientes estequiométricos**, são escritos antes de cada fórmula química. Quando o número é 1, ele não é indicado.

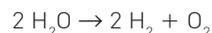
Vamos retomar o exemplo da decomposição da água. Se considerarmos uma molécula de água, poderíamos representar a reação de decomposição como:



Neste caso, não há uma correta proporção entre as quantidades de moléculas envolvidas. Note que, na água, há apenas um átomo de oxigênio e não há como, no produto, haver a formação de uma molécula com dois átomos de oxigênio, caso do gás oxigênio. Para acertar isso, o correto é balancear a equação. Veja a seguir:



Ou seja,



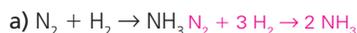
Se você notar, o número inicial de átomos de hidrogênio (4) é igual tanto no reagente quanto no produto, o que também ocorre com o número de átomos de oxigênio (2).

Para balancear a equação, utilizamos o coeficiente 2 para a água e para o gás hidrogênio; o coeficiente do gás oxigênio não é representado na equação, pois é igual a 1. Respeitam-se, assim, a lei de Proust e a de Lavoisier.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Represente no caderno as seguintes equações químicas, realizando seu balanceamento e usando o modelo de Dalton.



198

### Aplique e registre

A atividade deve auxiliar os estudantes no balanceamento de equações a partir de exemplos simples. Para isso, é importante que compreendam o significado de cada registro da equação química, por exemplo: os registros N (um átomo ou a representação do elemento nitrogênio),  $\text{N}_2$  (a representação de uma molécula ou da substância nitrogênio) e 2N (dois átomos de nitrogênio). Para auxiliar na resolução, sugira a eles que usem, mais uma vez, as massas de modelar para representar os componentes da transformação química nos estados inicial e final, tomando cuidado para representar as mesmas

espécies antes e depois da transformação. Lembre-os de que a transformação química ocorre entre substâncias e não entre átomos. Assim, quando uma transformação envolve nitrogênio ou oxigênio, deve-se pensar em  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ , e não em N ou O.

Os átomos formam substâncias quando combinados entre si. A representação de quase todas as substâncias explicita a proporção em que esses componentes se combinam. Exceções a essa representação são os metais e as variedades alotrópicas do carbono. Espera-se que os átomos sejam representados por meio de círculos de tamanhos e cores diferentes.

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## Análise e resposta

2. A respeito da palavra “massa”, usada neste capítulo, responda:
 

Número de massa é a soma do número de prótons com o número de nêutrons; massa atômica é a massa do átomo em relação à massa do átomo de carbono, de valor igual a 12.

  - a) Qual é a diferença entre número de massa e massa atômica?
  - b) Considere dois átomos, um de ferro e outro de manganês. Esses átomos têm o mesmo número de massa: 56. Essa informação possibilita dizer que eles são isótopos?  
Não, eles não são isótopos; isótopos têm número de massa diferente e o mesmo número atômico.
  - c) A massa atômica do oxigênio é aproximadamente 16. Quantos átomos de carbono são necessários para se ter aproximadamente a mesma massa que 3 átomos de oxigênio? Quatro ( $3 \times 16 = 48 \rightarrow 48 \div 12 = 4$ ).
  - d) Qual é a massa atômica aproximada do hélio, sabendo que é igual a um terço da massa do carbono?  
Cerca de 4,0.
3. O átomo de manganês tem 25 prótons e 31 nêutrons. A respeito desse átomo, descreva o número atômico, o número de massa e o número de elétrons no átomo eletricamente neutro.  
Número atômico: 25; número de massa: 56; número de elétrons: 25.
4. Por que não devemos definir o número atômico como sendo o número de elétrons?  
Porque um átomo pode perder ou ganhar elétrons, alterando o seu número.
5. A respeito do elemento químico oxigênio, responda:
  - a) De que é formada a molécula da substância oxigênio (gás oxigênio)? De 2 átomos de oxigênio ( $O_2$ ).
  - b) A massa atômica do hidrogênio é 1, e a massa molecular da água é 18. Qual é a massa atômica do oxigênio?  
 $2 \times 1 = 2; 18 - 2 = 16$ .
6. A notação científica para símbolo e características de um átomo é padronizada e universal, ou seja, em qualquer lugar do mundo a forma de representação será a mesma.
  - a) Observe esta notação, a respeito do átomo de prata:  ${}_{47}Ag^{108}$ . Qual é o significado dos números 47 e 108 escritos junto ao símbolo da prata? O número 47 indica o número atômico; 108 indica o número de massa.
  - b) O número atômico do potássio (K) é 19; e o número de massa é 39. Qual destas duas representações é a correta:  ${}_{19}K^{39}$  ou  ${}_{39}K^{19}$ ?  ${}_{19}K^{39}$ .
  - c) Qual é a importância da padronização da notação científica?  
Possibilita a comunicação precisa de informações entre os membros da comunidade científica.
7. O átomo de carbono-12 tem 6 prótons e 6 nêutrons, enquanto o átomo de carbono-14 tem 6 prótons e 8 nêutrons. Informe, então:
  - a) O número atômico e o número de massa do carbono-12; 6 e 12, respectivamente.
  - b) O número atômico e o número de massa do carbono-14; 6 e 14, respectivamente.
  - c) Por que eles são considerados isótopos.  
São átomos de um mesmo elemento químico (mesmo número atômico), mas têm números de massa diferentes.
8. O átomo de hidrogênio possui em seu núcleo 1 próton, mas nenhum nêutron; o de deutério possui 1 próton e 1 nêutron; o de trítio possui 1 próton e 2 nêutrons. Esses três átomos pertencem ao mesmo elemento químico ou a elementos químicos diferentes? Ao mesmo elemento químico, pois todos têm o mesmo número atômico, que é o número de prótons.
9. Justifique esta afirmativa: “As propriedades químicas são as mesmas para todos os isótopos de um elemento químico”. As propriedades químicas dependem do número atômico, e os isótopos têm o mesmo número atômico.

## Orientações didáticas Atividades

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Ao reformular as respostas, espera-se que os estudantes consigam diferenciar átomo e substância. Além disso, eles também devem descrever o modelo de átomo e justificar a importância de fórmulas químicas. Espera-se que eles diversifiquem os exemplos de reações químicas e compreendam os símbolos utilizados.

### Análise e resposta

Esse conjunto de atividades propicia a retomada e o confronto de muitos conceitos que parecem às vezes redundantes ou contraditórios. Esse é um momento oportuno para verificar se os estudantes ainda possuem dúvidas sobre nomenclatura, notação, propriedades ou aplicação das leis.

Na atividade 2, os estudantes devem compreender a diferença entre os conceitos de massa atômica e número de massa. No item b, o átomo de manganês mencionado não corresponde a um isótopo estável.

Nas atividades 3 a 5, os estudantes são incentivados a aplicar seus conhecimentos sobre massa atômica, número de massa e partículas subatômicas. Além disso, eles também devem reconhecer a diferença entre átomo e substância simples.

A atividade 6 visa auxiliar na interpretação de notações científicas, de modo que os estudantes consigam obter informações fundamentais de um elemento, como número atômico e número de massa.

As atividades 7 a 9 visam auxiliar na compreensão do conceito de isótopos, com base no exemplo dos isótopos de carbono e hidrogênio.

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Análise e resposta

As atividades 10 a 12 devem auxiliar os estudantes na aplicação e reconhecimento das diferentes leis estudadas neste capítulo. É fundamental que eles consigam diferenciar as leis, compreendendo suas ideias principais, além da aplicação em diferentes contextos químicos.

Na atividade 13, os estudantes são incentivados a interpretar o texto e a figura para analisar o experimento indicado. Com base nessa compreensão, espera-se que eles apliquem a lei de Lavoisier. Além disso, incentive os estudantes a formular procedimentos para demonstrar a resposta dada no item a. Esse exercício permite desenvolver o pensamento lógico e científico, por isso valorize as sugestões e discuta com os estudantes a viabilidade das propostas.

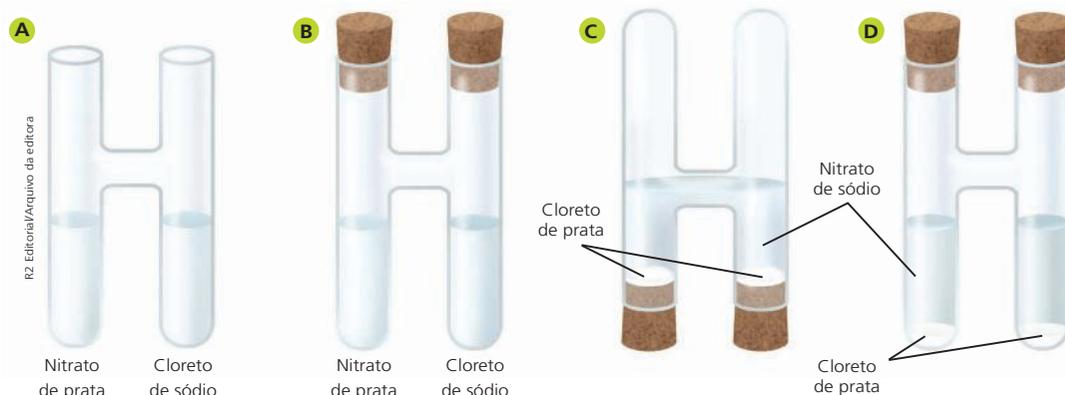
#### Pesquisa

Na atividade 14, podem ser pesquisadas formas alternativas de datação geológica. Para rochas, é possível usar outros traçadores, como o potássio radioativo. Como subsídio complementar, consulte a sugestão do *Conheça também* sobre datação isotópica na página 186.

Na atividade 15, incentive a busca por diferentes modelos utilizados na construção do conhecimento científico. Para maior aprofundamento no tema, consulte o artigo “Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino”, de Marco Antonio Moreira, disponível em: <<https://periodicos.utfrpr.edu.br/rbect/article/view/2037>>. Acesso em: nov. 2018.

238 gramas, que é a soma de 219 + 19, pois, de acordo com a lei de Lavoisier, a massa total se conserva durante as reações químicas em um sistema fechado.

10. Certa quantidade de óxido de mercúrio (HgO) foi aquecida em um sistema físico fechado. Como resultado da decomposição total desse óxido obtiveram-se 219 gramas de mercúrio e 19 gramas de oxigênio. Qual foi a massa de óxido de mercúrio utilizada? Justifique sua resposta.
11. Quais são as três leis das reações químicas que se referem à massa dos componentes?  
*Leis de Lavoisier, de Proust e de Dalton.*
12. Qual a diferença entre a lei de Proust e a de Gay-Lussac? *A lei de Proust se refere à massa das substâncias participantes, e a lei de Gay-Lussac se refere ao volume.*
13. Analise o esquema a seguir, que representa uma reação realizada com a utilização de dois tubos unidos (tubos em H):



Representação esquemática de uma reação feita em tubos conectados. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Em **A** colocou-se nitrato de prata em uma parte do tubo duplo e cloreto de sódio na outra. Em seguida, taparam-se as duas partes com rolhas (**B**); movimentou-se o tubo duplo, de maneira que as duas substâncias entraram em contato e reagiram entre si. Virou-se o tubo com as aberturas para baixo (**C**). No tubo duplo agora em vez de nitrato de prata e cloreto de sódio existem nitrato de sódio e cloreto de prata, substâncias formadas pela reação. Dependendo da quantidade de reagentes utilizada, pode sobrar um pouco de um deles.

- a) De acordo com a lei de Lavoisier, a massa total em **B** é igual, maior ou menor do que em **C**? *É igual.*
- b) Como você faria para demonstrar a afirmativa que acabou de fazer?

*Resposta pessoal, mas uma solução simples é determinar a massa, em uma balança, de **B** e depois de **C**.*

#### Pesquisa

14. Em grupo, façam uma pesquisa a respeito da utilização de carbono-14 na datação de fósseis e escrevam um texto na forma de uma reportagem, explicando como esse método revolucionou o estudo da história evolutiva da Terra. Compartilhem a reportagem com os demais colegas de classe e ouçam a reportagem deles. Discutam as dúvidas e aprimorem as informações.  
*Resposta pessoal. Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
15. Pesquisem em grupo, a respeito do seguinte tema: Por que Dalton utilizou um modelo para explicar o que é o átomo? Qual é a função de um modelo na Ciência? Com base nas informações levantadas, escrevam um breve texto no caderno.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
16. Em grupo, escolham um dos cientistas mencionados no capítulo e pesquisem a vida e a obra dele. Escrevam uma biografia dele, se possível com imagens que mostrem a época em que viveu. Apresentem a biografia para os demais colegas na forma de uma representação teatral, de modo a retratar o que mais chamou a atenção do grupo sobre a vida e a obra do cientista escolhido. Vejam a apresentação dos demais colegas e troquem ideias a respeito da época em que viveram e dos conhecimentos que se tinha quando eles elaboraram suas leis. *Resposta pessoal.*

A atividade 16 possibilita o aprofundamento no estudo de cientistas e experimentos fundamentais para a construção do conhecimento de Química. Trata-se também de uma oportunidade para os estudantes reconhecerem a ciência como construção humana, dependente de um contexto histórico, social e cultural. Organize a atividade de modo que todos os grupos possam tomar conhecimento da vida de todos os cientistas. É possível que mais de um grupo possa pesquisar a vida de um mesmo cientista; isso não representa problema e pode até enriquecer as discussões, mas evite que as escolhas foquem um só cientista.

Como forma de valorizar também expressões artísticas e literárias, é possível mencionar que há uma peça teatral muito interessante que envolve Antoine Lavoisier e as controvérsias a respeito da descoberta do gás oxigênio: HOFFMAN, Roald; DJERASSI, Carl. *Oxigênio*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2004. Os autores da peça são cientistas. O primeiro recebeu o prêmio Nobel de Química, e o segundo, duas medalhas estadunidenses de Ciência e Tecnologia.

A história da peça se alterna entre 1777 e 2001. No ano de 1777, acontece um suposto encontro entre Lavoisier, Priestley, Schelle e suas respectivas esposas, em Estocolmo, a convite do rei Gustavo III, ▶

## A fotografia

Como numerosos outros segmentos da tecnologia desenvolvida pelo ser humano, a fotografia tem passado por sucessivos progressos. Atualmente está em pleno uso a fotografia digital, em que é possível passar as fotografias do celular e da máquina fotográfica digital para o computador e imprimi-las em papel.

Um dos recursos usados para tirar uma fotografia é a iluminação por meio de luz fornecida por *flash*, na maioria das vezes já embutido nas próprias máquinas. Antigamente, no entanto, recorria-se à queima de um filamento de magnésio, o que produz luminosidade intensa.

Esses *flashes* eram descartáveis, pois a luminosidade decorrente da queima do filamento de magnésio se dá por uma reação química com o oxigênio do ar, que produz o óxido de magnésio. Essa reação é representada pela seguinte equação:

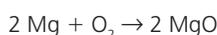


Ilustração do uso de antigo dispositivo de *flash* por fotógrafos entre 1880 e 1920. A combustão de magnésio era utilizada para produzir a luminosidade necessária para as fotografias.

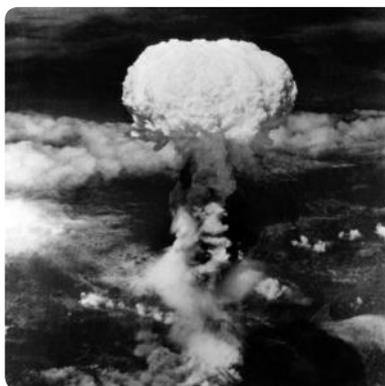
- Agora, em grupo, respondam:
  - a) Que tipo de reação está representado na equação? **Reação de síntese.**
  - b) Citem quais são os reagentes e o(s) produto(s) da reação. **Mg e O<sub>2</sub> são os reagentes; MgO é o produto.**
  - c) Expliquem por que a equação acima está balanceada. **O número total de átomos de cada elemento químico é o mesmo nos reagentes e no produto.**
  - d) Façam uma pesquisa a respeito da evolução da fotografia desde a época representada na ilustração e divulguem os resultados usando recursos de imagem e som, como um vídeo. **Resposta pessoal.**

## Fórum de debates

- Uma das mais tristes aplicações da divisibilidade do átomo foi a construção e a utilização de bombas atômicas, como as que destruíram as cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, em 1945, por ocasião da Segunda Guerra Mundial. Entretanto, a energia obtida da divisão do átomo é usada em numerosas aplicações pacíficas, benéficas à humanidade. Reúna-se com os colegas de grupo e façam uma pesquisa a respeito do tema: Usos pacíficos e benéficos da energia atômica. Para essa pesquisa, cada um deve procurar informações em revistas, jornais, internet e em outras publicações, além de conversar com o professor e com pessoas da comunidade que possam fornecer dados. Depois, em dia marcado, o grupo deve se reunir para cada um apresentar o material que conseguiu e, após a análise das informações, elaborem um texto contendo dados e a opinião do grupo. **Veja subsídios nas Orientações didáticas.**



Artista desconhecido. Use of Magnesium Filaments for Flash Photography. séc. XIX/Bridgeman Images/Keystone Brasil



A bomba atômica foi um lamentável exemplo de aplicação do conhecimento científico. Evento ocorrido em Hiroshima, no Japão, 1945.

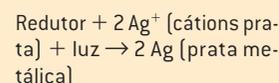
## Orientações didáticas

### Atividades

#### Integração

O texto cita a transformação química que fornece a luz para impressionar a chapa fotográfica. Para o item **d**, sugerimos uma comparação entre o processo da impressão da chapa no passado com o procedimento que é feito atualmente.

Nas antigas revelações fotográficas em preto e branco, costumava-se utilizar um filme constituído de uma lâmina plástica de triacetato de celulose, recoberta por cloreto de prata ou brometo de prata, em forma de cloide. Os cátions prata, Ag<sup>+</sup>, expostos à luz, reagem com um agente redutor, formando a prata metálica:



Forma-se o “negativo” da foto quando os íons prata não expostos à luz não reagem com o agente redutor e são removidos da película de triacetato de celulose, pela lavagem do filme com tiosulfato de sódio.

#### Fórum de debates

A atividade tem como objetivo desenvolver a noção de que conhecimentos científicos e tecnológicos, frutos de empreendimentos humanos, também foram utilizados de modo inapropriado, como para a guerra. Porém, as pesquisas científicas possuem muitos desdobramentos que beneficiam os seres humanos. Além dos usos na medicina e na indústria, recomende a pesquisa sobre os usos mais recentes da radiação na conservação de alimentos e na agricultura. Se possível, compartilhe as informações pesquisadas para enriquecer a discussão sobre o tema. Confira mais subsídios na sugestão do *Conheça também* abaixo.

#### Conheça também

##### Energia nuclear e suas aplicações

Confira a apostila criada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear para fins didáticos, que explora diferentes conceitos e aplicações relacionados à energia nuclear, com ênfase no contexto brasileiro.

Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

- ▶ para resolver o seguinte dilema: Qual dos três descobriu o oxigênio? No encontro, cada uma das esposas revela a importância de sua colaboração na vida dos maridos. Enquanto isso, em 2001, um grupo de pesquisadores se encontra para conceder um prêmio Nobel retroativo. Após muito debate, decidem por laurear a descoberta do oxigênio. Mas quem deve receber o prêmio?

Em uma história de intrigas e lutas pelo poder, os autores viajam com os leitores no tempo e os fazem refletir sobre os esforços que envolvem a construção do conhecimento científico.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI04)** 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.

**(EF09CI06)** 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.

**(EF09CI07)** 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 laser, infravermelho, ultravioleta etc.).

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Ondas: classificação, elementos e variáveis associadas.
- Luz como onda eletromagnética.
- Propriedades elementares da luz.
- Absorção, reflexão, refração, dispersão.
- A cor.

### Conteúdos procedimentais

- Elaboração de textos e realização de cálculos.
- Procedimento adequado em atividades práticas.
- Análise e comparação de representações esquemáticas.
- Elaboração de hipóteses.
- Expressão de ideias baseadas em argumentos válidos em situações coletivas.
- Colaboração com a harmonia e a divisão equitativa de tarefas no trabalho em grupo.
- Pesquisa em livros e sites de divulgação científica.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Reconhecimento dos conteúdos aprendidos em situações e observações cotidianas.
- Capacidade de lidar com críticas quanto a ideias, elaborando-as e recebendo-as.

# Ondas mecânicas e eletromagnéticas

CAPÍTULO

9



dimitro2009/Shutterstock

Em um set de filmagem, o som, a luz e os ângulos das câmeras de filmagem devem ser cuidadosamente planejados para cada cena.

A característica fundamental do cinema é o movimento, tanto que a própria palavra cinema deriva do termo grego *cinesis*, que significa movimento. Outra condição indispensável é a luz, o que torna visíveis as imagens e os movimentos que caracterizam as ações. Inicialmente o cinema era mudo e em preto e branco, até que foi possível incorporar o som e as cores. Assim, tornou-se plena a chamada sétima arte, por meio da combinação do som, da luz e do movimento.

Neste capítulo, vamos estudar como a luz e o som são produzidos e se propagam, além de compreender outros fenômenos que se comportam da mesma maneira e que estão presentes em aparelhos, instrumentos e em outros dispositivos tecnológicos utilizados dia a dia.

## O que você já sabe?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

 Não escreva no livro

1. Como o som e a luz são produzidos? Como conseguimos ouvir o som? Como a luz chega até nós?
2. Como se formam as cores?
3. O que você entende por onda?
4. Você já deve ter ouvido falar em luz ultravioleta e seu efeito na pele do ser humano. Essa luz é visível? E a luz infravermelha? O que sabe sobre ela?
5. Qual a utilidade dos raios X?

202

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção au-

dará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Ao conversar sobre como conseguimos ouvir e enxergar, é possível que eles retomem aspectos sensoriais, como audição e visão, estudados no volume do 6º ano. É interessante levantar conhecimentos prévios sobre o que eles entendem por onda. Sobre as radiações infravermelha e ultravioleta,

incentive-os a indicar em quais situações estão presentes. Sobre raios X, é provável que comentem a utilidade dessa tecnologia em radiografias e verificação de fraturas. As experiências e conhecimentos prévios são relevantes para a condução das aulas, estimulando a curiosidade e a contextualização.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

## 1 Ondas

Quando um objeto cai na superfície de um lago tranquilo, é possível observar perturbações circulares ao redor do local onde o objeto caiu. Essas perturbações se **propagam**, isto é, dirigem-se para todas as direções da superfície do lago, como se fossem círculos concêntricos que se afastam pouco a pouco do centro até atingir as margens do lago ou simplesmente perder a intensidade.

A superfície do mar também sofre perturbações que nela se propagam, causadas principalmente pelos ventos. Em ambos os casos, chamamos essas perturbações de **ondas**.

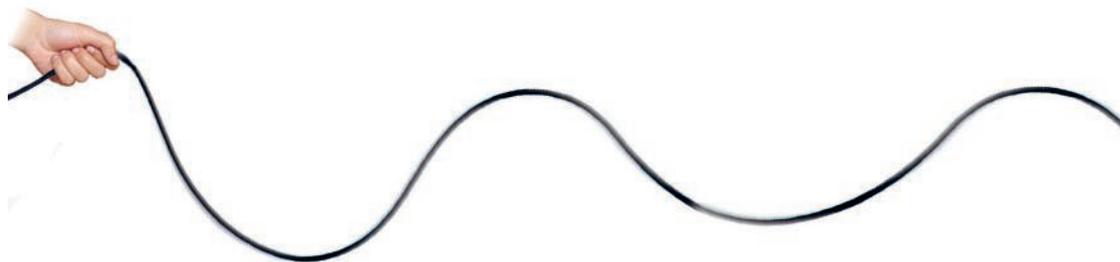


Thinkstock/Getty Images

O impacto de um corpo na água provoca perturbações sob a forma de ondas.

O termo **onda** é aplicado para descrever fenômenos em que ocorre a **propagação de uma deformação ou perturbação**, semelhantes aos que vimos nos exemplos anteriores. Nesses casos, as perturbações aconteceram em um mesmo meio: a água. Mas será que somente na água podem ser formadas ondas?

Podemos observar a formação de ondas, mesmo que elas sejam de curta duração, em situações do nosso dia a dia, por exemplo quando balançamos um lençol na hora de arrumar a cama ou quando produzimos ondulações em uma corda, fazendo um movimento contínuo para cima e para baixo com o braço.



Eduardo Santalheira/Arquivo da editora

Ao provocar ondulações na corda por uma extremidade, elas se propagam pela corda até a outra extremidade.



Lightworks Media/AlamyFotoarena

As ondas do mar que chegam às praias podem ser formadas próximas à costa por ventos locais ou formadas distantes dela, viajando milhares de quilômetros antes de chegarem às praias.

### Orientações didáticas

A sociedade moderna convive com diversas tecnologias que emitem, absorvem ou dependem de ondas de alguma maneira. Neste capítulo, trabalharemos as principais características das ondas.

Como abordagem inicial, é interessante conversar com os estudantes a respeito das propriedades das ondas e do seu emprego em muitos aparelhos que fazem parte do cotidiano. Em relação a isso, eles devem ser capazes de elencar diversos aparelhos eletroeletrônicos, como é o caso dos celulares, dos aparelhos de micro-ondas e dos controles remotos.

As ondas mecânicas são de compreensão mais simples porque podemos observar o meio material se modificando com a passagem delas. Para auxiliar os estudantes na compreensão do conceito, resalte o exemplo das ondas formadas no mar e em rios e sua propagação no meio aquoso. É interessante discutir a maneira como a perturbação atravessa o meio e se ela arrasta consigo a matéria ou não. Ao final da conversa, deve ficar claro que a matéria apenas oscila em torno de uma posição de equilíbrio enquanto a perturbação da onda mecânica passa.

Para ilustrar os conteúdos, seria interessante utilizar uma corda e uma mola elástica para demonstração. Como alternativa, consulte a sugestão do *Conheça também*.

### Conheça também

#### O que são ondas

Um breve vídeo sobre os tipos de onda que pode ser utilizado para auxiliar na compreensão da propagação de ondas mecânicas. Nesse site há outros vídeos igualmente interessantes, que podem ser aproveitados para as aulas.

Disponível em: <<http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=6602>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

### Investigação

A atividade visa propor uma demonstração para que os estudantes iniciem o estudo prático de ondas, observando seu efeito na matéria durante a propagação. Espera-se que os estudantes percebam que a bola de pingue-pongue ou a rolha não saem do lugar. Com base nas observações, incentive a elaboração de explicações, o que deve auxiliar o estudo a seguir.

#### Conheça também

#### Simulador de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos para o ensino da física

Confira o artigo que apresenta e descreve um aparato experimental para uso didático no ensino de ondulatória e sua utilidade em atividades práticas com os estudantes.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n1/a13v32n1.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

## Investigação

Não escreva no livro

### Será que a onda transporta matéria?

#### Material

- uma tigela funda quadrada (30 cm × 30 cm) ou redonda (30 cm de diâmetro);
- água;
- um pequeno pedaço de rolha ou uma bola de pingue-pongue.

#### Procedimentos

1. Coloque o pedaço pequeno de rolha ou a bola de pingue-pongue flutuando em repouso sobre a superfície da água.
2. Com seu próprio dedo, dê um toque leve sobre a superfície da água a cerca de 10 cm de distância do objeto flutuante.

#### Interprete os resultados

- a) O que você pode observar sobre o movimento desse objeto após certo tempo?
- b) Proponha uma explicação para suas observações. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*



R2 Editorial/Arquivo da editora

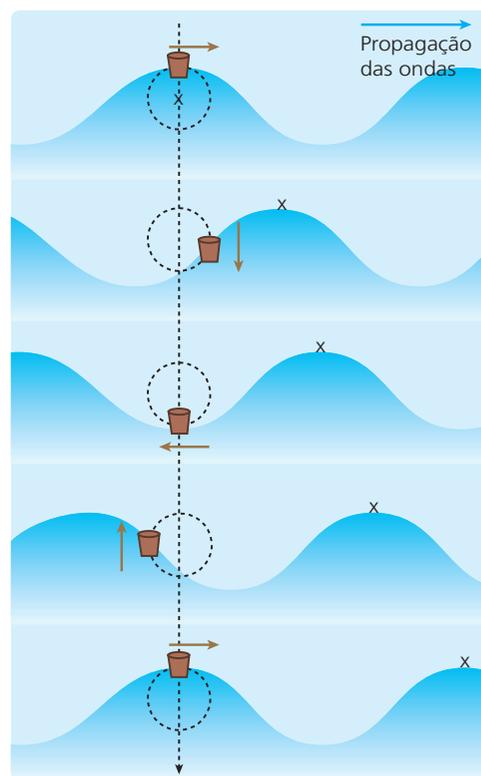
Representação da montagem do experimento.

Agora que você já deve ter realizado o experimento e analisado os resultados, propondo suas explicações, vamos estudar com mais detalhes como se dá a propagação das ondas. Para isso, vamos extrapolar o experimento que você realizou para um caso em que o pedaço de rolha esteja flutuando sobre a superfície de uma porção de água represada, onde são geradas ondas.

Observe o esquema ao lado: a linha vertical imaginária que aparece tracejada é usada para facilitar a comparação das posições do pedaço de rolha conforme o tempo passa e a onda se propaga. É fato que a rolha está em repouso em relação ao ponto da superfície da água em que ela flutua. Nesse caso, a rolha indica, de maneira bem visível, o tipo de movimento de cada gotinha de água da superfície.

Note que a rolha sofre um deslocamento de vaivém com o relevo da onda que se propaga, mas não é transportada com a onda. Em outras palavras, enquanto a onda prossegue seu caminho, a rolha, assim como cada gotinha de água da superfície, sofre apenas um movimento de oscilação em torno de uma posição de equilíbrio.

Representação esquemática do modo como se dá a propagação das ondas. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



ZAPT Editorial/Arquivo da editora

O movimento de um objeto que flutua na superfície de um líquido é complexo. Analisando o movimento na horizontal, o objeto se move um pouco para a frente na crista de cada onda e, depois, um pouco para trás quando o vale entre as ondas passa. Na vertical, vemos também que o objeto sobe e desce, voltando ao nível original com o líquido depois que a perturbação passa. Apesar de não ser necessário aprofundar o assunto com os estudantes, cumpre destacar que esses dois movimentos podem ser entendidos como a composição do movimento circular com o movimento de subida e o de descida; é o que gera a onda chamada senoidal.

## Aplique e registre

1. Imagine-se jogando uma pedrinha na água de um lago de superfície tranquila. O que acontece com a superfície do lago?  
*Será possível observar ondas circulares na superfície da água ao redor do local onde a pedrinha caiu.*
2. Agora, você percebe uma folha de árvore flutuando na superfície desse lago. Se você lançar a pedrinha perto da folha, o que vai acontecer? A folha se moverá? Em que sentido: de baixo para cima, para os lados ou nos dois sentidos ao mesmo tempo? Será que a folha será transportada até a margem do lago?  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
3. Um estudante fez a seguinte afirmação: “Uma onda é um fenômeno em que perturbações provocadas num meio transportam pedaços desse meio na direção da perturbação. Por exemplo, se alguém atira uma pedra na superfície de um lago, as ondas transportam as camadas de água da superfície para as margens”. Você concorda? O que você responderia a esse estudante com base nos casos que vimos até agora?  
*Está incorreto. Veja que, no caso da rolha, ela não é deslocada com a onda, isto é, na mesma direção que a propagação da onda. Na corda, os pedaços de corda não são transportados ao longo da corda, embora sofram uma oscilação.*

## 2 Natureza das ondas

As ondas se manifestam no Universo de modo muito variado. É importante saber classificá-las, pois cada tipo de onda apresenta propriedades específicas. A classificação mais fundamental das ondas é quanto à sua natureza: elas podem ser **mecânicas** ou **eletromagnéticas**. Não existem ondas que sejam ao mesmo tempo mecânicas e eletromagnéticas.

### ● Ondas mecânicas

Os exemplos que analisamos até agora são de ondas mecânicas: perturbações que, para se propagar, necessitam sempre de um **meio material**. As ondas do mar se propagam pela água do oceano; as ondas produzidas em uma corda presa em uma extremidade se propagam pelo meio sólido da corda.

### ● Ondas eletromagnéticas

As **ondas eletromagnéticas** resultam de perturbações regulares que se propagam no espaço sem a necessidade de um meio material. Isso significa que, ao contrário das ondas mecânicas, as eletromagnéticas podem se propagar no vácuo. As ondas eletromagnéticas são também conhecidas por **radiação eletromagnética**. São exemplos desse fenômeno as ondas luminosas (luz), as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios infravermelhos, os raios ultravioleta, os raios X e os raios gama.

Os raios infravermelhos, que são invisíveis aos nossos olhos, são utilizados, por exemplo, em controles remotos de aparelhos eletrônicos, como rádio, televisão e DVD, e em alguns sistemas de segurança.

A radiação ultravioleta também é invisível aos olhos dos seres humanos. Veja, na fotografia desta página e da seguinte, dois exemplos de utilização da radiação ultravioleta.

A radiação ultravioleta é usada em sistemas de segurança ▶ que permitem distinguir cédulas de dinheiro verdadeiras de cédulas falsas. Nas cédulas verdadeiras, é utilizada uma tinta especial que muda de cor quando exposta à luz ultravioleta. Portanto, a cédula de baixo é falsa.



Dirceu Portugal/Contrasto

Capítulo 9 Ondas mecânicas e eletromagnéticas

Unidade 3 Matéria e energia

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

As atividades visam auxiliar os estudantes na compreensão e na aplicação dos conteúdos abordados. Espera-se também que compreendam que a propagação da onda, na situação apresentada, não transporta matéria. Se considerar pertinente, amplie a situação de aprendizagem conversando com os estudantes a respeito dos atletas que surfam sobre as ondas. Neste caso, ressalte que as ondas oceânicas são assim classificadas enquanto não se quebram. De acordo com Miguel Moreira, da Universidade Técnica de Lisboa, o surfista só consegue surfar na região de arrebentação da onda, onde as características de onda são alteradas. Com a chegada da ondulação perto da costa, há uma diminuição da velocidade das ondas (que viajam entre 24 e 32 km/h) devido à diminuição da profundidade; a água em contato com o fundo perde mais velocidade do que o topo da onda, logo, a partir de certo momento, a crista ultrapassa a base, dando origem à rebentação. Além disso, o surfista “viaja” transversalmente à onda, ou seja, ele utiliza a energia das partículas de água que estão em movimento circular, conseguindo, assim, deslocar-se para a frente junto com a onda.

Com relação à atividade 2, devemos considerar uma pedra que caia mais ou menos verticalmente, perto da folha mencionada. Nesse caso, quando a pedra afunda na água, um pouco de água afunda junto. Essa água, no entanto, volta a subir, ficando num pequeno vai e vem, que diminui até parar. O importante a considerar aqui é que nesse movimento de subir e descer, a água promove uma sucessão de ondas, cada vez menos intensas, provocando sucessivos movimentos de subida e descida da folha.

Para abordar as ondas mecânicas utilizamos exemplos como cordas, molas e ondulações na água, mas também é possível apresentar o som. As ondas sonoras são geradas por diferenças de pressão no meio. Como toda onda mecânica, sua velocidade de propagação aumenta com a densidade do meio. Voltaremos a falar do som no capítulo 10.

Espera-se que os estudantes consigam explicar o que é uma onda mecânica: uma perturbação que atravessa um meio material, agita os pontos desse meio e tira-os momentaneamente da posição de equilíbrio, porém sem transportar matéria. Já a onda eletromagnética é de compreensão mais abstrata: é a própria energia se propagando sem a presença obrigatória de um meio material. Sendo assim, é de se esperar que a relação da densidade com a velocidade seja contrária à do som e das demais ondas mecânicas: quanto mais denso, menor é a velocidade. Pode-se admitir então que a maior velocidade das ondas eletromagnéticas se dá no vácuo, assumindo valor de aproximadamente 300 000 km/s, a mesma da luz.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

Dependendo da energia das radiações, podemos classificá-las em radiações ionizantes e não ionizantes. As radiações ionizantes possuem energia suficiente para ionizar os átomos e moléculas com as quais interagem; dessas, as mais conhecidas são os raios X, raios alfa, raios beta, raios gama e radiações corpusculares como prótons e nêutrons que são emitidos nos decaimentos radioativos. As radiações não ionizantes não possuem energia suficiente para ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem, sendo as mais conhecidas a luz visível, o infravermelho, o ultravioleta, as micro-ondas, a corrente elétrica e os campos magnéticos estáticos.

Há muitos usos para as radiações. Depois da leitura da seção, pode-se conversar sobre a radiação ionizante, uma vez que os estudantes já entraram em contato com o modelo do átomo de Bohr. Em seguida, é interessante propor uma pesquisa sobre os riscos e os usos dessas radiações. Confira a sugestão do *Conheça também* a seguir para orientar os temas da pesquisa.

#### Conheça também

##### Meio ambiente, radiações ionizantes e não ionizantes

- O texto sugerido contém o relato de uma atividade sobre radiação envolvendo estudantes de ensinos fundamental, médio e universitário.

Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/142336>>. Acesso em: nov. 2018.

- Além de páginas da internet, há vasta bibliografia nacional e atualizada, como o livro *Radiação: efeitos, riscos e benefícios*, de OKUNO, Emico. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.



Um dentista utiliza luz ultravioleta para acelerar a fixação de resina no dente de seu paciente. A radiação ultravioleta também é usada em muitos tipos de tratamentos médicos.

Uma das maneiras pelas quais as ondas eletromagnéticas são geradas é a vibração ou oscilação de um elétron em torno de uma posição de equilíbrio. Por exemplo, ao longo de uma antena emissora de rádio, os elétrons se movem em movimento de vaivém. Essa energia de movimento do elétron se propaga pelo espaço em todas as direções, na forma de ondas eletromagnéticas. Essas ondas transportam energia de natureza elétrica e magnética pelo espaço, e não precisam do ar ou de nenhum outro meio material para se propagar.

Assim, é possível afirmar que uma onda, seja de natureza mecânica, seja de natureza eletromagnética, é um fenômeno que transporta energia sem, no entanto, transportar matéria.

### Quem já ouviu falar em...

#### ... radiação?

Acidentes nucleares, radioterapia, radiação emitida por aparelhos eletrônicos... Quantos desses e outros assuntos que envolvem a palavra radiação são discutidos constantemente por jornais, revistas, programas de TV e conversas cotidianas? Mas, afinal, o que é radiação?

Assim como o calor, que é energia térmica transferida entre corpos, a radiação pode ser definida como **energia em trânsito**, mais precisamente um tipo de energia que é emitida por uma fonte, sob a forma de partículas (matéria) ou ondas, e que se propaga pelo espaço em qualquer ou em nenhum meio (como é o caso das ondas eletromagnéticas).

Quando falamos em radiação eletromagnética, estamos nos referindo à energia da própria onda eletromagnética, que se propaga pelo vácuo e por meios materiais, sem que haja transferência de matéria ou perda de energia. Ou seja, a radiação eletromagnética, presente ao nosso redor pela emissão de ondas de rádio e TV ou por aparelhos eletromagnéticos, por exemplo, não interage com nossos corpos e, até onde se sabe, não nos causa qualquer efeito. Já outros tipos específicos de radiação eletromagnética, como raios UV emitidos pelo Sol e os raios X utilizados em exames médicos, podem interagir de forma negativa com as células.

Quando falamos em **radiação na forma de partículas**, também chamada **radiação corpuscular**, estamos nos referindo à energia de partículas atômicas que, ao se propagarem por meios materiais, transferem sua energia à matéria, ou seja, não são uma onda. Quando o meio material é um corpo humano, ou de qualquer ser vivo, a energia transferida pela radiação pode quebrar as moléculas presentes nas células, o que, quando ocorre em grandes quantidades, pode causar **mutações, morte celular** ou **câncer**. Esse é o tipo de radiação envolvido, por exemplo, em acidentes nucleares e em alguns tipos de radioterapia.

Locais onde se realizam exames e tratamentos que utilizam radiação devem ser identificados e isolados para evitar que pessoas que não estão realizando o procedimento sejam expostas à radiação.



#### Leitura complementar

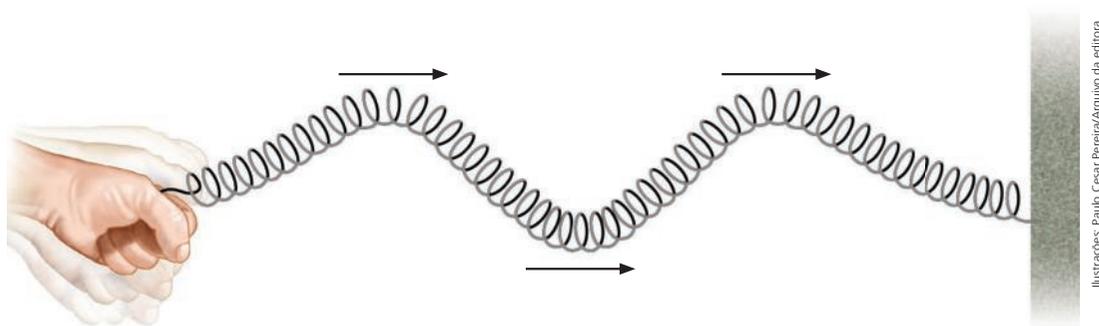
[...] Existem diversos tipos de ondas elásticas que são liberadas quando ocorre um terremoto. Os tipos mais importantes são:

- ondas P (ou primárias) – movimentam as partículas do solo comprimindo-as e dilatando-as. A direção do movimento das partículas é paralela à direção de propagação da onda;
- ondas S (ou secundárias) – movimentam as partículas do solo perpendicularmente à direção da propagação da onda.

As ondas P propagam-se pela crosta terrestre com velocidade típica de 6 a 8 km/s em rochas consolidadas; a velocidade das ondas S é tipicamente 0% a 70% da velocidade da onda P no material. Apesar de a velocidade das ondas variar com as propriedades das rochas (densi-

### 3 Classificação de ondas quanto à direção de propagação

Observe a ilustração abaixo. Procure comparar a maneira como as ondas são geradas e como se propagam através do meio elástico da mola.



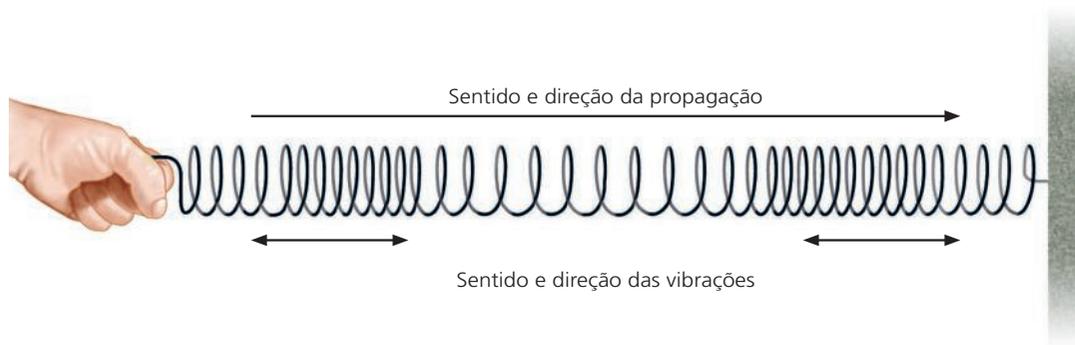
Ilustrações: Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

Exemplo de produção de onda com mola presa em uma de suas extremidades, sendo perturbada em intervalos regulares de tempo na outra extremidade. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

No exemplo representado na ilustração, a deformação provocada pelo movimento brusco da mão da pessoa sobre a mola é feita na direção vertical: as perturbações vieram de movimentos para cima e para baixo. No entanto, a propagação dessas perturbações se deu na horizontal.

Em casos como esse, em que a direção da perturbação provocada no meio é perpendicular à direção em que a onda se propaga, dizemos que as ondas são **transversais**. No exemplo acima, a perturbação segue o movimento descrito pela fonte causadora das ondas, que é a mão da pessoa se movendo para cima e para baixo.

Veja, agora, outro exemplo.



Puxando-se a extremidade da mola para a frente e para trás, surgem regiões de mola contraída e esticada que se propagam até a extremidade fixa da mola. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

No exemplo representado acima, a onda se propaga na **mesma direção** que a perturbação gerada pela fonte – no caso, essa direção é horizontal. Ondas assim são chamadas **ondas longitudinais**.

### Orientações didáticas

Se possível, faça uma demonstração usando uma mola elástica para gerar perturbações transversais e longitudinais. Marque um ponto sobre a mola e imponha uma perturbação na mesma direção da propagação; os estudantes poderão notar que o ponto oscila para a frente e para trás e depois se mantém na mesma posição. Se a perturbação for imposta na direção vertical, eles poderão observar o ponto oscilando para cima e para baixo, e a manutenção da posição depois que a perturbação avança.

Para ampliar os assuntos tratados na página, é possível abordar as ondas sísmicas como exemplos de ondas mecânicas longitudinais e transversais. Além de despertar a curiosidade dos estudantes, esse tema pode complementar o estudo de ondulatória sob o ponto de vista da geologia e dos fenômenos naturais. Para saber mais, consulte o texto sugerido na *Leitura complementar* desta e da página anterior.

dade, rigidez, compressibilidade), a razão entre a velocidade das ondas P e S é praticamente constante. Isto permite que, observando o tempo de chegada destas ondas, possamos estimar a distância do local onde ocorreu o sismo (basta multiplicar o tempo S-P, em segundos, pela velocidade de 8 km/s para uma estimativa grosseira da distância entre o foco e a estação).

As ondas sísmicas são registradas por sismógrafos, equipamentos sensíveis que detectam e registram o movimento das partículas do solo em uma determinada direção. A diferença no tempo de chegada das ondas S e P pode fornecer a localização do epicentro do terremoto, se ele for adequadamente registrado por no mínimo três estações.

TERREMOTOS. *Investigando a Terra 2000*. Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/siae98/terremoto/terremotos.htm>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Os exemplos que os estudantes dessa faixa etária poderão considerar mais significativos para ondas periódicas são a corrente alternada e o eletrocardiograma, exame que mapeia a atividade do coração. Busque levantar exemplos e experiências prévias que eles possam com esse tipo de onda.

A corrente alternada ocorre em um circuito elétrico quando os elétrons oscilam em movimento de vaivém; no caso brasileiro, em que a frequência da rede é de 60 hertz, o sinal da corrente inverte 60 vezes por segundo; em outras palavras, são gerados 60 desses pulsos em um segundo.

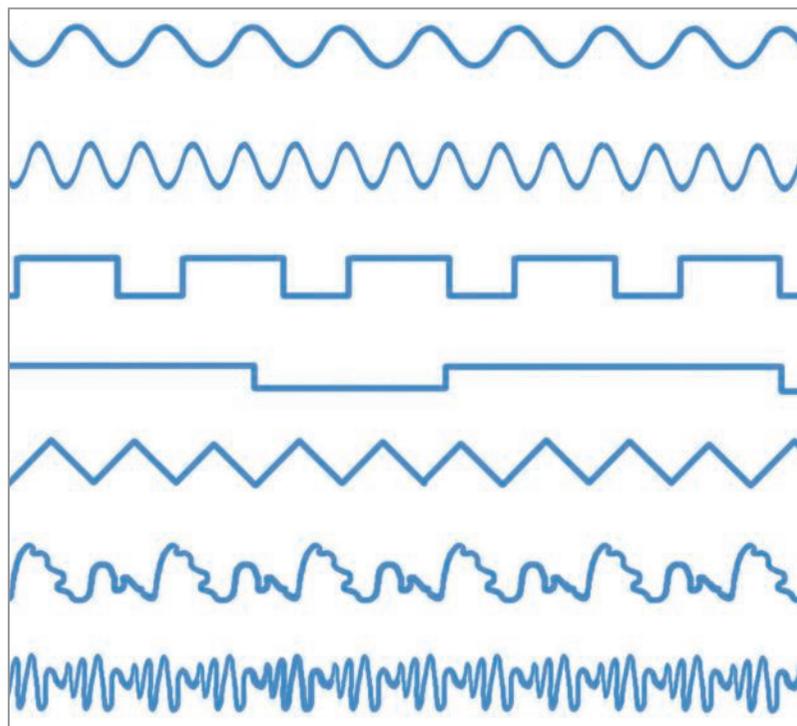
## 4 Ondas contínuas e periódicas

Nos exemplos que vimos das ondas provocadas em uma mola, imagine que a mão da pessoa faça um único movimento brusco de sobe e desce, parando logo em seguida. Então, uma única perturbação foi provocada no meio. Independentemente de ser uma onda transversal ou longitudinal, essa única perturbação se propagará pela mola sob a forma de um **pulso**.

Se, no entanto, os movimentos vibratórios forem executados pela fonte seguidamente, e **regularmente no tempo**, os pulsos de onda formarão um **trem de ondas**, que é o conjunto de pulsos emitidos por uma fonte em movimento oscilatório. Por "regularmente no tempo" queremos dizer que cada movimento de vaivém da fonte tem a mesma duração de tempo e se repete assim que é completado. É como se a mão da pessoa, no exemplo da onda transversal da página anterior, fizesse uma série de movimentos para cima e para baixo, sem interrupção entre eles, e com a mesma duração de tempo.

As ondas originadas desse modo são **contínuas e periódicas**. Contínuas porque os pulsos de onda são formados continuamente, e periódicas porque cada pulso é gerado a intervalos iguais de tempo. Esse intervalo de tempo é o **período** da onda.

As ondas contínuas e periódicas podem apresentar vários aspectos. Observe na representação esquemática que em cada trem de ondas é possível identificar a repetição do padrão da onda. Cores fantasia.



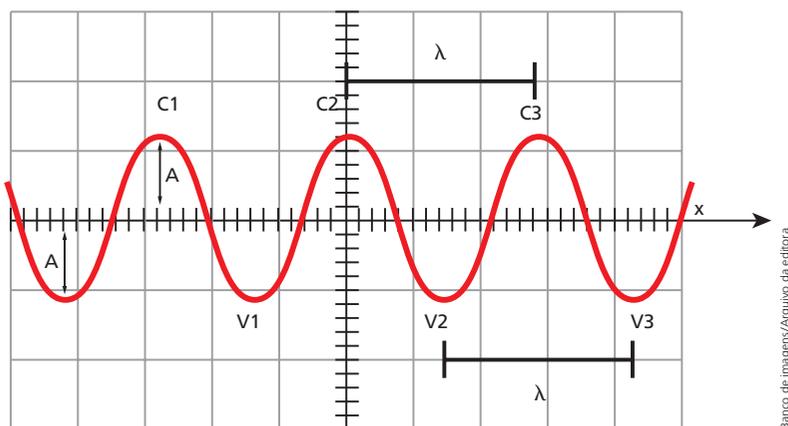
O som da nossa voz é gerado pela vibração das pregas vocais, localizadas na laringe. Essa vibração é um movimento contínuo. Por isso, as ondas sonoras assim geradas são ondas contínuas.

As ondas emitidas por uma estação de rádio são geradas pelo movimento contínuo e periódico dos elétrons na antena transmissora.

## Elementos de uma onda periódica

O que vamos representar a seguir é um modelo para qualquer onda periódica, cujo formato se repete ao longo do trem de ondas e se propaga ao longo do tempo. Vamos dar nomes mais formais às partes de uma onda.

O gráfico a seguir mostra um eixo horizontal, designado por  $x$ , que é chamado **eixo de propagação**, pois indica a direção e o sentido da propagação da onda. O gráfico representa um momento de um movimento ondulatório contínuo e periódico, que se propaga na horizontal, da esquerda para a direita (o sentido positivo do eixo  $x$ ).



Banco de imagens/Arquivo da editora

Os pontos C1, C2 e C3 são os pontos mais altos da onda, chamados **cristas** ou **picos** da onda. Cada um deles, C1, C2 e C3, localiza o pico de um pulso diferente. Eles não são pontos fixos no espaço: embora imaginários, todos viajam com a onda na direção do eixo  $x$ , à mesma velocidade ao longo do tempo. Os pontos V1, V2 e V3 representam os **vales** ou as **depressões** da onda, que são os pontos mais baixos atingidos por ela.

O gráfico acima destaca também a **amplitude (A)** da onda. É o comprimento medido do eixo de propagação até um dos picos ou um dos vales da onda por uma perpendicular ao eixo. Assim, a amplitude corresponde à metade da distância entre uma crista e um vale, ao longo de uma reta perpendicular ao eixo.

Quando a fonte produz uma oscilação completa (por exemplo, um vai-vém completo da mão sobre a mola, ou um sobe e desce na vertical etc.), um pulso de onda é transmitido pelo meio. Esse pulso, que se compõe de uma crista e um vale, é a menor unidade de uma onda. O comprimento desse pulso é chamado **comprimento de onda** e simbolizado pela letra grega  $\lambda$  (lambda).

As definições a seguir para o comprimento de onda são equivalentes:

- distância, ao longo do eixo de propagação, entre dois picos consecutivos;
- distância, ao longo do eixo de propagação, entre dois vales consecutivos.

O comprimento de onda é uma medida de deslocamento em uma dada direção no espaço; logo, no SI (Sistema Internacional de Unidades), essa medida é expressa em metros, seus múltiplos e submúltiplos.

## Orientações didáticas

Comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação são características intrínsecas da vibração, enquanto a amplitude depende da potência da fonte emissora, que tende a diminuir com a distância da fonte geradora. Esse fato é perceptível no caso do som e das micro-ondas. Mas o principal efeito da atenuação acontece com a luz do Sol e outras radiações quando atravessam a atmosfera. Esse efeito tem o nome de **extinção atmosférica**.

A atmosfera deixa passar praticamente toda a luz na faixa do visível, que corresponde a comprimentos de onda entre 350 nm e 650 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), mas absorve fortemente as radiações de outros comprimentos de onda, como o ultravioleta e o infravermelho. Então, a luz que chega das estrelas até nós é, de certa forma, filtrada pela atmosfera e, assim, a informação que recebemos delas é incompleta. Isso justifica a construção de telescópios espaciais como o Hubble e o James Webb. Trata-se de telescópios astronômicos que recebem a luz de posições além da atmosfera, em órbitas bem determinadas e controladas.

Moléculas gasosas, poeira e fumaça que existem na atmosfera difundem a luz em todas as direções. Esse efeito é tanto maior quanto maior for a camada de atmosfera que a luz deve atravessar. É por isso que vemos o Sol vermelho próximo ao horizonte.

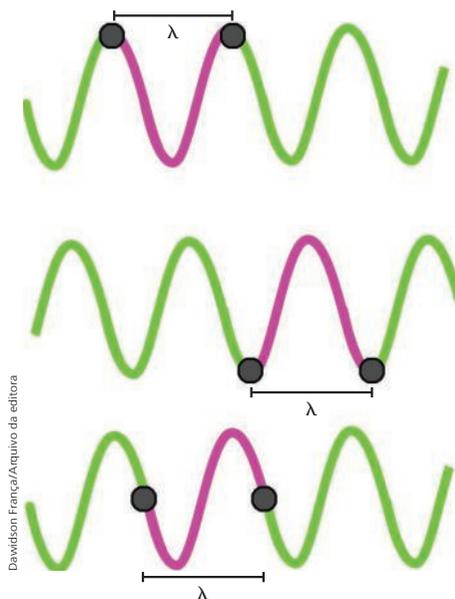
Além da extinção atmosférica, devemos levar em conta a extinção interestelar, que se deve à existência de poeira interestelar concentrada principalmente no plano da Via Láctea e que também extingue a luz dos corpos celestes. Esse efeito depende da direção em que se encontra o corpo celeste, uma vez que a distribuição de matéria na nossa galáxia não é homogênea.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

Na atividade 1, os estudantes podem citar como resposta as ondas formadas na superfície de um lago quando se atira uma pedra. Conforme os círculos de ondas vão se afastando do ponto onde houve a perturbação, a amplitude vai diminuindo, ou seja, vai ocorrendo dissipação de energia.

Na atividade 2, a afirmação de Leonardo da Vinci representa a característica das ondas de se propagar sem transportar a matéria. Como outros exemplos de ondas, os estudantes podem mencionar as ondas sonoras, as ondas sísmicas, as ondas mecânicas em molas ou mesmo as ondas eletromagnéticas, como a luz.



Davidson França/Arquivo da editora

Existem ondas cujo comprimento de onda pode chegar a dezenas de quilômetros, como é o caso das ondas de rádio. Já as ondas da radiação ultravioleta têm comprimento inferior a  $1 \mu\text{m}$ , menor que o diâmetro de uma bactéria.

Se não houver dissipação de energia no sistema físico onde as ondas são geradas, nem no meio em que as ondas se propagam, a amplitude se conserva. Isso acontece mais comumente na produção de ondas eletromagnéticas no alto vácuo do espaço sideral, longe de planetas e estrelas. À nossa volta, é muito mais comum haver dissipação, porque sempre ocorre algum atrito entre as partes do meio pelo qual a onda se propaga.

Em qualquer um dos três casos ao lado, o comprimento horizontal destacado em roxo equivale a um comprimento de onda. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### Aplique e registre

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

1. Escreva no caderno exemplos de ondas em que ocorre dissipação de energia, tendo como consequência a diminuição gradual da amplitude da onda.
2. Leonardo da Vinci (1452-1519) nasceu em Vinci, próximo a Florença, na Itália, filho do casal Piero e Catarina. Ao revelar vocação para pintura e desenho, empregou-se como aprendiz do escultor e pintor Andrea dei Verrocchio. Dedicou-se também ao estudo de Anatomia, Física, Botânica, Geologia e Matemática. Dentre os diversos temas, estudou também a respeito das ondas, sendo dele a seguinte afirmativa: "É frequente que uma onda de água fuja de seu local de origem, enquanto a água não; como as ondas criadas pelo vento num campo de trigo, onde vemos as ondas correndo através do campo, enquanto os pés de trigo permanecem no mesmo lugar".
  - a) O que Da Vinci quis dizer com essa afirmação?
  - b) Cite outros exemplos de ondas além dos mencionados por Da Vinci.

Não escreva no livro



Sheila Terry/SP/Alamy

Leonardo da Vinci.

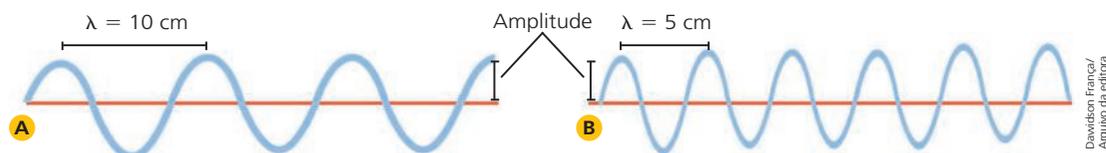
## Frequência e período de uma onda periódica

Podemos entender uma onda periódica como aquela que é formada por ciclos, ou seja, por uma repetição regular de unidades de onda. Reveja o exemplo do pedaço de rolha ilustrado no início deste capítulo. Se as ondas ali consideradas forem periódicas, então a rolha flutuante atingirá um pico sempre após intervalos iguais de tempo.

Suponha que alguém tenha medido os instantes de tempo em que a rolha tenha atingido um pico. Essa pessoa vê que, a cada 1 segundo, a rolha atinge o ponto mais alto da onda. Logo em seguida ela desce, faz o movimento circular e, após 1 s, ela está novamente no ponto mais alto.

Esse intervalo de tempo é chamado **período** da onda periódica e é representado pela letra **T**. No exemplo que demos,  $T = 1$  s. Mas já sabemos que, entre dois picos consecutivos, a distância medida ao longo do eixo de propagação corresponde ao comprimento de onda ( $\lambda$ ).

Então, o período pode também ser entendido como o tempo que a onda leva para percorrer a distância igual ao seu comprimento de onda. Ou, ainda, é o tempo para um ciclo completo que gera um pulso de onda. Observe a ilustração a seguir.



Representações de ondas periódicas. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Duas ondas periódicas diferentes, representadas nos casos **A** e **B**, propagam-se ao longo do mesmo eixo na horizontal, da esquerda para a direita. Elas têm mesma amplitude, porém a onda do caso **A**, à esquerda, tem um comprimento de onda duas vezes maior que o da onda em **B**.

Supondo que ambas estão viajando para a direita, qual das ondas se propaga mais rapidamente? Vejamos, já que a velocidade de um corpo depende do **deslocamento** e do **intervalo de tempo** em que esse deslocamento é feito.

Retomemos o exemplo da rolha. Digamos que, sob as ondas do caso **A**, a rolha atinge um pico de onda a cada 1 s. Essa onda tem comprimento  $\lambda_A = 10$  cm. Se a rolha flutua sobre as ondas do caso **B**, num outro lago, ela atinge um pico a cada 0,5 s.

Vamos calcular a velocidade da onda **A**:

- Qual a unidade de deslocamento da onda **A**? Seu comprimento de onda é  $\lambda_A = 10$  cm.
- Qual o intervalo de tempo necessário para que essa onda percorra esse deslocamento de 1 comprimento de onda?  $T = 1$  s.

Portanto, a onda **A**, percorre 10 cm em 1 s. Logo, sua velocidade é de:

$$v_A = 10 \text{ cm}/1 \text{ s} = 10 \text{ cm/s}$$

ou, se preferirmos:

$$v_A = 0,1 \text{ m/s}$$

### Aplique e registre

- Faça agora o cálculo para a onda **B**, que segue o mesmo raciocínio:

- Qual a unidade de deslocamento da onda **B**? Seu comprimento de onda é  $\lambda_B = 5$  cm.
- Qual o intervalo de tempo necessário para que essa onda percorra esse deslocamento de 1 comprimento de onda?  $T = 0,5$  s.
- Qual a velocidade da onda **B**?

A onda **B** percorre 5 cm em 0,5 s. Logo, sua velocidade é de:  $v_B = 5 \text{ cm}/0,5 \text{ s} = 10 \text{ cm/s} \Rightarrow v_B = 0,1 \text{ m/s}$ .



Não escreva no livro

## Orientações didáticas

A seguir apresentamos alguns comprimentos de onda mais comuns no dia a dia. A luz visível varia de 400 nm a 700 nm, as ondas sonoras audíveis a 25 °C podem variar de 17,20 mm a 17,20 m, do som mais agudo ao mais grave, respectivamente. O comprimento de onda de tsunamis em alto-mar pode variar de 10 km a 500 km, as ondas de rádio AM podem variar de 60 m a milhares de quilômetros e as ondas FM, de 2,8 m a 3,4 m.

### Aplique e registre

Com base em cálculos simples, as atividades visam auxiliar os estudantes na compreensão dos conceitos de comprimento, intervalo e velocidade de ondas. Se necessário, confira se houve dificuldade e retome os exemplos apresentados no texto.

## Orientações didáticas

Pergunte aos estudantes se conhecem ou já ouviram falar na unidade de medida hertz [Hz]. É possível que eles mencionem as ondas de rádio ou de telefonia móvel (celulares). Ressalte que ondas eletromagnéticas de rádio podem ser categorizadas pelas suas frequências:

- AM – tipicamente em kHz;
- FM – tipicamente em MHz.

As emissões de TV são feitas a partir de 50 MHz. É costume classificar as ondas de TV em bandas ou faixas de frequência:

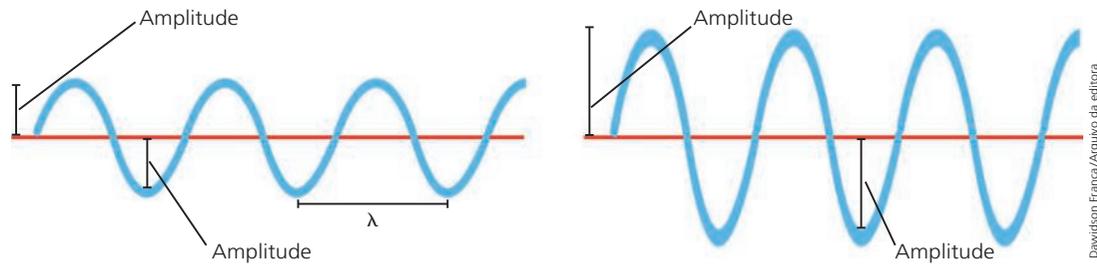
- VHF: *very high frequency* – 54 MHz a 216 MHz, correspondentes aos canais de 2 a 13)
- UHF: *ultra-high frequency* – 470 MHz a 890 MHz, correspondentes aos canais de 14 a 83)

Na telefonia móvel, a frequência varia de 700 MHz a 2,5 GHz, dependendo da operadora. Mais detalhes sobre as ondas sonoras serão explorados no capítulo 10.

Confira a *Leitura complementar* a seguir para conhecer mais sobre Heinrich Hertz (1857-1894), físico cujo nome foi dado à unidade de medida da frequência das ondas. O conteúdo pode aprofundar o seu conhecimento e também pode ser apresentado aos estudantes como forma de valorizar a ciência como construção humana e histórica.

Duas ondas com comprimentos de onda diferentes podem, portanto, ter a mesma velocidade. Basta que a razão entre  $\lambda$  e  $T$  seja igual. Considere também que esse resultado não depende da amplitude da onda.

Observe o exemplo a seguir.



Representações de ondas periódicas. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

As duas ondas têm amplitudes diferentes, mas o mesmo comprimento de onda. Se, além disso, tiverem o mesmo período, elas apresentarão a mesma velocidade de propagação.

Voltando agora aos exemplos **A** e **B** da página anterior: quando dissemos que  $T = 1$  s para a onda **A**, isso significa que a rolha flutuante completa um ciclo de 1 pulso a cada 1 s. Nesse mesmo intervalo de tempo de 1 s, quantos ciclos a onda **B** consegue completar?

O período da onda **B** é de 0,5 s. Significa que, em apenas 0,5 s, a onda completa 1 ciclo, ou seja, a rolha atinge dois picos seguidos em apenas 0,5 s de intervalo de tempo. Sendo assim, quantos ciclos (ou picos seguidos atingidos pela rolha) a onda **B** completa em 1 s?

Pensando na proporcionalidade entre o número de ciclos e o tempo:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ciclo} \text{ ————— } 0,5 \text{ s} \\ x \text{ ————— } 1 \text{ s} \\ x = 2 \text{ ciclos} \end{array}$$

Por ter metade do período da onda **A**, a onda **B** realiza o dobro de ciclos completos por segundo. Essa medida, dada em ciclos por segundo, é a **frequência** da onda, ou seja, quantos ciclos uma onda completa por unidade de tempo. No caso do SI, essa unidade de tempo é de 1 s.

Há uma expressão matemática que relaciona a frequência com o período de maneira prática:

$$f = \frac{1}{T}$$

em que **f** é a frequência da onda e **T** é o período da onda.

Como o período **T** é dado em segundos, a unidade de medida de frequência, no SI, é o inverso do segundo  $\frac{1}{s} = s^{-1}$ . Essa unidade recebe o nome de **hertz**, cujo símbolo é **Hz**.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Calcule no caderno a frequência da onda **A**, sabendo que seu período é de 1 s. Interprete seu significado por extenso, ou seja, escreva o que o resultado encontrado significa.

$f = 1/(1 \text{ s}) = 1 \text{ s}^{-1} = 1 \text{ Hz}$ . Portanto, a onda **A** realiza um ciclo completo a cada 1 s, ou, ainda, percorre a distância de  $1 \lambda$  por segundo.

212

### Leitura complementar

Heinrich Rudolf Hertz nasceu no dia 22 de fevereiro de 1857, em Hamburgo, na Alemanha, e foi um dos maiores físicos de todos os tempos na área eletromagnética.

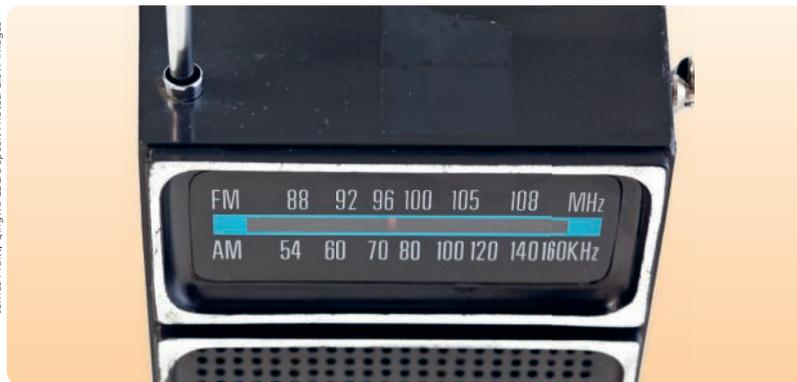
No ano de 1865, James Maxwell (1831-1879) conseguiu, através de equações, provar a existência das ondas eletromagnéticas. Mas foi 23 anos depois que Hertz, após dias sem descanso, conseguiu comprovar em seu laboratório escuro, na universidade em que lecionava, que existem semelhanças entre as ondas eletromagnéticas e as luminosas. Ele descobriu, utilizando um transmissor de ondas, por ele construído, que ambas se propagam a 300 mil quilômetros por segundo, constatando que elas se refletem e se refratam, e sofrem os mesmos fenômenos de interferência e difração, podendo também ser polarizadas. O nome da unidade de medida da frequência dessas ondas é hertz (Hz), em sua homenagem.

## ● Relação entre as unidades de frequência

Conforme já falamos, as ondas podem ter os mais variados comprimentos de onda. O mesmo pode acontecer com a frequência delas. Por isso, os múltiplos e submúltiplos do hertz (Hz) são muito utilizados. Os principais são:

- 1 kHz (quilohertz) = 1 000 Hz ou  $10^3$  Hz
- 1 MHz (megahertz) = 1 000 000 Hz ou  $10^6$  Hz
- 1 GHz (gigahertz) = 1 000 000 000 Hz ou  $10^9$  Hz

Em um rádio analógico, você pode observar no painel (*dial*) as possíveis sintonias para estações de rádio: os números indicados representam as frequências da radiação eletromagnética, em megahertz (MHz).



James Pruitt, Qingwa LLC/Deposit Photos/Glow Images

Os valores indicados no painel do aparelho de rádio mostram as frequências de estações AM (amplitude modulada) e de estações FM (frequência modulada).

## ● Velocidade de propagação de uma onda

Vimos anteriormente como a velocidade de propagação de uma onda pode ser calculada. Ela é a razão entre o comprimento de onda  $\lambda$  e o correspondente período  $T$ :

$$v = \frac{\text{distância percorrida em 1 ciclo}}{\text{tempo de 1 ciclo}} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T}$$

Mas, como já sabemos que  $f = \frac{1}{T}$ , basta substituir a fração  $\frac{1}{T}$  por  $f$  na definição de velocidade:

$$v = \lambda \cdot f$$

Como as duas fórmulas apresentadas são equivalentes, podemos utilizar uma ou outra conforme os dados do problema. No exemplo que resolvemos na página 211, utilizamos a primeira porque o período já era dado diretamente pelo problema.

Vamos analisar um caso de onda eletromagnética, do qual já vimos algumas aplicações práticas: a radiação UV, ou ultravioleta.

A radiação UV pode ter comprimentos de onda que variam de cerca de 400 nm a 10 nm (1 nm = 1 nanometro =  $1 \cdot 10^{-9}$  m = 1 bilionésimo do metro). Suponha uma onda UV cujo comprimento de onda seja igual a 100 nm. Nessa condição, no vácuo, a frequência da onda é de aproximadamente  $3 \cdot 10^{15}$  Hz. Vamos calcular a velocidade de propagação dessa onda:

$$v = \lambda \cdot f = (100 \text{ nm}) \cdot (3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}) = (100 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}) \cdot (3 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}) \Rightarrow \\ \Rightarrow v = 3 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{15} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

## ! Orientações didáticas

Período e frequência são grandezas inversamente proporcionais. São, também, grandezas inversas.

Apesar de o reconhecimento de fórmulas não ser um objetivo nesse momento, as três grandezas que caracterizam a onda – o comprimento  $\lambda$ , a frequência  $f$  e a velocidade de propagação  $v$  – se relacionam por meio da equação fundamental da ondulatória:  $v = \lambda \cdot f$ . Como vimos, essas grandezas podem ser relacionadas por meio da reflexão sobre o significado das unidades.

### Atividade extra

Conduza com os estudantes uma pesquisa sobre os comprimentos de onda dos sinais de celular. Aproveite as informações para calcular as respectivas frequências quando as ondas eletromagnéticas forem detalhadas.

Em 1889, inicia uma nova pesquisa na Universidade de Bonn sobre a descarga de eletricidade em gases rarefeitos, porém anos depois, em 1<sup>a</sup> de janeiro de 1894, morre vítima de envenenamento do sangue, um ano depois de ter feito uma cirurgia na orelha, para a retirada de um tumor.

Hertz foi um físico brilhante, pois seus estudos auxiliaram no desenvolvimento do rádio, da televisão, do radar e do telégrafo, e assim, mensagens podiam ser enviadas a longas distâncias e, conseqüentemente, o conhecimento humano.

RIBEIRO, Sanderson. Heinrich Hertz (1857-1894). Grupo PET Física – UNICENTRO, 29 set. 2016. Disponível em: <<https://sites.unicentro.br/wp/petfisica/2016/09/29/heinrich-hertz-1857-1894/>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

A investigação sobre a natureza da luz pode ser interessante de ser explorada com os estudantes, considerando o longo histórico de experimentos e a ampla variedade de hipóteses reformuladas ao longo do tempo. Ao optar por essa abordagem, trabalha-se a construção do conhecimento científico como um empreendimento humano sob contínua avaliação com base em novos modelos e evidências. Para conhecer mais sobre o estudo da dualidade partícula-onda, confira a *Leitura complementar* a seguir.

### Leitura complementar

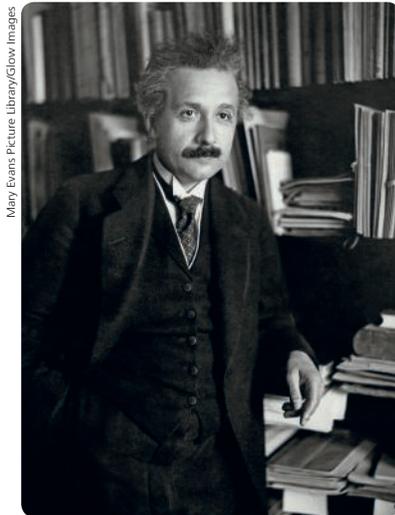
[...] No final do século XIX e começo do século XX, estava estabelecido que a luz era uma onda eletromagnética. Observava-se que a luz apresentava os fenômenos de interferência e difração, característicos do comportamento de uma onda. As equações do eletromagnetismo [...] demonstravam que a luz era a propagação ondulatória da combinação de campos elétricos e magnéticos.

Podemos verificar o fenômeno da difração na luz se incidirmos, por exemplo, uma luz branca, como a de uma lanterna, na superfície de um CD gravado. A luz refletida mostrará cores diferentes à medida que mudarmos o ângulo de incidência da luz sobre o CD. Isso acontece porque, ao interagir com os sulcos entre as trilhas gravadas na superfície do CD (que têm aproximadamente a mesma ordem de grandeza do comprimento de onda da luz visível), as diversas frequências (cores) que compõem o espectro luminoso se dividem e passam a se propagar em novas frentes de ondas.

Por outro lado, um fenômeno da luz primeiramente observado pelo físico Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891) e confirmado pelo físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) não tinha uma explicação plausível. Trata-se do efeito fotoelétrico, ou seja, o surgimento de corrente elétrica quando se incide luz sobre um metal. [...]

Em 1905, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) explicou o efeito fotoelétrico introduzindo o conceito de quantum de luz, que mais tarde ficou conhecido como fóton.

Segundo Einstein, para remover um elétron ligado aos átomos de metal, seria necessário fornecer energia suficiente para que ele escapasse do material. Essa energia deveria ser proporcional à frequência da luz incidente multiplicada por uma constante física fundamental chamada constante de Planck [...]



Mary Evans Picture Library/Glow Images

Essa é a velocidade aproximada com que toda onda eletromagnética se propaga no vácuo. Vale, portanto, para as ondas de rádio e para a luz visível. Na presença da atmosfera, esse valor é um pouco menor, mas a potência de 10 ainda é  $10^8$  m/s.

Pelas leis da Física Moderna, devidas em grande parte ao físico alemão Albert Einstein (1879-1955), a velocidade de propagação da onda eletromagnética no vácuo é a maior velocidade que pode ser medida na natureza, em qualquer referencial. Ainda não foram encontradas exceções, isto é, corpos que, comprovadamente, atinjam velocidades superiores às das ondas eletromagnéticas no vácuo.

- Albert Einstein, físico alemão que, em 1905, publicou importantes artigos, entre os quais estava “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”, que daria origem à sua teoria da relatividade geral. Com suas ideias, Einstein viria a revolucionar o estudo da Física.

## 5 Luz: um fenômeno eletromagnético

Por muito tempo, a natureza da luz e da visão intrigou o ser humano. O filósofo grego Platão, no século IV a.C., acreditava que conseguíamos enxergar porque partículas emitidas por nossos olhos se espalhavam e refletiam nos objetos. Se isso fosse verdade, porém, enxergaríamos até no escuro.

Outras civilizações, além da grega, também tentaram entender o fenômeno. O físico e matemático árabe Ibn al-Haytham (965-1040), por exemplo, introduziu o conceito de raio de luz, afirmando ser ela que traria a informação captada pelos olhos. Depois deles, muitos outros vieram, até que o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) explicasse como se dá o processo da visão.

Quando observamos o mundo à nossa volta, não conseguimos imaginar como veríamos as coisas sem a presença de luz. Mesmo sem saber o que de fato ela é, percebemos seus efeitos quando o Sol emite luz própria, atinge a superfície da Terra e faz surgir a sombra de alguns objetos. O ser humano aprendeu a fabricar luz de modo artificial, com as lâmpadas, por exemplo, mas sempre utilizando fenômenos simples da natureza a seu favor. Vamos estudar a seguir algumas das principais propriedades da luz, isto é, como ela se comporta nos mais diversos meios.

Como vimos anteriormente, ao contrário das ondas mecânicas, que somente podem se propagar em meio material, as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo. Mas, afinal, como elas são geradas?

Quando elétrons, partículas do átomo dotadas de carga elétrica negativa, fazem um movimento oscilatório num meio, eles emitem ondas no espaço. São ondas periódicas que transportam energia de natureza elétrica e magnética em todas as direções do espaço – as ondas eletromagnéticas.

A luz corresponde a ondas eletromagnéticas que o olho consegue ver, a chamada luz visível.

Dessa forma, Einstein propôs que a luz se comportava como se fosse um fluxo de partículas de energia, ao contrário do que todos os experimentos sobre a natureza da luz tinham mostrado. [...]

OLIVEIRA, Adilson. Onda ou partícula? Uma questão de interpretação. *Ciência Hoje*, 24 maio 2013. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/onda-ou-particula-uma-questao-de-interpretacao/>>. Acesso em: nov. 2018.

## Quem já ouviu falar em...

### ... dispositivo *laser*?

A luz branca de uma lâmpada comum emite raios de diferentes comprimentos de onda. É a soma desses comprimentos de onda que gera a luz branca.

O dispositivo *laser* é um pequeno aparelho capaz de produzir um feixe de luz constituído de apenas um comprimento de onda, ou seja, uma luz pura, de frequência única. Além disso, todas as ondas emitidas pelo dispositivo vibram de forma sincronizada, ao mesmo tempo.

A luz emitida por um dispositivo *laser* propaga-se em uma linha reta bem definida, não se espalhando pelo ambiente, e é muito intensa.

Uma aplicação do *laser* é a leitura de DVDs e de discos *Blu-ray*. O disco armazena informações na forma de pequenas marcas em sua superfície. No aparelho de som, ou de vídeo, essas marcas refletem a luz do *laser* para um detector que converte esse sinal luminoso em pulsos elétricos.

A palavra *laser* é formada por iniciais da expressão inglesa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, cuja tradução é “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”.

### Cirurgia a *laser*

Os dispositivos *lasers* eram utilizados desde a década de 1960, principalmente em tratamentos da pele, mas seu uso evoluiu com rapidez e atualmente são utilizados em diversas cirurgias, como as de pele, de estômago e intestinos, em cirurgias plásticas, em odontologia e em cirurgias de correção da visão.

### Aplique e registre



Não escreva no livro

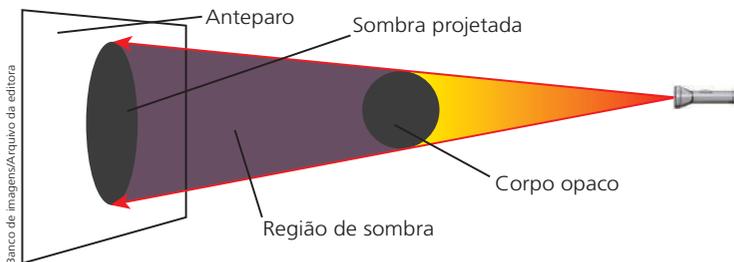
- Reúna-se com os colegas e consultem *sites*, revistas e outras fontes, procurando descobrir algumas aplicações do *laser* relacionadas ao desenvolvimento tecnológico na indústria, na Medicina ou em outras atividades. Redijam um texto a respeito do assunto. [Veja subsídios nas Orientações didáticas.](#)

### Propriedades elementares da luz

A luz pode ser representada por raios de **trajetória retilínea**. Um raio é uma maneira de representar um dos eixos de propagação de uma onda. Assim, ao falarmos em **raios luminosos**, estamos nos referindo à trajetória em linha reta da propagação da luz.

#### ● Propagação retilínea da luz

Observe o que acontece quando queremos projetar, em um anteparo, a sombra de um corpo opaco. A fonte de luz tem um tamanho tão pequeno que pode ser desprezado; chamamos, então, de **fonte puntiforme de luz**.



- Representação esquemática de projeção da sombra de um corpo opaco. Observe que a sombra preserva a forma do corpo sob a incidência da luz. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas Quem já ouviu falar em...

Apesar de tratarmos a luz como onda eletromagnética, também podemos interpretá-la como um conjunto de pequeníssimas partículas chamadas fótons, detentores da energia transportada. A ideia básica do funcionamento do *laser* é desencadear uma avalanche de fótons coerentes, isto é, todos com a mesma frequência, fase, polarização e, principalmente, direção de propagação.

Qual é a cor do *laser*? Isso depende do processo de fabricação e das características eletrônicas do material utilizado. Isso significa que, para cada cor, é necessário usar um conjunto diferente de materiais e montá-los em uma estrutura específica. Por exemplo, no caso do *laser* vermelho, o material pode ser o rubi, um cristal de óxido de alumínio contendo um pouco de cromo. Os átomos de cromo geram a luz *laser* por emissão estimulada de fótons.

### Aplique e registre

Incentive a pesquisa de mais informações sobre o uso de *laser* em diferentes atividades humanas, orientando a busca em fontes confiáveis e seguras. Promova o compartilhamento das informações para ressaltar a importância de avanços tecnológicos em áreas como a medicina e a indústria.

A luz, como toda onda eletromagnética, deve satisfazer dois princípios: **1.** princípio da propagação retilínea da luz (garante a ocorrência de fenômenos como a sombra e os eclipses); **2.** princípio de independência dos raios de luz (quando dois feixes de luz se cruzam, eles continuam suas trajetórias como se não tivessem se cruzado). Na verdade, durante o cruzamento, os raios luminosos podem sofrer interferência. A luz tem características que podem classificá-la como partícula porque sofre, por exemplo, reflexão e refração, ou como onda porque sofre interferência e difração. Nos fenômenos de reflexão e refração, a luz também obedece ao princípio da reversibilidade: a trajetória de um raio de luz é a mesma quando seu sentido de propagação é invertido.

Além do aspecto físico e tecnológico, a luz é o componente principal que permite a artistas recriar o claro/escuro nas telas. Isso pode ser observado nas obras de Van Gogh, Pablo Picasso, Michelangelo, Candido Portinari, etc. E permite abordar a luz de forma interdisciplinar com Arte.

## Orientações didáticas

Os materiais não são intrinsecamente opacos ou transparentes a uma determinada radiação: a quantidade de material também é relevante. Observe que um copo com água é considerado transparente, um tanque com água é translúcido e uma grande massa de água como uma piscina pode ser considerada opaca, dependendo da distância que queremos ver.

É importante ressaltar que os conceitos de transparência e opacidade citados no texto se referem à luz visível. Esse conceito pode ser estendido para ondas eletromagnéticas pertencentes a outras faixas do espectro eletromagnético: dependendo da frequência da radiação, pode ser que determinado corpo deixe de ser opaco e passe a ser transparente.

Uma folha de papel, o corpo humano e uma placa de concreto de 1 cm de espessura são opacos à luz visível. Entretanto, são transparentes aos raios X e raios gama, que atravessam esses meios sofrendo pouca absorção. De modo análogo, a porta de vidro ou de plástico do forno de micro-ondas é transparente à luz visível [sabemos disso porque podemos ver o interior do aparelho], mas é opaca às micro-ondas, de modo que estas não atravessam nem a porta de vidro, nem as paredes do aparelho.

O efeito estufa, na Terra, ocorre de acordo com esse fenômeno: a atmosfera é transparente para as faixas de luz visível que chegam do Sol, mas é opaca à radiação infravermelha. Essa radiação infravermelha **não entra** na atmosfera, mas os objetos que são iluminados no solo se aquecem e emitem radiação na faixa do infravermelho, que **não consegue ultrapassar a atmosfera** e fica aprisionada pelos chamados gases-estufa: gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxidos do nitrogênio ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ) e os clorofluorcarbonos (CFC).

Em termos de ondulatória, o efeito estufa pode ser entendido como a consequência do comportamento ondulatório da atmosfera quanto às ondas infravermelhas. Do ponto de vista energético, podemos entender o efeito estufa como o aquecimento da Terra devido à diferença entre a energia recebida do Sol e a energia emitida pela Terra. Assim, é possível trabalhar esse assunto com uma abordagem multidisciplinar.

Como vimos na página anterior, a sombra de um corpo opaco preserva o formato desse corpo sob a incidência de luz gerada por uma fonte puntiforme. Esse fato indica que a luz se comporta como se fosse um feixe de raios retilíneos.

O ser humano aplica esse princípio há muito tempo, como no caso dos relógios de sol, já utilizados pelos antigos egípcios, há cerca de 4 000 anos.

Mas em que condições isso se verifica? Certamente, depende do meio e do corpo cuja sombra se quer projetar.

O meio precisa ser **homogêneo** para que a luz se propague em linha reta. Homogêneo significa que as propriedades do meio, como densidade e composição, são aproximadamente iguais em qualquer porção desse meio. O vácuo é essencialmente homogêneo, já o ar atmosférico só é homogêneo se não atravessarmos grandes distâncias na vertical, pois sua densidade diminui com a altitude. Para os problemas apresentados daqui por diante, consideraremos somente meios homogêneos.

## Absorção e reflexão da luz

No exemplo anterior, da sombra projetada por uma fonte puntiforme de luz, o que aconteceu com as ondas eletromagnéticas que incidiram sobre o corpo opaco? Foram desviadas? Desapareceram? A resposta é **não**: as ondas eletromagnéticas não foram desviadas nem desapareceram. Isso tem a ver com o tipo de material que está recebendo a incidência de luz.

Os materiais podem ser classificados pelo grau de absorção da luz incidente em **transparentes**, que possibilitam a passagem de luz visível, como o vidro, o ar e a água pura; **translúcidos**, que possibilitam a passagem de apenas parte da luz incidente, como é o caso dos vidros foscos; **opacos**, que não possibilitam a passagem da luz visível, pois absorvem os raios luminosos. A maioria dos objetos que vemos no dia a dia é feita de materiais opacos. Como vimos no exemplo apresentado anteriormente, a sombra corresponde à região não atingida pelos raios luminosos incidentes sobre um corpo opaco.

Quando dizemos que um corpo absorve luz, significa que as ondas eletromagnéticas, ao interagir com os átomos desse corpo, sofrem dissipação: as oscilações perdem amplitude conforme se propagam pelas moléculas do material e se transformam em energia térmica, aumentando ligeiramente a agitação das partículas.

Veja alguns exemplos de corpos transparentes, translúcidos e opacos nas fotografias seguintes.

Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.



vipman/Shutterstock

Corpo transparente: podemos enxergar através do vidro porque ele é atravessado por grande parte da luz visível que recebe.



glover6/Shutterstock

Corpo translúcido: é parcialmente atravessado pela luz visível, pois grande parte dessa luz é refletida em sua superfície.



Banpink/Shutterstock

Corpo opaco: não possibilita a visão através dele, pois a luz não o atravessa.

Observe, agora, essas fotografias.



Kamira/Shutterstock

A reflexão da luz no espelho forma a imagem que possibilita a observação de nossos atos, como o salutar processo de escovação dos dentes.



Marcos AmendPulsar Imagens

Reflexão e formação da imagem da paisagem na superfície do rio Cuieiras, em Manaus (AM), 2018.

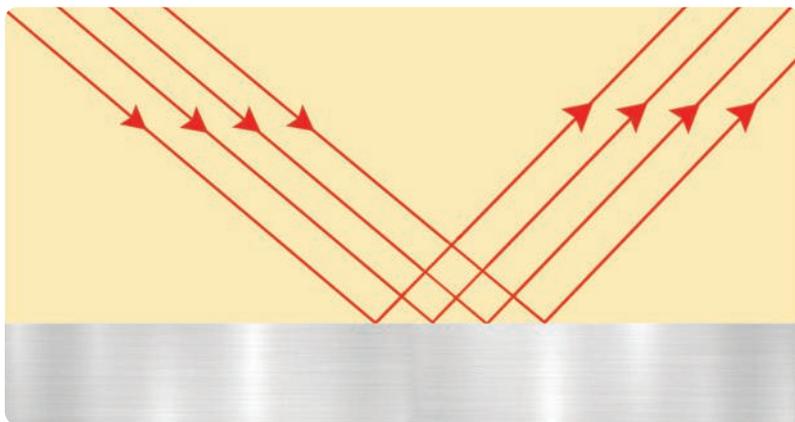
Conseguimos ver a imagem refletida no espelho porque a luz incidente sobre sua superfície retorna para o meio de onde veio, atingindo nossos olhos.

A **reflexão** é o fenômeno em que a luz incidente, após se propagar por um meio, tem sua trajetória desviada por uma superfície, retornando ao mesmo meio. Na reflexão, nem a velocidade nem o comprimento de onda sofrem alteração, somente mudam a direção e o sentido de propagação da onda.

Existem dois tipos de reflexão: **regular** e **difusa**.

A **reflexão regular** ocorre quando os raios luminosos que incidem sobre a superfície de um corpo, paralelamente uns aos outros, são refletidos também paralelamente.

Esse tipo de reflexão ocorre em superfícies planas, lisas e bem polidas, isto é, quando as rugosidades foram eliminadas ao máximo. Por exemplo, o espelho plano, formado por uma fina superfície de metal polido e protegido por uma camada de vidro, uma bandeja de prata ou aço inox e a superfície calma de um lago ou de um rio.



Walter Caldera/Arquivo da editora

Representação esquemática de reflexão regular de raios luminosos. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Orientações didáticas

Se possível, conduza algumas atividades usando espelhos para demonstração ou investigação da propagação retilínea e da reflexão regular entre duplas de estudantes. Para isso é necessário conseguir materiais de fácil acesso e de baixo custo, como espelhos, anteparos de cartão, ponteiras *laser*, espelhos de água, lâmpadas, etc. Ressalte a importância do uso cuidadoso do *laser*, principalmente para evitar acidentes. Para conduzir as atividades, sugerimos a *Sequência didática para o ensino da luz em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental*, de autoria de Clayton Pires, disponível em: <<http://www.ufff.br/profis/files/2017/01/Produto-Educacional-Clayton.pdf>> [acesso em: nov. 2018].

### Conheça também

#### A luz que “faz curva”

Vídeo que propõe atividade para demonstrar a reflexão da luz.

Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2012/11/a-luz-que-faz-curva/>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

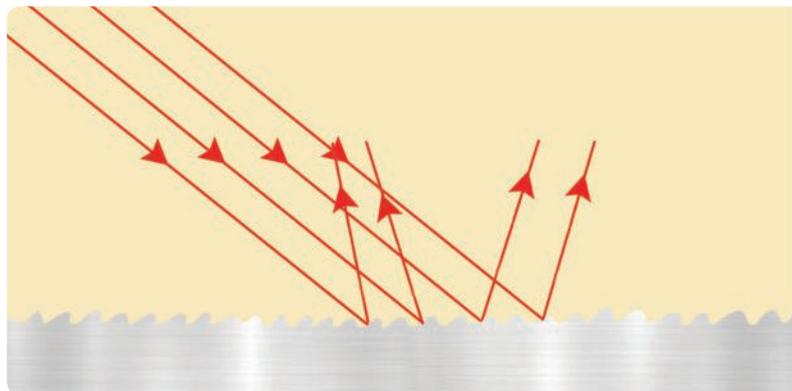
### Aplique e registre

Sugerimos lembrar os estudantes de que, na prática, as ondas refletidas sempre retornam com amplitude um pouco menor que a da onda incidente, o que significa que transportam uma quantidade de energia menor do que a incidente. Essa diferença de energia foi transferida para a interface onde ocorre a reflexão; foi, portanto, absorvida pelo material da interface. Em outras palavras, em toda onda há, em geral, uma parcela que sofre reflexão e outra que sofre absorção.

Se possível, use a mola elástica nesse momento para demonstrar as ondas refletidas e refratadas.

A **reflexão difusa** ocorre quando um feixe de raios paralelos é refletido em múltiplas direções.

Essa é a reflexão que ocorre na maioria dos objetos à nossa volta. A parede de uma sala de aula é um corpo opaco que reflete difusamente: por mais que ela pareça lisa, sua superfície possui irregularidades.



Walter Caldera/Arquivo da editora

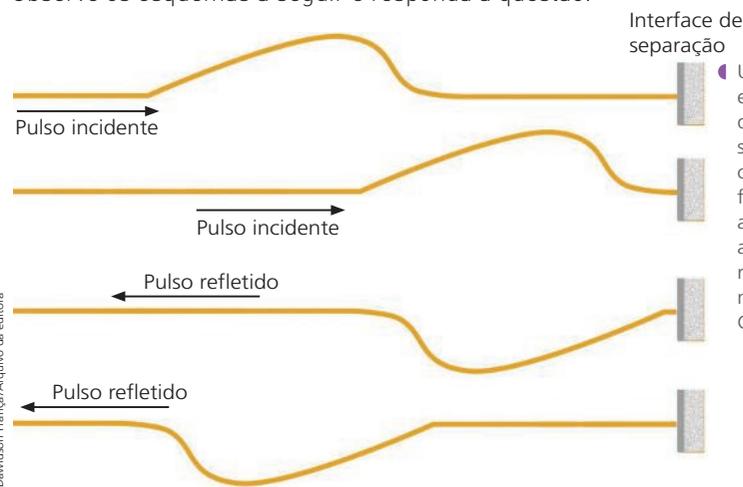
Representação esquemática de reflexão difusa dos raios luminosos em superfície áspera, rugosa. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

As propriedades de absorção e de reflexão não são mutuamente exclusivas, isto é, um mesmo corpo pode, sob a incidência da luz, absorver parte das ondas eletromagnéticas que chegam até ele e refletir outra parte. Uma superfície metálica bem polida e regular reflete a maior parte da luz que incide sobre ela. Corpos opacos de cores escuras absorvem a maior parte da luz incidente, refletindo muito pouco. Corpos transparentes pouco refletem e pouco absorvem, mas transmitem a maior parcela das ondas eletromagnéticas da luz visível.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

Observe os esquemas a seguir e responda à questão.



Um pulso de onda é produzido em uma corda pelo movimento da mão de uma pessoa e incide sobre uma interface rígida, onde a outra extremidade está fixa. O pulso de onda retorna ao mesmo meio de onde partiu a emissão da onda. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

- A propriedade da reflexão também acontece em ondas mecânicas? Justifique.

Sim, as ondas dos exemplos acima são todas mecânicas e, diante de um obstáculo como a margem ou a parede rígida, mudam a direção, retornando para o mesmo meio onde houve a incidência das ondas. Isso é reflexão.

218

Se considerar pertinente, proponha aos estudantes uma atividade de pesquisa sobre o tema ecografia e, mais especificamente, a ultrassonografia. Assim é possível ampliar os conteúdos abordados, analisando as implicações do emprego desse tipo de tecnologia. A atividade pode ser uma estratégia para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI07).

Os objetos que nos cercam podem, portanto, absorver e refletir raios luminosos, dependendo das características dos materiais. Com base nesses conceitos, podemos também fazer a seguinte distinção: entre os objetos que a visão do ser humano consegue distinguir, alguns são luminosos e outros são iluminados.

**Corpos luminosos** são os objetos que emitem luz própria. Eles são, portanto, fontes de luz. Por exemplo, as estrelas, como o Sol, a chama de uma fogueira e o filamento de uma lâmpada incandescente ligada.

**Corpos iluminados** são os objetos que não emitem luz própria, como os planetas – e seus satélites – e a superfície dos corpos à sua volta. É possível enxergar um corpo iluminado porque a luz proveniente de alguma fonte de luz é refletida pela sua superfície, atingindo nossos olhos.

## ● Refração

Já analisamos, no volume 6, o efeito da refração. Estudamos que a luz se propaga em linha reta apenas quando o meio de propagação é transparente e homogêneo. Estudamos também que a luz, ao passar de um meio para outro, continua em uma trajetória retilínea, porém sofre um desvio em sua direção de propagação. Esse desvio sofrido pela luz em sua trajetória ao passar de um meio de propagação para outro é chamado **refração**. Esse fenômeno é consequência do fato de a luz se propagar a velocidades diferentes em meios diferentes.

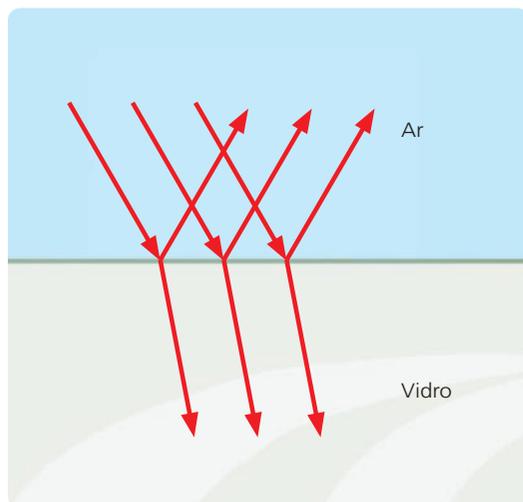
A luz é o fenômeno natural que se propaga no espaço à maior velocidade possível. Mas isso só é verdadeiro para o vácuo ou para meios muito pouco densos, transparentes e homogêneos, como o ar em condições específicas. Como já vimos, até os dias atuais, não conhecemos nenhum corpo material que tenha ultrapassado ou atingido a velocidade que a luz tem no vácuo.

Observe o quadro a seguir com valores aproximados da velocidade da luz medida em diversos meios.

Meio	Velocidade da luz (km/s)
Vácuo ou ar	300 000
Água	225 000
Álcool	220 000
Vidro	200 000

Fonte: Universidade do Estado da Flórida. Disponível em: <<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/speedoflight/index.html>>. Acesso em: out. 2018.

Note que os valores estão em km/s, isto é, em apenas 1 s de tempo, a luz percorre cerca de 300 000 km no vácuo.



Vagner Coelho/Arquivo da editora

Representação esquemática de raios luminosos incidentes provenientes do ar, paralelamente e em trajetória retilínea. Uma parte é refletida de volta para o ar, outra parte atravessa a superfície do vidro transparente e homogêneo. Na passagem de um meio para o outro, esses raios luminosos sofrem um desvio. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## ■ Orientações didáticas

Um efeito da refração que os estudantes já podem ter observado são as miragens: imagens que se formam próximas a superfícies quentes. No deserto ou no asfalto quente, a luz parece se curvar próximo a essas superfícies, dando a impressão de que veio de um local diferente. A impressão de pista molhada que temos ao viajar por uma estrada em um dia muito quente tem origem na imagem do céu refletida sobre o asfalto.

## Orientações didáticas

### Quem já ouviu falar em...

Ao sair da água, a luz refletida pelo peixe sofre mudança de direção: esta é a refração. É assim que, para o observador, o peixe aparenta estar mais próximo da superfície da água do que realmente está. Mas como o peixe enxerga o caçador fora da água? Pelo princípio da reversibilidade, o raio de luz que é refletido pelo caçador e alcança o olho do peixe deve fazer o mesmo trajeto. Então, o peixe deve ver o caçador mais afastado da superfície da água do que realmente está.

## Quem já ouviu falar em...

### ... pescar com arco e flecha?

Alguns grupos indígenas conhecem os efeitos práticos da propriedade de refração da luz. Ao avistar de fora da água um peixe nadando, o caçador mira sua lança ou flecha como se fosse acertar um alvo um pouco mais fundo do que o peixe parece estar.

Um raio luminoso incidente sobre a água atravessa esse meio e atinge um corpo submerso, por exemplo, um peixe nadando. O que acontece com o raio luminoso refletido pelo corpo do peixe até atingir os olhos do pescador?

O raio luminoso que parte do peixe é agora o raio incidente; ele parte da água, passa para o ar, um meio diferente, sofrendo desvio.

Nossos olhos percebem a "mensagem" que os raios luminosos trazem. Como eles vieram refratados, isto é, desviados, nosso sistema ocular interpreta essa mensagem como se o peixe estivesse menos fundo, na direção do prolongamento dos raios refratados (pontilhados na ilustração).



Du Zuppan/Pulsar Imagens

Índigena representante dos Kalapalo pescando com arco e flecha no lago Ipa, em Querência (MT), 2018.



Alex Argolini/Arquivo da editora

Representação esquemática da refração da luz para os meios água e ar, onde está o observador. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Dessa forma, qualquer objeto dentro da água parecerá mais próximo da superfície, pois a luz refletida pelo objeto na água sofre refração ao passar para o ar, ocorrendo o desvio indicado. A linha tracejada indica a trajetória aparente do raio luminoso.

220

### Leitura complementar

Todo mundo sabe que a luz branca, emitida pelo Sol, é na verdade composta de sete cores básicas. Elas variam do violeta ao vermelho, cada uma com sua frequência.

As moléculas de ar que compõem a atmosfera da Terra, por sua vez, refletem, absorvem e difundem a radiação solar. “A luz do Sol, também chamada de luz branca, entra na atmosfera e é espalhada pelas moléculas do ar – principalmente nitrogênio – para todas as direções”, diz o físico Alexandre Souto Martinez, do Instituto de Física e Matemática da USP de Ribeirão Preto.

A luz azul tem uma frequência (ciclos de onda por segundo) muito próxima daquela de ressonância dos átomos da atmosfera, ao contrário da luz vermelha. Assim, a luz azul movimentava os elétrons nas camadas atômicas das moléculas com muito mais facilidade que a vermelha. Isso provoca um ligeiro atraso na luz azul que é reemitida em todas as direções, num processo chamado dispersão de Rayleigh (nome do físico in-

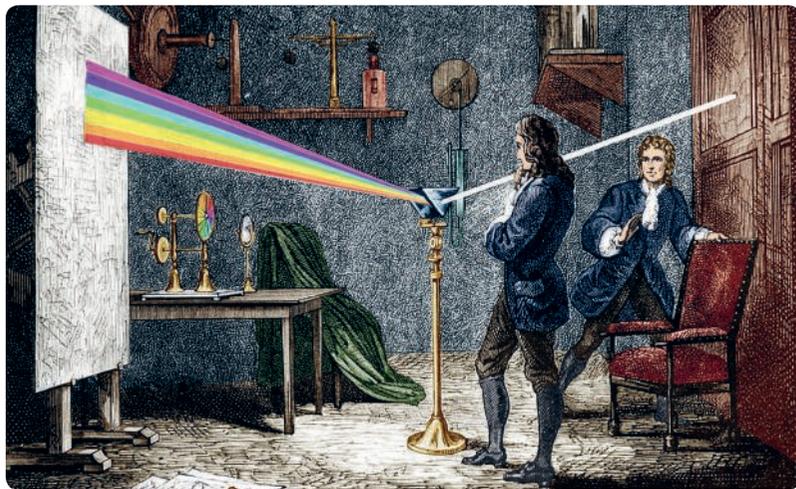
## ● Dispersão

A **dispersão** é o espalhamento ou desvio sofrido pelos raios luminosos ao atravessarem diferentes meios em maior ou menor grau, conforme a frequência. É um fenômeno totalmente ligado à refração, podendo ser pensado como um caso particular dela.

Para entender melhor essa definição, observe a seguir a representação do experimento realizado por Isaac Newton (1643-1727) no século XVII.

O prisma é um objeto, em geral feito de vidro ou acrílico, transparente à luz visível e com o formato de um sólido regular.

A luz proveniente do Sol, ao passar do ar para um meio diferente como o material do prisma, sofre refração. Newton observou que a luz solar era decomposta em uma sequência de cores, que aparecem sempre na mesma ordem de acordo com o grau do desvio.



Gravura colorizada, representando o experimento de Newton com o prisma. Observe a representação da dispersão da luz branca: cada uma das cores (vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, índigo e violeta) corresponde a um comprimento de onda. A luz solar, que é branca, é composta da sobreposição de todas essas cores.

A refração ou o grau de desvio dos raios refratados é **tão maior quanto menor** o comprimento de onda. Assim, por exemplo, a radiação correspondente ao vermelho, de maior comprimento de onda, sofre um desvio menor que a correspondente ao azul.

Essa refração da luz branca em diferentes graus conforme o comprimento de onda é o que chamamos dispersão, fenômeno que acontece em qualquer meio transparente atravessado por raios luminosos. A dispersão ocorre também na penetração dos raios solares em partículas de poeira e gotículas de água na atmosfera terrestre.

A conclusão é que a luz solar é composta por vários comprimentos de onda e aqueles que conseguimos distinguir com nossos olhos formam o **espectro visível** da luz. Ondas eletromagnéticas com comprimento de onda entre 630 nm (nanômetros) e 700 nm, por exemplo, serão interpretadas pelo sistema óptico humano como uma luz de cor vermelha. Ondas eletromagnéticas com comprimento de onda entre 440 nm e 490 nm nos darão a impressão da luz de cor azul.

A luz solar nos parece amarelada por questões que envolvem a interação dela com a matéria da atmosfera terrestre – gotículas de água e poeira, entre outras – e um complexo fenômeno que filtra e desvia as ondas de cores como o azul e o violeta e permite a chegada de ondas como o amarelo. No entanto, sem essa capa da atmosfera, a luz solar é branca, pois as ondas eletromagnéticas de todo o espectro visível se sobrepõem umas às outras, formando uma onda de forma mais complexa que nos dá a impressão da cor branca.

glês do século XIX que explicou esse fenômeno). A luz vermelha, que não é dispersa e sim transmitida, continua em sua direção original, mas quando olhamos para o céu é a luz azul que vemos porque é a que foi mais dispersada pelas moléculas em todas as direções.

No amanhecer e no entardecer, porém, a luz atravessa uma camada mais espessa da atmosfera. O azul se espalha tanto que não consegue chegar até nós e, por isso, vemos o céu vermelho. Partículas de umidade presentes na atmosfera também podem alterar essa dispersão da luz. É por isso que, antes ou depois de chover, podemos ver as sete cores do espectro na faixa onde a luz atravessa as gotículas de água. É o chamado arco-íris. Por essa mesma razão, também o céu de Marte é vermelho. Como ele tem muitas partículas de poeira dispersas, a luz azul se espalha ainda mais e apenas a luz vermelha consegue chegar à superfície.

POR QUE o céu é azul? *Mundo Estranho*, 18 abr. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/por-que-o-ceu-e-azul-2/>>. Acesso em: nov. 2018.

## ■ Orientações didáticas

Durante os séculos XVII e XVIII houve duas maneiras de interpretar a luz, respectivamente representadas pelas figuras de Isaac Newton (1642-1727) e Christiaan Huygens (1629-1695). Newton defendeu a ideia da luz como uma série de pequenos corpos materiais emitidos pelos corpos luminosos – a teoria corpuscular –, ao passo que Huygens propôs o conceito de pulsos de luz propagados pelo éter, o que é usualmente classificado como uma teoria vibracional. Hoje, sabemos que, dependendo do fenômeno que desejamos descrever, a luz tem comportamento de onda ou de partícula.

Como forma de complementar o fenômeno da dispersão com os estudantes, confira a sugestão de *Leitura complementar* desta e da página anterior, que discute as cores aparentes do céu com base nas características físicas da luz e da atmosfera.

## Orientações didáticas

A luz branca se decompõe porque é formada de vários feixes de luz monocromáticos. Ao incidir no prisma, cada um desses feixes é refratado com uma intensidade. O maior desvio ocorre para o azul, e o menor desvio, para o vermelho. No caso da refração pelas gotas de chuva, forma-se o arco-íris. Em algumas situações podem se formar dois arco-íris: o chamado arco-íris secundário, de intensidade mais fraca, forma-se acima do primário e tem as cores invertidas em relação ao primário.

Um produto tecnológico importante que se baseia na refração é a fibra óptica. Esse cabo é feito de materiais tais que um sinal eletromagnético que viaja em seu interior não consegue refratar-se na sua superfície e acaba sofrendo reflexões sucessivas até emergir na outra extremidade. A tecnologia de fibra óptica garante sinais sem perdas significativas.

## Arco-íris: exemplo de refração e dispersão

Em dias de chuva e diante da luz emitida pelo Sol, as gotas de água funcionam como pequenos prismas.

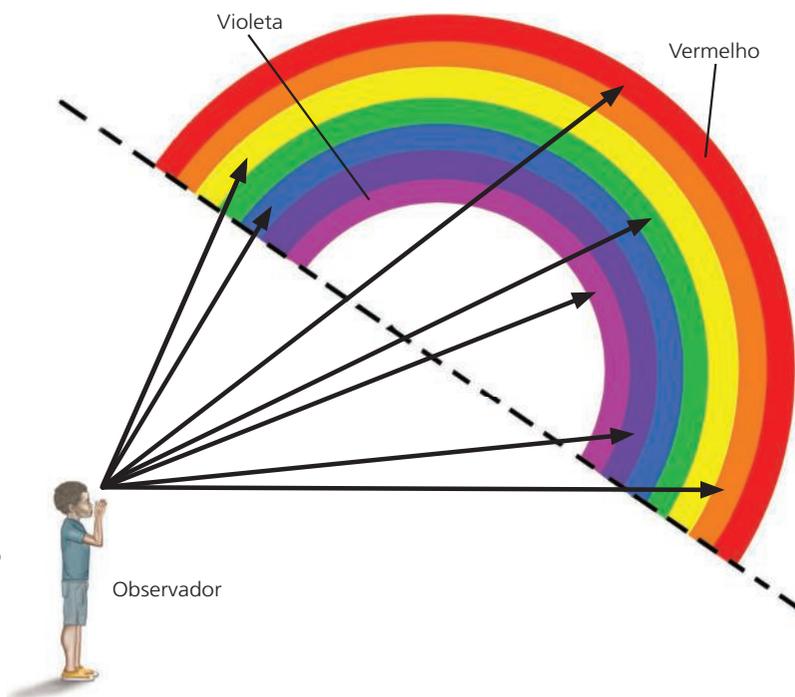
Como já estudamos, uma parte da luz solar que incide sobre a superfície das gotas de água sofre reflexão. Outra parte atravessa a gota, sofrendo refração e a consequente dispersão dos diferentes comprimentos de onda que compõem a luz branca do Sol. A formação do arco-íris é o resultado dessa dispersão.

Representação esquemática do comportamento da luz sobre uma gota de chuva formando o arco-íris. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



O arco se forma porque nós enxergamos cada cor a uma determinada distância, desde o vermelho, mais distante, até o violeta, mais próximo.

Representação esquemática de observação de um arco-íris. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



222

## Leitura complementar

[...] O primeiro artigo de Newton apresentava um experimento [em que] um feixe de luz solar passava através de um prisma ajustado na posição de desvio mínimo e atingia perpendicularmente uma parede. De acordo com a lei da refração de Snell-Descartes, a mancha na parede deveria ter a forma circular – mas apenas cálculos teóricos complexos poderiam mostrar isso. Newton observou que a mancha era alongada e sua explicação para essa anomalia foi que a luz branca é uma mistura de raios de diferentes cores que também diferem em refrangibilidade. Para justificar essas afirmações, Newton desenvolveu uma inteligente combinação de experimentos e argumentos teóricos.

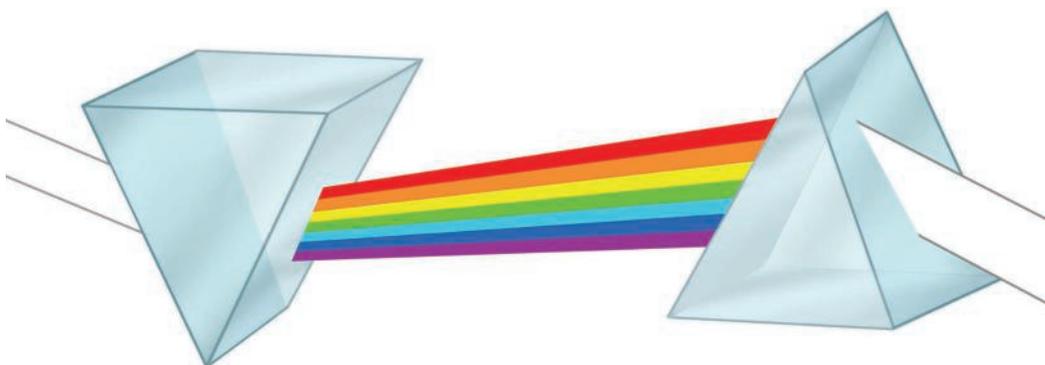
Newton estudou a relação entre cor e refrangibilidade no *Experimentum Crucis*, afirmando que a cada cor corresponde uma refrangibilidade definida, e vice-versa. Esta propriedade aplica-se apenas para cores puras – aquelas que não podem ser decompostas por um prisma. Este novo conceito foi central em sua argumentação. Em um conjunto de experimentos, Newton não observou a mudança ou criação de novas cores ou mudanças de refrangibilidade. Como cores puras são imutáveis e como cada cor se relaciona com uma dada refrangibilidade, esta última também é imutável. Da imutabilidade da refração segue-se que ela deve ser a mesma antes de a luz ser refratada pelo prisma. Isto significa que o prisma não modifica e nem introduz novas características nos raios. Portanto os raios coloridos já estão presentes no feixe de luz branca

## Investigação



### O “disco de Newton”

Isaac Newton descobriu que a luz branca é formada por todas as cores do arco-íris. Agora vamos fazer o inverso: unir todas as cores para enxergar o branco. Para isso, basta usar dois prismas: um para decompor a luz branca e outro para compô-la, deixando sair do outro lado a luz branca.



Osnl & Coirm/Arquivo da editora

Representação esquemática de montagem de sistema de decomposição e composição da luz branca. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Outra forma de realizarmos essa síntese da luz é através de experimentos bem simples, usando o disco de Newton.

Vamos realizar dois experimentos.

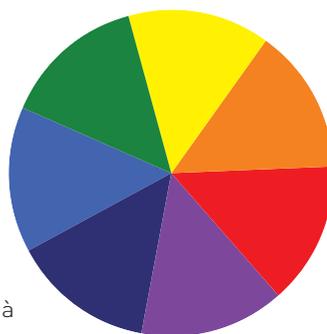
### Experimento 1

#### Material

- lápis das cores: violeta, índigo (azul-escuro), azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha;
- cartolina branca;
- tesoura de pontas arredondadas;
- lápis, régua e transferidor.

#### Procedimentos

1. Recorte um círculo na cartolina branca, com cerca de 15 cm de diâmetro.
2. Com a régua e o transferidor, divida o círculo em sete partes iguais. Não faça traços fortes, risque sutilmente as divisórias, de modo que o traço fique imperceptível a distância.
3. Com os lápis de cor, pinte cada setor de uma cor, obedecendo à sequência das cores do arco-íris. Novamente, evite usar traços fortes e não deixe espaços em branco.
4. No centro do círculo, faça um furo e prenda o lápis.
5. Gire o lápis como se fosse um pião, fazendo o disco colorido girar à maior velocidade que conseguir.



Banco de imagens/Arquivo da editora

O disco de Newton. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

antes de ele passar pelo prisma. Sendo assim, o prisma simplesmente “decompõe” a luz branca em suas cores componentes.

Para confirmar sua teoria, Newton apresentou um outro experimento: os raios coloridos provenientes do prisma atravessavam uma lente convergente e em seu foco era formada luz branca, com as mesmas características da luz do Sol. [...]

Um correto entendimento da estrutura e dinâmica científica é essencial no ensino de Ciências. A teoria das cores apresenta muitos pontos problemáticos que, desde que bem discutidos, podem ser úteis para clarear vários aspectos da dinâmica científica que raramente são abordados em sala de aula. [...] A discussão detalhada da argumen-

tação de Newton é um bom exemplo de como a História da Ciência pode ser usada no ensino para discutir a complexidade do trabalho científico. [...]

SILVA, Cibelle; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da Ciência em sala de aula. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274143>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

### Investigação

Ao girar o disco, nossos olhos captam a composição das ondas eletromagnéticas do espectro visível, que se sobrepõem umas às outras, semelhante à sobreposição de ondas de diferentes comprimentos numa superfície de água agitada. O resultado é a luz branca, composta de todas as demais cores.

Como o disco estará girando em velocidade, as diferentes cores se sobrepõem em nosso cérebro e, assim, nós enxergamos todas ao mesmo tempo, formando uma cor muito próxima do branco. A cor formada não é rigorosamente branca porque o disco foi pintado com cores-pigmentos, e essas cores são diferentes das cores-luzes.

Durante o experimento 2, espera-se que os estudantes percebam que não se forma a cor branca, mas sim outras cores que dependem das cores escolhidas para se pintar a cartolina.

Uma sugestão é fixar o disco, pelo centro, em uma pequena tábua, de maneira que ele fique livre para girar, como mostra a ilustração abaixo.

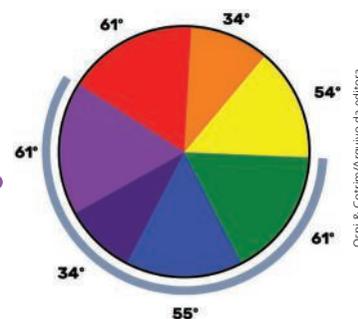


Disco de Newton.

Disco de Newton em movimento.

Você obterá um resultado melhor se as cores ocuparem espaços no disco que representem os diferentes comprimentos de onda e a velocidade da luz de cada cor, conforme mostrado na ilustração ao lado.

Referência para as medidas dos ângulos do disco de Newton. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si.



### Interprete os resultados

- Escreva no caderno o que foi observado e explique o fenômeno. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

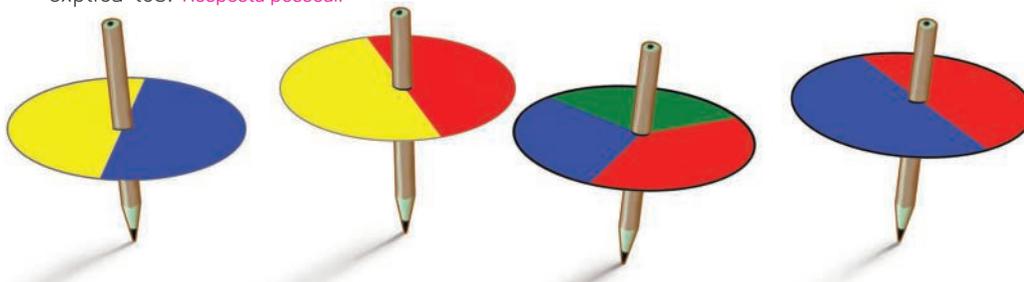
### Experimento 2

#### Procedimentos

1. Construa um disco de Newton, mas agora misture apenas algumas cores. Comece, por exemplo, com duas cores, como o amarelo e o azul; depois, faça todas as possibilidades que desejar.
2. Gire os discos e anote quais foram as cores que você pôde observar.

#### Interprete os resultados

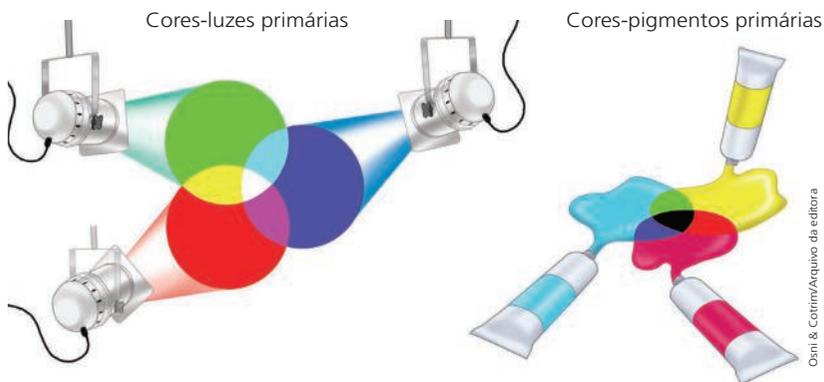
- Compare os resultados com o experimento anterior e procure explicá-los. *Resposta pessoal.*



Representação da montagem do experimento.

## As cores primárias da luz

As cores-luzes primárias são aquelas que, misturadas de diferentes formas, dão origem a todas as demais cores do espectro visível. São elas: o vermelho, o verde e o azul-violeta. Já as cores-pigmentos primárias utilizadas, por exemplo, para a impressão de livros e revistas, são o magenta (vermelho), o ciano (azul) e o amarelo.

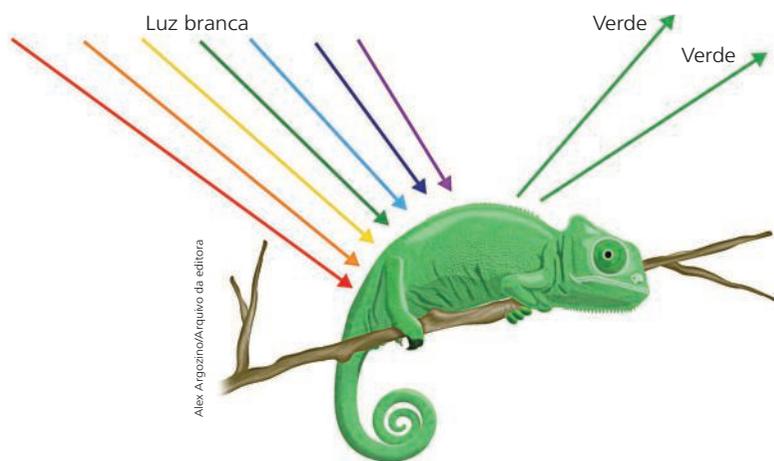


Representação esquemática da composição de cores por cores-luzes e cores-pigmentos primárias. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## As cores dos objetos

Os objetos têm diferentes cores, dependendo de quais ondas eletromagnéticas são absorvidas e quais são refletidas quando a luz branca incide neles. Por exemplo, um objeto verde recebe a incidência da luz branca do Sol, reflete as ondas correspondentes ao comprimento de onda do verde e absorve as demais.

Observe o esquema a seguir.



O preto corresponde à ausência de luz refletida, isto é, a superfície de um objeto preto absorve todo o espectro visível incidente e não reflete nenhuma onda cujo comprimento pertença ao espectro visível.

A visão é a interpretação do olho à recepção de ondas eletromagnéticas em determinadas faixas do espectro visível. A recepção da luz é feita por meio de células fotorreceptoras que recolhem e transmitem essas informações para o cérebro. Para complementar o tema, retome a visão e a formação de imagem no olho humano, assuntos abordados no volume do 6º ano, quando estudamos os sistemas sensoriais.

As células fotorreceptoras são os cones e os bastonetes. A qualidade e a quantidade de cores que um animal pode ver depende da quantidade e do tipo dessas células em sua retina. O olho humano tem três tipos de cones, que nos permitem ver o mundo colorido. Quando há ausência de um desses cones, a pessoa não enxerga toda a variedade de cores; essa condição se chama daltonismo. Os bastonetes interpretam a intensidade da luz recebida: são responsáveis pela interpretação do contraste em uma cena iluminada.

## Orientações didáticas

Para um aprofundamento sobre a definição de cor-luz e cor-pigmento, veja a sugestão de *Leitura complementar* a seguir.

### Leitura complementar

#### Cor: luz ou pigmento?

Quando falamos de cores, é preciso distinguir entre a cor-luz e a cor-pigmento. A cor-luz ou cor-energia é toda cor formada pela emissão direta de luz. Já a cor-pigmento é a cor refletida por um objeto, isto é, a cor que o olho humano percebe. A cor-luz é a encontrada nos objetos que emitem luz, como monitores, lanternas, televisão. A cor-pigmento é a cor das tintas.

Como é possível perceber, a cor-luz é o inverso da cor-pigmento. Mas, em ambos os sistemas, existem as cores primárias. Elas são as cores puras, que não se decompõem. Juntas, formam todas as outras cores.

[...]

No grupo cor-luz, as cores primárias são vermelho, verde e azul. É o sistema RGB (*red, green e blue*). A combinação destas três cores gera o branco e a ausência da cor-luz, o preto. A mistura de duas cores primárias forma uma cor secundária. A luz branca não é composta de duas ou três, mas de todas as cores visíveis. Partindo de apenas três cores – vermelhas, verdes e azuis – podemos ter luzes de todas as outras cores, inclusive branco.

[...] Atualmente, o padrão CMYK é o mais utilizado para misturas de pigmentos. Neste padrão, as cores primárias são: ciano, magenta e amarelo. A elas se junta o preto, que serve para dar contraste. Com apenas estas quatro cores, uma impressora é capaz de criar qualquer tonalidade. Neste padrão, a mistura é feita de forma subtrativa. Pois, conforme adicionamos pigmentos, uma quantidade menor de cores é refletida. [...]

DELECAVE, Bruno. Cor: luz ou pigmento? *Invivo*. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1096&sid=9>>. Acesso em: out. 2018.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

A situação apresentada na atividade visa auxiliar os estudantes na compreensão das cores refletidas, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI04). Para ampliar a situação de aprendizagem, pergunte aos estudantes o que é necessário para que a folha seja vista na cor verde. Os estudantes deverão concluir que, se a luz incidente for branca, a folha irá absorver todas as faixas monocromáticas e refletir apenas o verde. Assim, a folha aparecerá verde. Outra possibilidade é que a luz incidente seja monocromática verde; nesse caso, nenhuma luz será absorvida e será totalmente refletida.

Para complementar a classificação das radiações eletromagnéticas, consulte a tabela reproduzida abaixo, nesta e na próxima página, com os valores aproximados de comprimento de onda, frequência e energia para determinadas regiões do espectro eletromagnético.

Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com a sequência didática Cores, luz e pigmentação, do 4º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

### Aplique e registre

Não escreva no livro

- Uma planta com folhas verdes foi colocada dentro de uma caixa de papelão que continha uma lâmpada vermelha e um orifício por onde um observador podia olhar dentro da caixa. Veja no esquema a seguir como fica essa montagem. O desenho sem uma parte da caixa mostra como é a montagem por dentro: Ao acender a lâmpada, o observador verá pelo orifício na tampa da caixa que as folhas da planta estão pretas. Elabore uma explicação para essa observação.

Representação da montagem do experimento com corte para possibilitar a visualização do interior da caixa. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Percebemos a cor verde quando a folha é iluminada com luz branca, pois a folha verde reflete o comprimento de onda correspondente ao verde e absorve os demais. Assim, se ela é iluminada com uma luz de cor vermelha, ela vai, apenas, absorver a luz e não vai refletir, aparecendo como preta.

## 6 Classificação das radiações eletromagnéticas

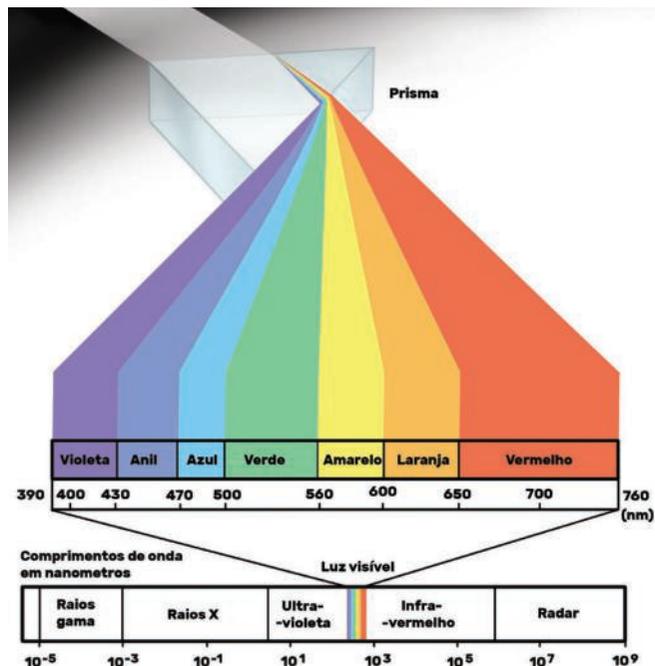
As radiações eletromagnéticas podem ser classificadas de acordo com o comprimento de onda e com a frequência. Vão desde comprimentos muito curtos, como os raios cósmicos, até radiações de rádio, que são de grande comprimento de onda e baixa frequência. De acordo, então, com esse critério, são sete os tipos dessas radiações:

- Radiação gama:** é emitida por materiais radioativos e é muito penetrante, sendo utilizada em radioterapia.
- Raios X:** têm grande energia eletromagnética e são muito utilizados nas tecnologias médicas, em equipamentos de tratamento e diagnóstico.
- Ultravioleta (UV):** produzida em grande quantidade pelo Sol.
- Visível (luz):** são as radiações eletromagnéticas que podem ser detectadas pela vista humana.
- Infravermelho (IV):** são as radiações que têm comprimento de onda maior que o vermelho e menor que as radiações de micro-ondas (1 000  $\mu\text{m}$ ).

226

Classificação	Compr. de onda (Angstroms)	Compr. de onda (centímetros)	Frequência (Hz)	Energia (eV)	Origem	Exemplos
Rádio	$> 10^9$	$> 10$	$< 3 \times 10^9$	$< 10^{-5}$	Circuitos elétricos oscilantes	Emissoras de rádio e TV, radares
Micro-ondas	$10^9 - 10^6$	$10 - 0,01$	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^{12}$	$10^{-5} - 0,01$	Correntes alternadas em tubo de vácuo	Telecomunicações
Infravermelho	$10^6 - 7000$	$0,01 - 7 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{12} - 4,3 \times 10^{14}$	$0,01 - 2$	Objetos aquecidos	Lareira
Visível	$7000 - 4000$	$7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$	$4,3 \times 10^{14} - 7,5 \times 10^{14}$	$2 - 3$	Elétrons mais externos dos átomos	Luz branca

- **Micro-ondas:** são radiações eletromagnéticas produzidas por sistemas eletrônicos (osciladores). São emitidas e detectadas pelos sistemas de radar.
- **Rádio:** são as radiações eletromagnéticas de maior comprimento de onda, superior a 1 m. São muito utilizadas na comunicação, em tecnologias médicas, como na ressonância magnética e em alguns sistemas de radar.



Representação esquemática dos comprimentos de onda. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Oni & Cotrin/Arquivo da editora

## Quem já ouviu falar em...

### ... como funciona o forno de micro-ondas?

Ao final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, o engenheiro estadunidense Percy Spencer (1894-1970) estava desenvolvendo radares militares usando micro-ondas. Ao ficar próximo a um desses aparelhos, ele notou que a barra de chocolate que tinha em seu bolso derreteu. Ficou intrigado e começou a investigar esse fenômeno e chegou à conclusão de que micro-ondas podem cozinhar os alimentos. Desenvolveu um forno de micro-ondas adicionando um gerador de campo eletromagnético de alta densidade a uma caixa metálica fechada. Ele patenteou o aparelho, que, inicialmente, era muito grande, caro e pesado, com cerca de 340 kg. Com o tempo o aparelho, que passou por modificações, resultando no micro-ondas que conhecemos hoje.

Nos fornos micro-ondas, a energia elétrica é transformada em energia eletromagnética de alta frequência, cerca de 2,5 gigahertz. Essa frequência não aquece o ar, mas atua sobre os alimentos e promove agitação de moléculas de água, gordura e açúcares. Essa intensa agitação gera energia térmica suficiente para cozinhar os alimentos. Isso ocorre na superfície dos alimentos, até cerca de 3,8 cm de profundidade. Depois disso, é a condução da energia térmica que cozinha o interior do alimento. Assim, ele é cozido de fora para dentro, e não ao contrário, como muitos pensam. O ar dentro do micro-ondas, ao redor do alimento, não aquece.

É importante tomar cuidado para não usar nada metálico dentro do micro-ondas, como panelas, papel-alumínio, garfos, etc., pois eles se aquecem rapidamente, emitem faíscas e podem até mesmo pegar fogo.

Chefe preparando alimentos no primeiro micro-ondas comercializado, em 1946.



Roy Stevens/The LIFE Images Collection/Getty Images

Capítulo 9 Ondas mecânicas e eletromagnéticas

Unidade 3 Matéria e energia

## Orientações didáticas

Com base nas faixas do espectro eletromagnético e as respectivas amplitudes, é possível reconhecer que a faixa de rádio (ou radar) é muito maior que a faixa da luz visível. O intervalo de comprimento das ondas de rádio que chegam à Terra é de 1 mm a 150 m. Para se fazer uma comparação, a "janela óptica", faixa de comprimentos de onda da luz visível, varia de 390 nm (luz azul) a 760 nm (luz vermelha escura). A "janela rádio" é muito maior, o que nos fornece muita informação com a radiação vinda do espaço. Além disso, as ondas de rádio têm a vantagem de não serem absorvidas pela poeira cósmica, ao contrário da luz visível, e representam, assim, uma ferramenta de estudo astronômico muito potente.

### Atividade extra

Proponha uma pesquisa em grupo sobre as ondas eletromagnéticas mais conhecidas do cotidiano dos estudantes. Essa estratégia contribui para o reconhecimento e a compreensão de diferentes tecnologias e aparelhos relacionados à radiação eletromagnética. Cria-se, assim, uma boa oportunidade de desenvolver as habilidades (EF09CI06) e (EF09CI07).

Esclareça que os resultados da pesquisa podem ser organizados por comprimentos de onda ou por frequências; escolhe-se este último formato para listar as ondas eletromagnéticas por ordem de energia. As informações e os exemplos podem ser sistematizados em cartazes para compor um mural único que represente o espectro completo, agregando todas as pesquisas.

227

Classificação	Compr. de onda [Angstroms]	Compr. de onda [centímetros]	Frequência [Hz]	Energia [eV]	Origem	Exemplos
Ultravioleta	4000 – 10	$4 \times 10^{-5} - 10^{-7}$	$7,5 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$	$3 - 10^3$	Partículas eletrizadas dos átomos	Sol
Raios X	10 – 0,1	$10^{-7} - 10^{-9}$	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$	$10^3 - 10^5$	Elétrons mais internos dos átomos e elétrons livres de alta energia desacelerados subitamente	Radiografia
Raios Gama	< 0,1	< $10^{-9}$	$> 3 \times 10^{19}$	$> 10^5$	Desintegração de compostos radioativos	Radioterapia

Fontes dos dados: 1. GONÇALVES, Leila. Ondas. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/ondas.htm>>. Acesso em: nov. 2018. 2. O ESPECTRO eletromagnético. Observatório educativo itinerante – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/espec/intro.htm>>. Acesso em: nov. 2018.

Quando um sistema é perturbado com uma frequência igual à sua frequência natural de vibração, ocorre o fenômeno chamado de ressonância: o sistema passa a vibrar com amplitudes cada vez maiores. Nessa situação, até mesmo forças periódicas de pequena intensidade podem produzir vibrações de grande amplitude, pois o sistema armazena energia vibracional. É o que ocorre quando empurramos um balanço com impulsos periódicos: vemos que, mesmo com pequenos empurrões, o balanço pode chegar a uma altura considerável.

**Refleta e responda**

As atividades propostas visam auxiliar na compreensão do texto e na articulação com os conteúdos estudados. Além disso, criam-se condições para desenvolver a habilidade [EF09CI07] e ampliar o conhecimento sobre aplicações da ressonância magnética.

A atividade 1 visa auxiliar na sistematização das informações ao incentivar os estudantes a criar esquemas, o que favorece também o desenvolvimento da linguagem gráfica.

**A ressonância magnética vai além da medicina**

**Veja como a tecnologia é utilizada na busca por petróleo, na análise de alimentos e até em estudos que investigam o comportamento de animais de estimação**

Falou em ressonância magnética, é natural pensar imediatamente em exame médico. Desde os anos 80, a tecnologia é frequentemente utilizada para obtenção de imagens em alta resolução de um órgão, especialmente em casos relacionados a doenças cerebrais, musculares e ósseas. [...]

Mas a verdade é que a ressonância magnética tem aplicações que vão muito além da área médica. O equipamento cria um campo magnético que exerce um efeito sobre os prótons (partículas do átomo, positivamente carregadas), fazendo com que eles se alinhem – cada [átomo de um tipo de] elemento químico vai reagir de forma específica a esse estímulo. Ao registrar esses sinais, o aparelho identifica as propriedades químicas e físicas de uma substância, o que faz com que a ressonância magnética seja muito útil para a análise estrutural de misturas complexas.

Ela pode ser usada, por exemplo, para monitorar e explorar poços de petróleo, checando se o que existe numa região é gás, água, petróleo etc. [...]

**Melhorar a agricultura**

A tomografia por ressonância magnética nuclear começou a ser usada na análise de frutas *in natura* na década de 1980, avaliando, por exemplo, as consequências de pancadas, pragas etc. Mas essa análise demandava o mesmo equipamento usado em medicina, o que era muito caro.

Pesquisadores da Embrapa Instrumentação, em São Carlos (SP), desenvolveram métodos e equipamentos de baixo custo, o que ajudou [...] a criar [um aparelho] que opera enviando sinais de rádio para uma amostra de alimento.

O aparelho permite avaliar o teor de óleo, umidade e açúcar em grãos e frutas – assim, o produtor pode avaliar, por exemplo, qual é o melhor momento para a colheita, aguardando o período em que a fruta finalmente esteja “no ponto”.

[...]

**Entender nosso comportamento**

Quando usada em humanos, a ressonância magnética também abre muitas perspectivas de estudo, relacionadas a questões psíquicas e até afetivas. Avanços técnicos podem fazer com que a técnica ajude a identificar, por exemplo, pessoas com depressão – é o que explica o dr. Jerome Maller, cientista clínico especializado em RM da GE Healthcare, em Melbourne (Austrália) [...]

[...]

**E o dos nossos animais de estimação**

Que dono de animal de estimação nunca ficou curioso para saber o quanto seu animal entende daquilo que é dito? Pesquisadores da Universidade de Budapeste ajudaram a iluminar o tema com um estudo mostrando como o cérebro de cachorros reagia a uma série de palavras – pronunciadas com entonações diferentes, para saber se a reação estava associada ao significado da palavra ou à forma como ela era dita.

O trabalho mostrou que, assim como ocorre com humanos, o hemisfério esquerdo dos cães reagia ao sentido das palavras, enquanto o hemisfério direito reagia à entonação. Ou seja, eles têm a capacidade de diferenciar uma coisa da outra, e entender o sentido do que foi falado, independentemente do tom empregado.

[...]

Os dados comprovaram aquilo que quem tem animais de estimação provavelmente já intuiu: que eles são muito atentos à linguagem corporal e verbal de seus donos.

A ressonância magnética vai além da medicina. Revista *Época Negócios*, ago. 2018. G. LAB. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/noticia/2018/08/ressonancia-magnetica-vai-alem-da-medicina.html>>. Acesso em: set. 2018.

**Refleta e responda**

1. O texto explora vários usos da ressonância magnética, além da área médica. Elabore um resumo por meio de esquemas que contenha esses usos. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
2. Pesquise quais as restrições para a realização de exames em aparelhos de ressonância magnética.

**228** Pacientes que portem dispositivos como marca-passo cardíaco, desfibrilador cardíaco implantável, implante coclear, cliques vasculares metálicos, prótese vascular, *stent* vascular, DIU, próteses ortopédicas, fragmentos de metais no corpo e tatuagens podem ter algumas restrições para realizar exames de ressonância magnética e devem informar os profissionais da saúde sobre a presença de qualquer um desses itens.

**Leitura complementar****A descoberta dos raios X e o seu lado pitoresco**

A descoberta dos raios X por Wilhelm Roentgen, em 1895, causou um impacto não somente nos meios científicos, mas também entre os leigos. Sabia-se que algo de extraordinário fora descoberto e previa-se uma nova era para a medicina. O que mais impressionava as pessoas era o poder de penetração dos raios X e a possibilidade de visualização do interior do corpo humano através das vestes e do tegumento cutâneo. A imagem obtida com os raios catódicos foi de início considerada como um tipo especial de fotografia.

A simplicidade dos primeiros aparelhos fez com que surgissem muitos amadores com instalações improvisadas, oferecendo fotografias com os misteriosos raios X. Era comum, entre namorados, a troca de fotografias das mãos feitas com os raios X.

Lojas de material fotográfico ofereciam componentes para a montagem de um aparelho simples de raios X que permitia reproduzir as experiências de Roentgen [...].

A imprensa de vários países noticiou a descoberta com grande destaque e houve diversas manifestações, partidas dos mais diferentes setores da sociedade. A maioria de tais manifestações, veiculadas pela imprensa, era de admiração e louvor ao notável

## Raios X

Os raios X são ondas eletromagnéticas, como as ondas de luz, mas com a característica de terem comprimento de onda extremamente pequeno e frequência muito alta. Sua utilização mais conhecida e mais antiga é a radiografia, que se tornou extremamente importante tanto para o diagnóstico quanto para o tratamento de determinados problemas de ordem médica. O descobridor dos raios X foi Wilhelm Conrad Röntgen (Roentgen), na década de 1890.



Wilhelm C. Röntgen.



A primeira radiografia feita por Röntgen em 1898.

Embora de grande utilidade e de aplicação crescente, os raios X também têm efeitos nocivos e já foram causadores de grandes danos à saúde, especialmente quando seus efeitos não eram bem conhecidos e as pessoas ainda não sabiam como se proteger. Até mesmo amputações chegaram a ocorrer em função de excessiva radiação recebida por algumas pessoas.

Os raios X penetram, ou seja, atravessam certos materiais, mas não outros. Atravessam facilmente, por exemplo, a pele e os músculos, mas não os ossos, o que possibilita sua utilização para realização de radiografias do esqueleto para diagnóstico, por exemplo, de fraturas. Outra utilização sob a forma de radiografia convencional é na mamografia, exame em que é pesquisada a ocorrência de câncer em mamas.

O uso dos raios X se estendeu para alguns outros exames destinados à confirmação de hipóteses diagnósticas e para o tratamento de algumas doenças. É o caso, por exemplo, da tomografia computadorizada destinada a diagnóstico, e de alguns tipos de radioterapia, destinados a tratamento.

A tomografia computadorizada é um exame de imagem amplamente utilizado para diagnóstico ou controle de diversos tipos de doenças e condições de saúde.



Chico Ferreira/Pulsar Imagens

## Orientações didáticas

Sugerimos, na *Leitura complementar* desta e da página anterior, um texto sobre a descoberta dos raios X e seu uso pela população em geral, quando ainda não se conheciam os efeitos nocivos da exposição sem proteção a esse tipo de radiação.

### Atividade extra

Se achar pertinente, compartilhe as informações do texto da *Leitura complementar* com os estudantes e oriente uma roda de conversa para discutir os avanços tecnológicos e as implicações dos raios X para as diferentes dimensões da vida humana. Essa estratégia didática deve enriquecer o estudo do tema sob as perspectivas tecnológica e cotidiana, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades (EF09CI06) e (EF09CI07).

Sugerimos algumas fontes que podem fomentar a atividade, disponíveis em:

<<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/radiacoes-ionizantes.pdf>>;

<<https://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2018/08/18/celulares-fazem-mal-a-saude.htm>>. Acesso em: out. 2018.

### Conheça também

#### A Descoberta dos raios X

Mais informações sobre o histórico de investigações e as características desse tipo de radiação.

Disponível em: <[https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m\\_s01.html](https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s01.html)>. Acesso em: nov. 2018.

feito do físico alemão; algumas, entretanto, caracterizavam-se pelo lado ridículo ou pelo senso de humor. [...]

Uma loja de confecções de Londres chegou a anunciar a venda de roupas íntimas à prova de raios X.

Um deputado, em New Jersey, nos Estados Unidos, apresentou um projeto de lei proibindo o uso, no teatro, de binóculo provido de raios X.

Em New York a fluoroscopia era anunciada como “espetáculos de Roentgen”, ao preço de cinco a vinte dólares. [...]

Somente depois que se tornaram conhecidos os efeitos nocivos dos raios X sobre o organismo humano é que o seu uso se restringiu aos hospitais e clínicas especializadas, inicialmente para fins diagnósticos e, posteriormente, também para fins terapêuticos no tratamento de neoplasias malignas.

Ainda assim, as primitivas instalações não ofereciam proteção adequada e muitos médicos e operadores de aparelhos de raios X foram vítimas das radiações, apresentando radiodermite nas mãos, que poderiam levar à amputação, e alta incidência de leucemia.

REZENDE, Joffre Marcondes. *A descoberta dos raios X e o seu lado pitoresco*. São Paulo: Ed. da Unifesp, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/8kf92/pdf/rezende-9788561673635-33.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Ao discutir as radiações apresentadas nesta página, é fundamental que os estudantes compreendam a relação de proporção inversa entre comprimento de onda e energia transportada. Para aprofundar o estudo da radiação infravermelha, confira a sugestão da *Leitura complementar* abaixo.

Ao conversar sobre os tipos de radiação ultravioleta, é interessante ressaltar sua interação com a atmosfera da Terra, principalmente a radiação C e sua absorção pela camada de ozônio. Além disso, é importante comentar os cuidados necessários para a proteção da pele contra a radiação ultravioleta A e B.

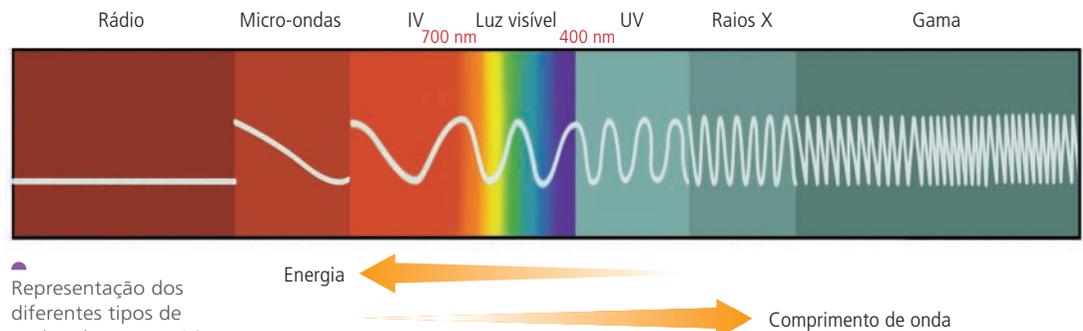
### Leitura complementar

[...] Em 1800, Sir William Herschel (1738-1822) descobriu que a luz do Sol ao passar por filtros de luz de cores diferentes permitia que diferentes níveis de “calor” passassem. Ele montou um experimento simples para estudar a “potência de aquecimento dos raios coloridos”: ele separou os raios coloridos solares com um prisma de vidro e mediu a temperatura de cada cor. Ele observou um aumento na temperatura conforme ele movia um termômetro da parte violeta até a vermelha do “arco-íris”. Por curiosidade Herschel também mediu as temperaturas na região logo após a cor vermelha, onde não há luz visível, e para sua surpresa, ele encontrou as temperaturas mais altas nesta região. Ele deduziu a presença de “raios caloríficos” invisíveis. A partir daí, muitos pesquisadores desenvolveram experimentos buscando semelhanças entre esta energia invisível e a luz visível. Elas foram finalmente reveladas quando, em 1847, Armand Hippolyte, Luis Pizeau e Jean B. Foucault da França mostraram que a radiação infravermelha produzia padrões de interferência semelhantes àqueles da luz visível. [...]

INFRAVERMELHO. *In vivo*. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=123&sid=9>>. Acesso em: nov. 2018.

## Radiação infravermelha e radiação ultravioleta

A radiação infravermelha (IV) tem comprimento de onda maior que o comprimento do espectro visível. Já a radiação ultravioleta (UV) tem comprimento menor que o do espectro visível.



Maior comprimento de onda resulta em menor energia, de tal maneira que a radiação infravermelha penetra menos internamente a pele que a radiação ultravioleta. Embora alguns animais, como os insetos, enxerguem a radiação infravermelha, os seres humanos não a identificam como forma de luz, mas podem perceber seus efeitos térmicos por meio de corpúsculos táteis da pele. Mesmo sendo pouco penetrantes na pele, as radiações infravermelhas podem causar danos, como queimaduras, em caso de exposição excessiva ao Sol, por exemplo.

Com base nos efeitos ativadores da circulação sanguínea e diminuição de processos inflamatórios, a radiação infravermelha é utilizada com excelentes resultados no tratamento de certos tipos de ferida na pele, acelerando a cicatrização.

A radiação ultravioleta, de menor comprimento de onda e mais energética que a radiação infravermelha, tem grande poder de penetração na pele. Existem três faixas de radiação ultravioleta, designadas por A, B e C. A mais nociva, a radiação C, não atinge a superfície da Terra: ela é absorvida pelo ozônio presente na atmosfera, que ocorre em maior concentração na estratosfera, a cerca de 30 quilômetros da superfície da Terra. Essa capacidade de retenção da radiação ultravioleta C é uma das razões da luta pela preservação da camada de ozônio.

A radiação ultravioleta B atinge pouco a superfície da Terra, mas é responsável por vermelhidão da pele e alguns tipos de câncer. Assim, do ponto de vista médico, a radiação ultravioleta A é considerada a mais nociva ao ser humano, pois penetra mais profundamente a pele e ocorre durante todo o dia, causando os maiores danos dentre os provocados pela luz solar. Para evitar os efeitos danosos das radiações solares, é recomendável evitar exposição excessiva ao Sol e a utilização de protetor solar.

As radiações ultravioleta são, no entanto, de grande importância para a saúde, desde que em quantidades e horários adequados. Elas agem causando a transformação de uma substância presente na pele em vitamina D. Esse grupo de vitaminas é importante por evitar o raquitismo, especialmente em crianças, e auxiliar na absorção de nutrientes essenciais à saúde óssea, reduzindo, assim, o processo de osteoporose, comum no envelhecimento.

230

### Análise e resposta

Na atividade 5, no vácuo, as ondas eletromagnéticas viajam a cerca de  $v = 3 \times 10^8$  m/s. A frequência é de  $f = 600 \times 10^3$  Hz =  $6 \times 10^5$  Hz. Usando a relação:  $v = \lambda \times f \rightarrow \lambda = v/f \rightarrow (3 \times 10^8) / (6 \times 10^5) = 500$  m.

Na atividade 7, espera-se que os estudantes respondam que as ondas mecânicas só se propagam quando há um meio material por onde as perturbações podem ser transmitidas. Ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo, sem a necessidade de um meio material.

A atividade 8, item c, aborda o fato de que as ondas eletromagnéticas interagem com nossos sentidos. O exemplo que será exigido dos estudantes, para mostrar que a afirmação-teste está incorreta, é o mais contundente: o espectro visível das ondas eletromagnéticas corresponde à luz que estimula os olhos e que nos possibilita enxergar os objetos e os movimentos à nossa volta.

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

## Análise e responda

**2. b)**  $T = 4 \text{ s}$ , porque as duas elevações máximas são dois picos de onda. Sendo atingidos a cada 4 s, esse é o período:  $f = 1/T \Rightarrow f = 1/4 \text{ s} \Rightarrow f = 0,25 \text{ Hz}$ .

2. Na ausência de correntes, um barco pesqueiro flutua no mar, descreve alguns movimentos de sobe e desce, de vaivém, mas sua distância em relação à praia não se altera.
 

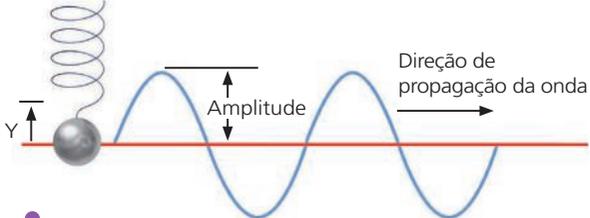
*As ondas não deslocam a água da superfície do mar na direção horizontal, apenas para cima e para baixo. Elas propagam energia de movimento, mas não deslocam matéria. Por isso, como o barco está em repouso em relação à superfície do mar, ele também não é deslocado.*

  - a) Como você explica isso?
  - b) Suponha que o barco sofra duas elevações máximas seguidas, sobre as ondulações do alto-mar, a intervalos de 4 s. Qual o período e qual a frequência dessas ondas? Escreva seus resultados em unidades do SI.
  - c) Suponha que a onda da questão anterior tenha velocidade de 3 m/s rumo à praia. Qual é seu comprimento de onda?  $v = \lambda/T \Rightarrow \lambda = v \times T \Rightarrow \lambda = (3 \text{ m/s}) \times (4 \text{ s}) = 12 \text{ m}$
3. Em relação a um relógio comum, responda às questões seguintes, justificando suas respostas.
 

*É de 12 horas. A cada 12 horas, o ponteiro das horas retorna a determinada posição, escolhida aleatoriamente. Por exemplo, considerando a posição "9 horas", ele volta a ela a cada 12 horas.*

  - a) Qual é o período do ponteiro das horas?
  - b) Qual é o período do ponteiro dos minutos?
 

*É de 60 minutos, ou 1 hora. O ponteiro dos minutos passa em determinada posição a cada 60 minutos.*
4. Calcule a velocidade de propagação de uma onda sabendo que seu comprimento de onda é de 2 m e sua frequência é de 440 Hz.  $v = \lambda \times f \Rightarrow v = (2 \text{ m}) \times (440 \text{ Hz}) \Rightarrow v = 880 \text{ m/s}$
5. Explique por que as ondas de rádio, no vácuo, podem ter comprimento de onda de muitos metros. Sugestão: use o exemplo de um rádio AM, que emite ondas de 600 kHz.
 

*Respostas nas Orientações didáticas.*
6. O esquema ao lado representa uma onda sendo gerada em uma corda elástica. A fonte é um corpo que, preso a uma mola, oscila na vertical periodicamente.
 

*Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.*

  - a) Classifique a onda quanto à sua natureza, se mecânica ou eletromagnética.
 

*Mecânica.*
  - b) É uma onda longitudinal ou transversal? Por quê?
 

*Transversal, porque a perturbação na corda ocorre na vertical, enquanto a onda se propaga na direção horizontal, portanto em direções perpendiculares.*
7. Diferencie ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas.
 

*Respostas nas Orientações didáticas.*
8. Analise as afirmativas a seguir, explicando se estão corretas ou não.
  - a) Ondas eletromagnéticas podem ser diferenciadas pelo seu comprimento de onda. **Correto.**
  - b) A luz visível corresponde a um intervalo de comprimentos de onda, dentre todas as ondas eletromagnéticas que ocorrem na natureza. **Correto.**
  - c) Nenhuma onda eletromagnética pode ser detectada pelos sentidos humanos.
 

**8. c) Incorreto: o intervalo de comprimentos de onda que corresponde à luz visível pode ser detectado pela visão.**
9. Vimos como pescar com arco e flecha. Agora, se pescadores estivessem pescando debaixo d'água, usando um arpão, esse sistema de mira funcionaria?
 

*Esse sistema não funcionaria, pois nesse caso a luz não mudaria de meio (estaria sempre na água) e a refração não aconteceria.*
10. A radiação eletromagnética é útil ou perigosa ao ser humano? Explique.
11. Explique por que, ao cozinhar alimentos no micro-ondas, é melhor cozinhar pedaços espessos de carne com potência reduzida e por períodos mais longos.
 

*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
12. Dê exemplo de aplicação dos raios X para diagnóstico e tratamento em medicina.
 

*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

Dawidson França/Arquivo da editora

## Orientações didáticas

### Atividades

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

### O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a retomar suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes reformulem suas respostas, identificando o som e a luz como tipos de onda mecânica e eletromagnética, respectivamente. Além disso, eles devem explicar com suas próprias palavras o que são ondas, assim como fornecer mais exemplos e explicações para a radiação infravermelha, a ultravioleta e os raios X.

► Na atividade 10, espera-se que os estudantes respondam que a utilidade ou periculosidade da radiação eletromagnética é variável. A luz visível é uma radiação eletromagnética e não é nociva. A radiação UV, por sua vez, pode ser útil em aplicações e, dependendo da exposição, nociva à saúde.

Na atividade 11, a explicação deve versar sobre a energia eletromagnética que é recebida pela superfície da carne e a energia térmica gerada que cozinha o alimento de fora para dentro. Ao deixar em potência baixa e por mais tempo, o alimento acaba cozinhando por igual.

Na atividade 12, as respostas possíveis incluem aplicações médicas dos raios X para o diagnóstico, como radiografia do tórax, mamografia, identificação de fraturas ósseas, entre outros. Para tratamentos médicos, as aplicações incluem radioterapia para o tratamento de tumores e radiografias para o acompanhamento de tratamentos. Essa atividade contribui para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI07].

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Analise e responda

Na atividade 14, o esquema A representa melhor a situação mencionada, porque o raio luminoso passa de um meio onde a luz tem menor velocidade (vidro) para outro onde tem maior velocidade (água). É o caso contrário do sistema ar-água: o raio refratado se afasta da reta perpendicular ou normal.

#### Pesquisa

A atividade 15 deve contribuir para o desenvolvimento da habilidade (EF09CI07). Se possível, promova o compartilhamento das informações.

Na atividade 16, item a, a luz negra não ilumina os objetos porque, como o material da lâmpada filtra quase todo o espectro visível (dos comprimentos de onda maiores até cerca de 400 nm), são emitidas apenas ondas cujo comprimento é parte de violeta e ultravioleta. No item b, a resposta esperada é de que os objetos que parecem iluminados sob luz negra contêm fósforo em sua composição, pois os átomos de fósforo, ao receberem a incidência de radiação UV, têm a propriedade de reemitir luz na região do visível. Assim, unhas, dentes e peças de roupa lavadas com sabão à base de fósforo (principalmente aqueles que realçam o branco) parecem brilhar sob a luz negra.



Ernesto Rehrhan/Pulsar Imagens

14. Veja a seguir o quadro com valores aproximados da velocidade da luz nos meios transparentes e homogêneos abaixo.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Meio	Velocidade da luz (km/s)
Vácuo ou ar	300 000
Água	225 000
Álcool	220 000
Vidro	200 000

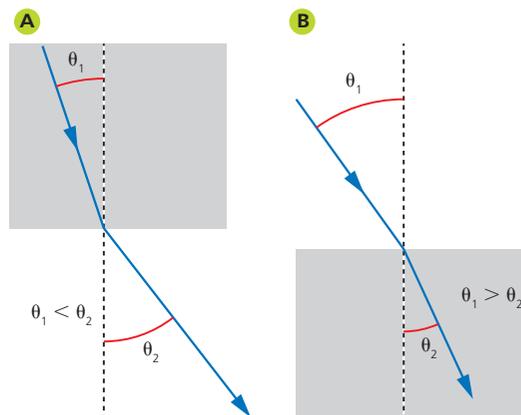
Fonte: Universidade do Estado da Flórida. Disponível em: <<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/speedoflight/index.html>>. Acesso em: out. 2018.

Agora, imagine uma situação em que um raio luminoso incida sobre uma superfície de separação partindo do vidro e passando para a água. Qual dos dois esquemas a seguir representa melhor essa situação?

232

13. A posição do Sol era do lado direito das árvores, pois a sombra está do lado esquerdo.

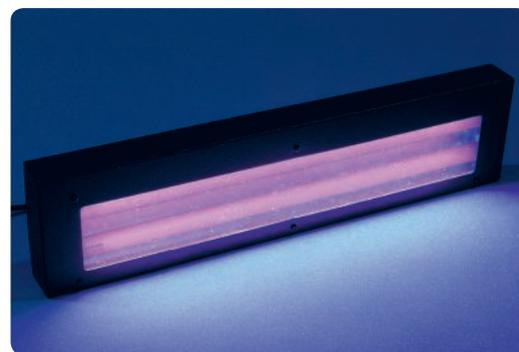
13. Observe a fotografia abaixo. Qual era a posição aparente do Sol no céu quando a paisagem foi fotografada? Justifique sua resposta.



Banco de Imagens/Arquivo da editora

#### Pesquisa

15. Organize-se em grupo e faça uma pesquisa a respeito dos benefícios e dos malefícios das radiações infravermelhas e ultravioleta para a saúde humana. Com as pesquisas prontas, converse com os outros grupos a respeito das informações pesquisadas. Aproveite essa oportunidade para complementar a pesquisa do seu grupo com novas informações compartilhadas pela turma. **Resposta pessoal.**
16. A “luz negra” é a forma como chamamos a luz emitida por uma lâmpada fluorescente modificada, que filtra ondas eletromagnéticas de comprimento até 400 nm, possibilitando a emissão de radiação eletromagnética com comprimentos de onda entre 400 nm e 320 nm.



PUBLIC HEALTH ENGLAND/SPL DC/Lainstock

Lâmpada de radiação ultravioleta.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

- a) Explique por que a luz negra não ilumina os objetos de modo que não pode clarear uma sala, por exemplo.
- b) Faça uma pesquisa e descubra quais são os objetos que parecem “iluminados” sob a luz negra.

## Abelhas e radiação ultravioleta

Você certamente já observou que as abelhas visitam certos tipos de flores, e sabe que elas estão em busca de néctar, que é a base para a produção do mel.

Ao escolher a flor a ser visitada, as abelhas utilizam, principalmente, o sentido da visão. Os olhos das abelhas são sensíveis à luz ultravioleta e, por isso, são capazes de detectar cores e estruturas nas flores que são invisíveis aos olhos humanos.

Observe as fotografias abaixo.



Fotos: Bjorn Ronslet/SPL4, ainastock

À esquerda, uma flor como nós a vemos sob a luz solar. À direita, a mesma flor fotografada com equipamento especial para filtrar e detectar a luz ultravioleta. Nessa condição, podemos ter uma imagem semelhante à que a abelha vê: a flor adquire um padrão especial nas pétalas, que atrai as abelhas ao centro dela, onde está o néctar. Como nessa região também está o pólen, ao coletarem o néctar, as abelhas acabam transportando o pólen de uma flor para outra de mesma espécie, auxiliando na reprodução da planta.

- Após a leitura, reúna-se com um colega e conversem a respeito das questões a seguir. Depois, escrevam um texto contendo as respostas.
  - a) Que órgão (ou órgãos) das abelhas é(são) capaz(es) de perceber a radiação ultravioleta? **Os olhos.**
  - b) Por que a percepção de luz ultravioleta é importante para as abelhas?  
**Porque essa percepção as auxilia a encontrar flores com néctar, que usam na produção de mel.**
  - c) Que artifício podemos utilizar para termos uma noção de como as abelhas enxergam?  
**Podemos utilizar um equipamento fotográfico especial que seja sensível à luz ultravioleta como os olhos das abelhas.**
  - d) Como é possível que uma flor que percebemos como tendo apenas uma cor seja percebida como tendo várias cores pelas abelhas?  
**Nossos olhos não percebem a radiação ultravioleta. Diferentemente de nós, as abelhas percebem esse tipo de radiação, o que lhes permite notar mais de uma cor nessa mesma flor.**
  - e) Geralmente, a parte que atrai as abelhas e que não é visível para nós está no centro da flor. Podemos dizer que as flores com características visíveis apenas por seres que percebem a radiação ultravioleta são importantes para a planta? Por quê?  
**Sim, porque flores com essas características atraem as abelhas, e é no centro da flor que geralmente estão o néctar e o pólen. As abelhas buscam o néctar para alimentação e, nesse processo, acabam espalhando o pólen para outras flores, auxiliando a reprodução da planta.**
  - f) Vocês diriam que as abelhas enxergam melhor que nós, seres humanos? Explique.  
**Não é correto dizer que elas enxergam melhor; apenas enxergam ondas diferentes.**
  - g) Escolham outro animal e façam uma pesquisa para descobrir como é a visão dele, como são as imagens e cores que ele enxerga. Compartilhem as informações encontradas com os colegas de turma.  
**Veja subsídios nas Orientações didáticas.**

233

## Orientações didáticas

### Atividades

#### Integração

Ao longo das atividades, os estudantes são incentivados a refletir e explicar a relação entre percepção de luz violeta e visão animal.

No item **g**, as pesquisas vão depender da espécie escolhida. Oriente os estudantes a consultar revistas e sites confiáveis de divulgação científica ou livros especializados. Confira algumas sugestões de consulta disponíveis em:

<<http://www.manualdomundo.com.br/2014/09/como-os-animais-enxergam-o-mundo/>>;

<<http://chc.org.br/visao-animal/>>. Acessos em: nov. 2018.

Se possível, promova o compartilhamento dos exemplos para enriquecer a situação de aprendizagem e diversificar os tipos de imagem e cores vistas por animais.

## Habilidades da BNCC abordadas

**(EF09CI05)** Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.

**(EF09CI06)** 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.

**(EF09CI07)** 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 laser, infravermelho, ultravioleta etc.).

## Objetivos do capítulo

### Conteúdos conceituais

- Características da onda sonora: comprimento, frequência e velocidade de propagação.
- Reflexão do som.
- Ondas infrassônicas e ondas ultrassônicas.
- Tecnologia da comunicação: telégrafo, telefone, televisão e rádio.

### Conteúdos procedimentais

- Análise e comparação de representações esquemáticas.
- Elaboração de textos e esquemas.
- Formulação de hipóteses e proposição de experimentos.
- Expressão de ideias baseadas em argumentos válidos em situações coletivas.
- Pesquisa em livros e sites de divulgação científica na internet.

### Conteúdos atitudinais

- Reconhecimento da importância da ciência na construção do conhecimento humano.
- Valorização do desenvolvimento científico e tecnológico e suas aplicações em diferentes atividades humanas.
- Reconhecimento dos conteúdos estudados em situações e observações cotidianas.
- Reconhecimento da importância da linguagem científica.

# A comunicação humana

CAPÍTULO

# 10



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Jovens em escola do grupo indígena Kalapalo, na aldeia Aiha no Parque Indígena do Xingu (MT), 2018.

O ser humano sempre teve necessidade de se comunicar. Houve uma época em que populações indígenas, dispondo de habilidade e criatividade, tinham a fumaça como seu principal meio de comunicação. Atualmente, muitas aldeias indígenas já contam com outros recursos relacionados com a comunicação, como o *notebook* utilizado na fotografia acima.

## O que você já sabe?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Não escreva no livro

1. Como é possível as pessoas distantes umas das outras se comunicarem usando fumaça?
2. Quando você nasceu, o mundo inteiro já dispunha de telefone e internet, por exemplo. Você sabe em que século ou em que ano, aproximadamente, surgiu o telefone? E a internet?
3. Você conhece outro meio de comunicação a distância que não utilize som?
4. Qual é a diferença entre um celular comum e um *smartphone*?

234

## Orientações didáticas

### O que você já sabe?

Esta seção tem por objetivo principal levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimular a curiosidade deles sobre os conteúdos que serão trabalhados no capítulo. Assim, não há necessidade, neste momento, de formalizar e/ou categorizar as respostas como certas ou erradas. A discussão sobre os tópicos abordados nesta seção ajudará os estudantes a levantar questionamentos que os guiarão ao longo do estudo deste capítulo.

Tendo nascido em uma época em que a maioria dos produtos digitais que revolucionaram a sociedade na virada do século XX para o XXI já estava incorporada à vida cotidiana, é natural que os estudantes conheçam um grande número de dispositivos e tecnologias que favorecem a comunicação. Eles podem mencionar, por exemplo, *smartphones*, *tablets*, *e-mails*, celulares, televisão, rádio, *podcasts*, entre outros. Com o auxílio das questões propostas, levante esses conhecimentos prévios para que, articulados aos novos conhecimentos, os estudantes possam categorizar e explicar os processos de transmissão e recepção de imagem e som.

# 1 Os códigos

Vamos supor que um colega lhe enviase a seguinte mensagem. Você entenderia?



Banco de imagens/  
Arquivo da editora

Certamente não entenderia, pois ele a enviou em um código desconhecido por você. Toda comunicação se faz por meio de um código que deve ser conhecido por quem envia a mensagem e por quem a recebe. Imagine que seu colega lhe envie o significado dos sinais contidos na mensagem:



Banco de imagens/  
Arquivo da editora

Agora ficou fácil, não é?

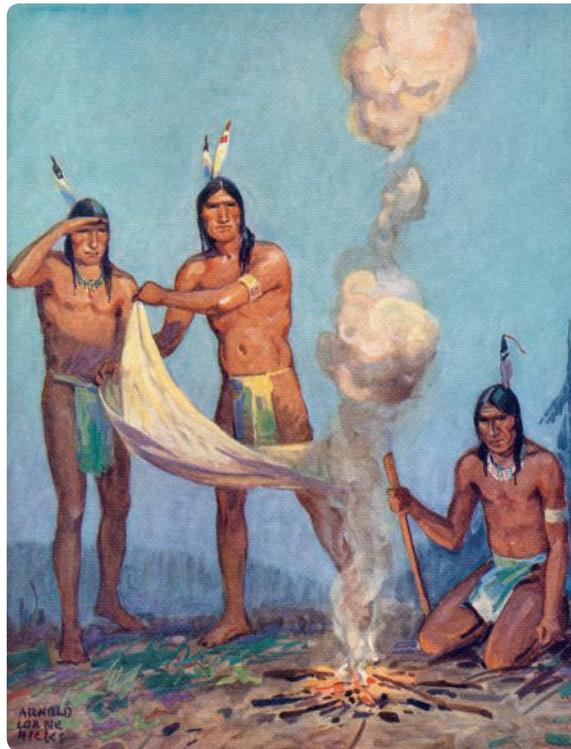
Você está lendo e entendendo o que está escrito neste livro. Isso é possível porque ele está escrito em um código conhecido por você: a Língua Portuguesa. Sim, a língua é o código por meio do qual as pessoas se comunicam. Cada cultura tem a sua língua, o seu código, que é usado para comunicações orais, por sinais ou por escrito.

Códigos são também comuns entre grupos e instituições, como as forças armadas, os escoteiros, as pessoas com deficiências auditivas ou visuais, os sinais de trânsito e tantos outros exemplos.

Um dos códigos usados desde tempos remotos para a comunicação a distância é o produzido pela fumaça. Entre os indígenas das Américas e os aborígenes australianos, por exemplo, a mensagem era transmitida dependendo da frequência da fumaça, produzida pelo modo como um pano era “baldado” sobre ela.

A comunicação por sinais de fumaça só funciona se quem os produz e quem os recebe conhecem os códigos utilizados. Esse sistema foi utilizado também por outros povos como alerta de perigo, na defesa de territórios contra invasão de inimigos.

Ilustração de indígenas da América do Norte produzindo sinais de fumaça, de Arnold Lorne Hicks, 1935 (impressão em tela).



GraphicArts/Getty Images

235

## Orientações didáticas

Ao longo deste capítulo, vamos explorar as diferentes características das ondas sonoras e eletromagnéticas, aproximando esse conteúdo do cotidiano dos estudantes para análise de diferentes fenômenos. Com base nessa compreensão, eles serão incentivados a refletir e avaliar tecnologias que revolucionaram os meios de comunicação modernos. Para subsidiá-lo na abordagem inicial sobre os conteúdos tratados neste capítulo, sugerimos o *Conheça também* a seguir.

### Conheça também

#### Tecnologia da informação

Texto que aborda uma reflexão sobre a Tecnologia da Informação (TI).

SILVEIRA, Silvano César. Dos sinais de fumaça até as nuvens digitais. *Brasil 247*, 21 set. 2012. Disponível em: <<https://www.brasil247.com/pt/247/midiatech/81141/Dos-sinais-de-fuma%C3%A7a-at%C3%A9-as-nuvens-digitais.htm>>. Acesso em: nov. 2018.

- Se possível, converse com eles sobre diferentes meios de comunicação que envolvem radiações eletromagnéticas, especialmente os que representaram grandes inovações.

As questões e respostas desta seção serão retomadas no final do capítulo, no início da seção *Atividades*.

## Orientações didáticas

Ao longo deste capítulo, a evolução da comunicação a distância será um eixo temático para explorar diferentes tecnologias e aplicações de radiações eletromagnéticas. É interessante apresentar as diferentes estratégias utilizadas para a comunicação a distância ao longo do tempo, de modo que os estudantes reconheçam o contexto histórico e cultural vinculado, assim como as condições tecnológicas e científicas disponíveis. Para introduzir essa abordagem, veja a *Atividade extra* proposta a seguir.

### Atividade extra

Conduza com os estudantes uma proposta de pesquisa sobre o tema “Como surgiu a mensagem de SOS?”.

A pesquisa deve incluir:

- o código Morse e como se insere esse código no telégrafo;
- o motivo da criação do mnemônico;
- os seus supostos significados.

Referências:

- COMO surgiu a mensagem de SOS? *Mundo estranho*, 18 abr. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-mensagem-de-sos>>. Acesso em: nov. 2018.
- SALGADO, Hugo David Marques. Código Morse: o que é e como surgiu. *Universidade de Coimbra*, Portugal. Disponível em: <<https://student.dei.uc.pt/~hsalgado/CP/artigo.htm>>. Acesso em: nov. 2018.
- Vídeo sobre Morse e o telégrafo, do canal *Invenções na História*, publicado em 13 maio 2018. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=pdhi3E\\_VzE](https://www.youtube.com/watch?v=pdhi3E_VzE)>. Acesso em: nov. 2018.

No século VIII, por exemplo, quando os quatro reinos anglo-saxões que depois vieram a constituir a Inglaterra foram invadidos pelos vikings, os saxões usavam sinais de fumaça como comunicação a distância para avisar sobre o perigo. Eles instalaram ao longo da costa várias fogueiras até chegar aos locais onde estavam os guerreiros. Ao primeiro sinal de chegada das embarcações vikings, uma fogueira era acendida. Sua fumaça era vista pelo posto seguinte de guarda, que acendia sua fogueira, e assim por diante, até o sinal ser recebido pelos guerreiros.

A evolução da comunicação a distância passou por vários processos, muitos deles dependendo apenas do aprimoramento dos conhecimentos a respeito das ondas sonoras e eletromagnéticas. Vamos comentar um pouco como esse processo ocorreu.

## 2 O telégrafo

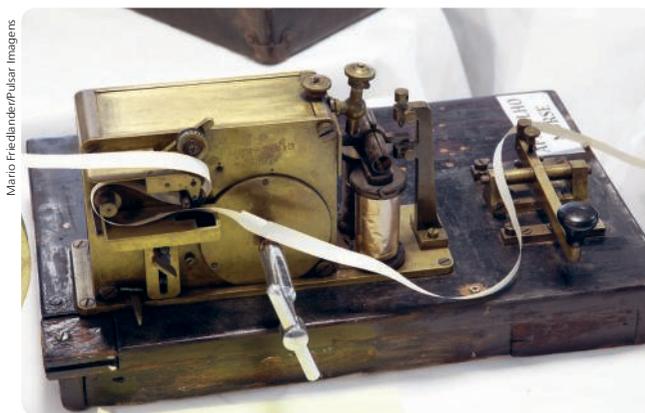
O telégrafo foi um sistema de comunicação largamente utilizado até a metade do século XX na transmissão de mensagens por meio de códigos, baseado na emissão de impulsos eletromagnéticos. Trata-se, portanto, de um sistema de comunicação não por voz, mas por sucessivos toques codificados. Apesar de os registros históricos apresentarem invenções de diferentes tipos de telégrafo por diferentes cientistas, o telégrafo mais conhecido foi desenvolvido na década de 1830 pelo estadunidense Samuel Finley Breese Morse (1791-1872). O telégrafo é, portanto, anterior ao telefone, que foi criado cerca de 40 anos depois, na década de 1870.

Ao longo de mais de 100 anos, o telégrafo sofreu atualizações, adaptações e a qualidade das informações enviadas se tornou cada vez mais confiável e segura. Linhas telegráficas se espalharam pelo mundo e o telégrafo foi adotado para atender à demanda da população em geral, dos governos e dos serviços militares, com destaque para sua utilização nas duas grandes guerras mundiais. Ele deixou o cenário das comunicações com o advento do telefone e, sucessivamente, de outros sistemas de comunicação.

Samuel Morse desenvolveu um código de sinais, utilizado até hoje por radioamadores, entre outros, que recebeu seu nome, o **código Morse**.

O código Morse é um sistema que representa letras, algarismos e sinais de pontuação, identificados por toques mais rápidos ou mais lentos. É também possível a utilização desse mesmo código para comunicação por meio de luzes que se acendem ou se apagam em determinado ritmo, o que pode ser feito por faróis marítimos ou lanternas como forma de comunicação à distância em ambientes escuros.

Após o telégrafo, vários outros sistemas de comunicação surgiram e muitos deles dependem das ondas sonoras, como o telefone. Vamos, então, conhecer um pouco mais a respeito das ondas sonoras e do som.



Mario Friedlander/Pulsar Imagens

Telegrafo.

### 3 O que é uma onda sonora?

No capítulo anterior já discutimos algumas das características fundamentais das ondas. Estudamos que em toda onda há propagação de energia, mas não há deslocamento de matéria, apenas oscilações de posição. O que já foi discutido será importante neste capítulo. Retome esse conteúdo sempre que considerar necessário para rever os conceitos.

Observe, agora, a fotografia a seguir, de cordas de violão logo após serem tocadas, isto é, puxadas e soltas logo em seguida. Cordas de violão são feitas em geral de náilon ou de aço e apresentam certo grau de elasticidade.



DepositPhotos/Glow Images

■ Cordas de violão vibrando após serem tocadas.

A **elasticidade** é uma propriedade que os corpos sólidos apresentam que, quando submetidos a uma força que provoca neles uma deformação, cedem à ação dessa força e retornam à posição e à forma originais, assim que a força cessa. O elástico de borracha e a mola são exemplos de corpos com grande elasticidade em relação a uma tábua de madeira, por exemplo.

Dentro de certo limite, um par de forças que atue nas extremidades e em sentidos opostos deforma o elástico ou a mola, aumentando seu comprimento, sem que estes sofram ruptura ou deformações irreversíveis. Quando a força deixa de atuar, os corpos retornam a suas posições ou formatos originais.

Ao observarmos a corda de um violão se movendo de um lado para o outro, o processo acontece tão rapidamente que a vemos como se fosse uma “nuvem”, no formato de um “bojo” (saliência abaulada). Na região mais ao meio da corda, o “bojo” tem maior amplitude, enquanto nos pontos onde a corda está presa (pesta e cavalete) não vemos movimento algum.

A corda tocada faz um **movimento oscilatório**, ou seja, vibra sempre de um lado para o outro, repetindo esse movimento muitas vezes por segundo.

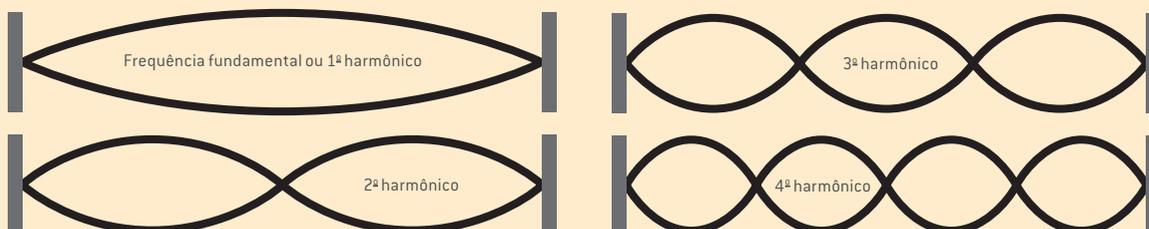
Durante essa vibração, o que ocorre com as partículas que compõem o ar próximas à corda?

Os movimentos repetidos de ida e volta ora empurram, ora fazem recuar as camadas de ar em contato com a corda.

### ■ Orientações didáticas

Conforme indicado no Livro do Estudante, é fundamental retomar as características das ondas, estudadas no capítulo anterior. Para criar uma onda sonora, é preciso criar uma onda estacionária na corda vibrante. É essa onda estacionária, gerada na corda do instrumento musical, que cria as regiões de compressão e rarefação no ar que viajam até nós e que ouvimos.

Criamos uma onda estacionária na corda somando ondas incidentes e refletidas de mesmo comprimento e mesma frequência. Na mesma corda vibrante é possível criar vários padrões de ondas estacionárias. Veja as figuras abaixo.



Diferentes padrões de ondas estacionárias.

## Orientações didáticas

Um instrumento afinado tem as cordas tracionadas de modo a vibrar a nota correta. Assim, para afinar um instrumento, é necessário que a corda vibrante tenha a tensão necessária. As cravilhas, peças metálicas localizadas na extremidade do braço do violão, permitem dar a tensão adequada.

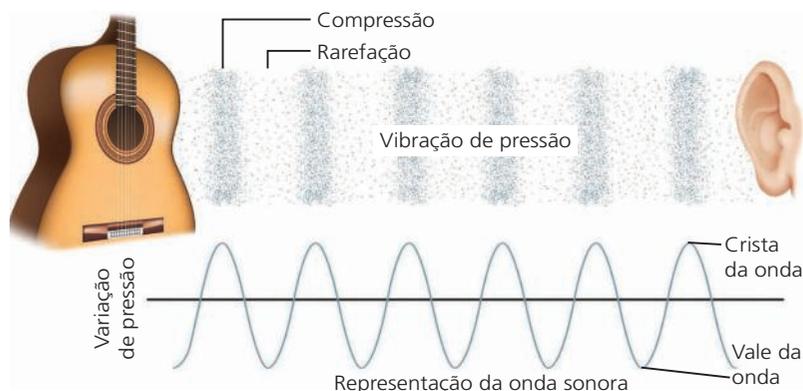
O diapasão, peça metálica em forma de U ou forquilha, serve para afinar instrumentos e vozes. Quando golpeado, as duas extremidades da forquilha do diapasão vibram produzindo a nota que será utilizada para afinar o instrumento musical. A maioria dos diapasões mecânicos produz a nota Lá, na frequência de 440 Hz.

### Aplique e registre

O som não se propaga no vácuo, que, tecnicamente, corresponde ao estado de ausência total de matéria. Entretanto, isso é uma abstração. O que usualmente consideramos vácuo, na verdade, é um gás em baixíssima densidade. Mesmo no espaço interplanetário ou intersideral existe gás em baixíssima densidade.

Outro aspecto interessante dessa atividade é que, no gás rarefeito, as partículas encontram-se muitíssimo afastadas umas das outras. Por esse motivo, a onda sonora perde amplitude ao vencer essa distância tão grande.

O deslocamento dos gases do ar ao redor da corda do violão provoca, por sua vez, o mesmo efeito sobre os gases vizinhos, criando regiões de compressão e de rarefação, que se propagam pelo ar. A propagação das ondas sonoras pelo ar, através de zonas de compressão e rarefação nesse meio, lembra o comportamento de uma onda produzida em outros meios, como a água, uma corda esticada, etc., vistos no capítulo anterior. As zonas de compressão do ar fazem o papel de picos e as zonas de rarefação, de vales. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



O resultado é que temos um transporte de vibrações – e, portanto, de energia mecânica – através do ar. Esse é um exemplo de uma onda sonora.

Apesar de, para facilitar a visualização da onda sonora, ela ter sido representada como se estivesse no plano do papel, propagando-se da esquerda para a direita, é muito importante você entender que as ondas sonoras se propagam pelo ar em todas as direções.

Um objeto vibrando em contato com o ar está produzindo ondas sonoras que se propagam por esse meio, como se fossem bolhas esféricas de compressão e rarefação em torno desse objeto.

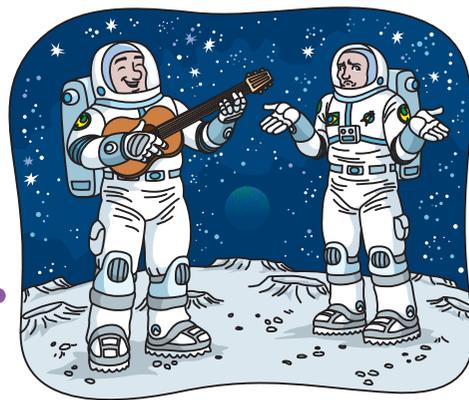
Observamos que, durante a produção de ondas sonoras, ocorre transferência de energia de movimento aos átomos e às moléculas que constituem um meio (em nosso exemplo, o ar), sem, no entanto, ocorrer o transporte de matéria. Elas apenas oscilam em torno de suas posições. As propriedades de onda se mantêm.

### Aplique e registre

1. O que aconteceria se um astronauta levasse um violão para a Lua, onde não há atmosfera?

Nessa situação, não há mais as camadas de ar que antes transmitiam as vibrações por zonas de compressão e rarefação. Tais ondas sonoras não poderiam ser transmitidas. Uma parte da energia de movimento gerada pela oscilação das cordas vai se perdendo pelo atrito com as partes onde elas ficam presas no violão, aumentando um pouco a temperatura desses pontos. Outra parte se propaga pelo corpo sólido do violão, até poder se dissipar por atrito (colisões entre as moléculas). Mas nenhuma parte da energia inicial é propagada pelo espaço até as orelhas do astronauta, que, portanto, nada ouviria.

Representação fictícia da situação descrita no enunciado. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



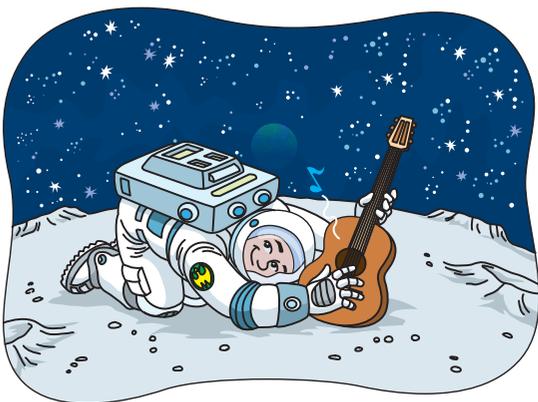
⊗ Não escreva no livro

238

### Leitura complementar

[...] a questão verdadeiramente interessante é qual a menor densidade que o meio pode ter para permitir a propagação de um determinado som. Um critério para a existência de ondas sonoras é que o livre caminho médio das moléculas seja bem menor que o comprimento de onda. À pressão e temperatura ambientes, o livre caminho médio das moléculas de ar é da ordem de  $10^{-7}$  m (0,1  $\mu$ m); portanto, não faz sentido falar de som no ar com comprimento de onda inferior a 1  $\mu$ m. A uma pressão de  $10^{-3}$  atm (um milésimo da pressão atmosférica, um “vácuo” bem razoável) o livre caminho médio é 0,1 mm, ou seja, há som com comprimento de onda maior que 1 mm. Mesmo a um “alto vácuo” de  $10^{-6}$  atm (um milionésimo da pressão atmosférica), o livre caminho médio é de 10 cm, e sons de comprimentos de onda maiores que 1 m podem ser produzidos. Portanto, mesmo num gás extremamente rarefeito, sempre há propagação de som – apenas comprimentos de onda menores que o livre caminho médio das moléculas são suprimidos pelo “vácuo”.

2. Observe agora a ilustração abaixo.



a) Ele poderia simplesmente encostar seu capacete diretamente no corpo do violão e tocar suas cordas. As ondas sonoras seriam transmitidas por zonas de compressão e rarefação em grupos de moléculas e átomos dos meios sólidos (corpo do violão e capacete) e do meio gasoso (o ar dentro de seu uniforme).

Representação fictícia da situação descrita no texto a seguir. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

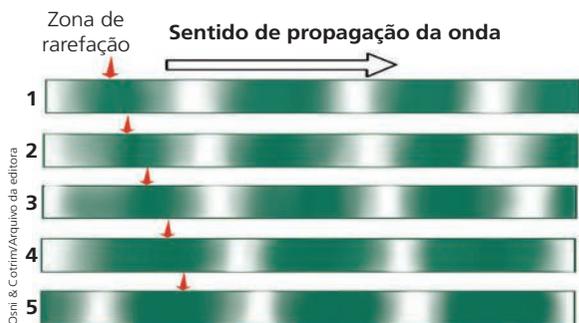
A situação mudou: as ondas sonoras são transmitidas pelo meio sólido do corpo do violão. Mas o corpo do violão está em contato com o solo lunar, que, apesar de arenoso, é um meio material, e ainda está em contato com o capacete do astronauta.

As moléculas e os átomos desses meios podem transmitir as vibrações da corda, formando também zonas de compressão e rarefação, até atingir as camadas de ar dentro do capacete do astronauta; assim, ele ouve o som.

- De que outra forma o astronauta da questão anterior poderia escutar o som do violão, sem usar o solo lunar como meio intermediário? Explique o processo de propagação das ondas sonoras presente no seu exemplo.
- Até aqui demos como exemplos de meios de propagação o ar atmosférico e alguns meios sólidos. Que experimento você faria para verificar se essas ondas se propagam em meios líquidos, como a água?

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

A ilustração a seguir representa a propagação de ondas sonoras através de um meio sólido qualquer. Assim como no ar, ou num meio líquido, ondas sonoras geradas pela vibração de algum objeto macroscópico se propagam por um meio sólido. Zonas de compressão e de rarefação são transmitidas por colisões entre as moléculas e os átomos, embora totalmente invisíveis aos nossos olhos.



Representação esquemática da propagação de onda sonora em meio sólido. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Outro ponto a observar é a direção de propagação de uma onda sonora: ela se dá na mesma direção em que o corpo vibrante oscila. As zonas de compressão e de rarefação transmitem um padrão de “picos” e “vales” formados na mesma direção dos empurrões e recuos do corpo que vai e vem, repetidamente.

## Orientações didáticas

### Aplique e registre

As atividades incentivam os estudantes a refletir a respeito da propagação de ondas e propor alternativas para as situações propostas. É fundamental que eles reconheçam a necessidade de meio material para a propagação de ondas sonoras, que são ondas mecânicas. No item **b**, incentive a criatividade dos estudantes para a proposição de experimentos. Esse processo cognitivo, que também caracteriza o pensamento investigativo, é muito importante e deve ser exercitado sempre que possível. Eles podem mencionar, por exemplo, uma pessoa dentro de uma piscina e uma fonte sonora fora da água para verificar a propagação do som no meio líquido (no caso, as ondas sonoras se propagam do ar para a água e, então, até as orelhas da pessoa).

### Conheça também

#### Como enxergar o som em slow motion

O vídeo apresenta diferentes exemplos, como cordas de violão e caixas de som, que permitem a observação da propagação de ondas sonoras resultante da vibração dos materiais.

Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2013/09/como-enxergar-o-som/>>. Acesso em: nov. 2018.

As ondas sonoras se propagam pelo ar em todas as direções. Explícite aos estudantes o significado desta afirmação: A frente de onda é uma superfície esférica. Cada segmento que une a fonte sonora a um ponto do espaço tem as zonas de compressão e rarefação do ar, conforme visto nestas páginas.

[...] em uma nuvem interestelar com densidade de 10 átomos de hidrogênio por  $\text{cm}^3$ , o livre caminho médio é da ordem de  $10^{14}$  cm, cerca de 10 vezes a distância da Terra ao Sol. Ondas sonoras de comprimentos de onda comparáveis ao tamanho do sistema solar podem propagar-se nessa nuvem de gás. É claro que ouvido algum pode escutar tais sons, mas eles existem e parecem desempenhar um papel importante nos processos de formação estelar [...].

## Orientações didáticas

Além das características ondulatórias do som, que são o comprimento de onda, a frequência e a velocidade de propagação, há características relacionadas à identificação dessas ondas pela audição. São chamadas propriedades fisiológicas do som:

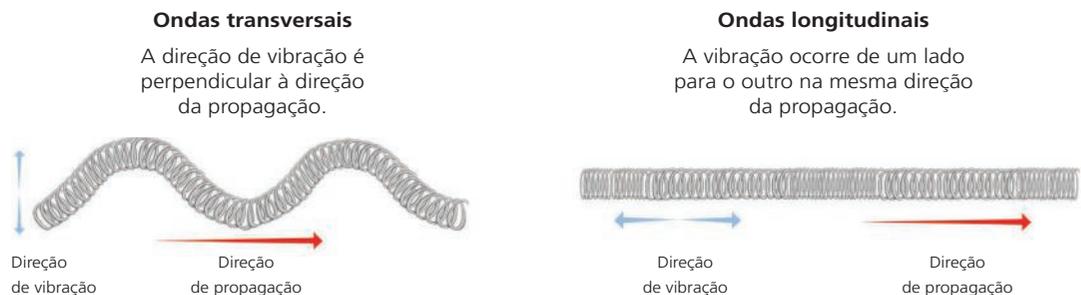
- altura: propriedade relativa à frequência. Sons graves são baixos, sons agudos são altos.
- intensidade: está relacionada à potência da fonte sonora. A intensidade é regulada pelo "volume" do som.
- timbre: está relacionado com o perfil da onda, que identifica o som de um instrumento ou origem particular. Ainda que emitam a mesma nota musical, os sons produzidos por um violino e um trompete são distintos porque têm timbres diferentes.

Se possível, pode-se conduzir uma atividade com os estudantes produzindo diferentes sons de diversas maneiras: batendo palmas, utilizando tambores, instrumentos musicais melódicos, assovios, etc. Se houver um instrumentista na classe, ele poderá apresentar suas habilidades musicais, o que certamente será um bom estímulo aos colegas.

Após essa atividade, os conteúdos a respeito da velocidade e das qualidades fisiológicas do som (altura, intensidade e timbre) poderão ser explorados utilizando um instrumento musical. Uma mesma nota musical tocada, por exemplo, em um piano e em um violão pode ter sua origem reconhecida pelo timbre. É também pelo timbre que reconhecemos as vozes das pessoas conhecidas.

As ondas sonoras são, portanto:

- **mecânicas**, pois necessitam de um meio material para se propagar;
- **longitudinais**, porque as vibrações da matéria (moléculas e átomos) no meio, representadas pelos movimentos de compressão-rarefação, ocorrem na mesma direção em que a onda se propaga.



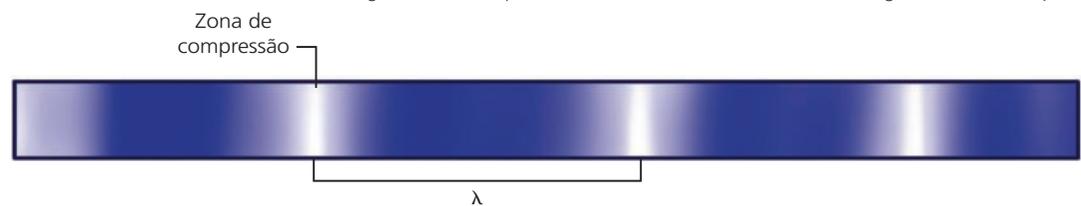
Representação esquemática de comparação entre ondas transversais e longitudinais. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Características de uma onda sonora

### Comprimento de onda

Como determinar o **comprimento de onda** ( $\lambda$ ) de uma onda longitudinal, se não há cristas nem vales?

O comprimento de onda é determinado, nesse caso, pela distância entre duas regiões de compressão sucessivas ou entre duas regiões de rarefação.



Representação esquemática de uma onda e suas regiões de compressão e rarefação, indicando o comprimento de onda. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

### Frequência

Vimos que a **frequência** (**f**) é uma grandeza que expressa o número de oscilações por unidade de tempo em uma onda contínua ou periódica. A frequência pode ser medida em hertz (Hz), sendo 1,0 Hz equivalente a uma vibração por segundo.

As ondas sonoras que oscilam com frequências entre 20 Hz e 20 kHz (= 20000 Hz) são associadas ao som. **Som** é o efeito captado pela audição, resultado de ondas sonoras que vibram com valores de frequências nessa faixa e que atingem o sistema auditivo. Falaremos disso com mais detalhes posteriormente.

## ● Velocidade de propagação

A **velocidade (v)** com que uma onda sonora se propaga em um meio material se relaciona com as grandezas mencionadas – comprimento de onda  $\lambda$  (lambda, letra grega) e frequência **f** – da mesma forma que aprendemos no capítulo anterior:

$$v = \lambda \times f$$

Essa fórmula é válida para qualquer onda, inclusive para ondas sonoras.

A velocidade de propagação das ondas sonoras depende muito das condições do meio material em que se propagam. Vejamos as principais.

- **Temperatura:** a velocidade de propagação de uma onda sonora aumenta com a temperatura do meio. No ar, a 0 °C, por exemplo, as ondas sonoras se propagam a cerca de 332 m/s, enquanto à temperatura ambiente de 25 °C, essa velocidade é de 346 m/s.
- **Densidade:** em um mesmo meio, como o ar, quanto mais denso ele estiver, menor será a velocidade de propagação de uma onda sonora. Assim, comparando a velocidade de propagação do som em dois gases à mesma temperatura, ela será maior no menos denso. Por exemplo, à mesma temperatura, será maior no gás hélio que no gás nitrogênio.
- **Elasticidade:** quanto maior a rigidez de um meio, ou quanto menos elástico ele for, maior será a velocidade de propagação das ondas sonoras. Dessa forma, mesmo sendo mais denso que o ar, um corpo sólido apresenta uma rigidez muito maior que os gases, que são extremamente elásticos. Por isso, as ondas sonoras – em particular o som – se propagam pelo solo, pelas paredes de uma casa, pelo tampo de uma mesa, etc., com velocidade bem maior que pelo ar.

Veja o quadro abaixo, que mostra a velocidade aproximada de propagação de ondas sonoras em diferentes meios, a uma mesma temperatura (25 °C).

Meio material	Velocidade de propagação do som (m/s)
Água (estado líquido)	1 493
Ferro (estado sólido)	5 130
Vidro pirex	5 640
Diamante	12 000

Fonte: Departamento de Física e Astronomia da Universidade Georgia State, Estados Unidos. Disponível em: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Tables/Soundv.html#c1>>. Acesso em: nov. 2018.

Com relação à velocidade das ondas sonoras no ar, costumamos utilizar 340 m/s, um valor aproximado.

## ■ Orientações didáticas

Aproveite que os estudantes já conhecem as velocidades da luz e do som no ar e proponha o seguinte desafio: Sabemos que a luz se propaga mais rapidamente que o som. Como podemos aproveitar esse conhecimento para saber se uma tempestade com raios e relâmpagos está se aproximando ou se afastando?

Tempestades são fenômenos atmosféricos ligados a nuvens *cumulonimbus*, marcados por ventos fortes, trovoadas, relâmpagos, granizo e chuva. A luz dos relâmpagos chega até nós com a velocidade da luz, enquanto o som dos trovões chega bem depois, com a velocidade do som no ar, quase dez mil vezes menor. É por isso que vemos primeiro o relâmpago e depois ouvimos o trovão.

É possível saber se uma tempestade está se aproximando ou se afastando de nós controlando o intervalo de tempo entre os dois eventos: se esse intervalo diminui entre dois relâmpagos sucessivos, a tempestade está se aproximando; se aumenta, a tempestade está se afastando.

## Orientações didáticas

Comentamos, a seguir, outras propriedades do som.

Sendo o som uma onda, ele também pode sofrer reflexão. Se a reflexão da luz pode resultar em imagens, a reflexão de ondas sonoras pode gerar outros sons.

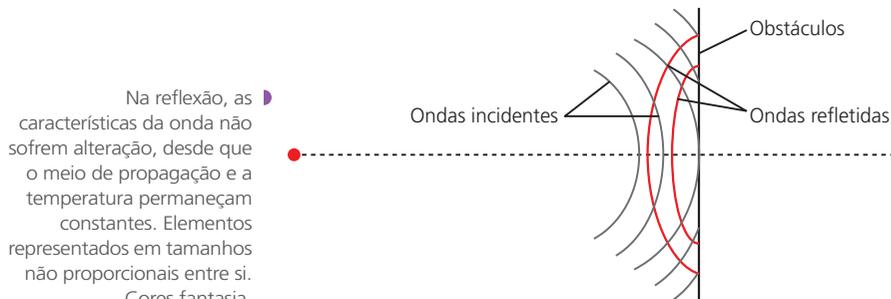
Quando uma onda sonora encontra um obstáculo à sua frente, ela pode retornar à sua fonte. A esse retorno damos o nome de reflexão e, sob certas circunstâncias, pode provocar eco ou reverberação.

Dois sons, um recebido imediatamente após o outro, só podem ser identificados pelo sistema auditivo humano se o intervalo entre os dois for superior a 0,1 s. Pelos motivos já justificados no Livro do Estudante, é necessário, para ouvir o eco, que o obstáculo se encontre, no mínimo, a 17 m da fonte sonora. Se o som original e o refletido chegam à orelha em um intervalo menor que 0,1 s, ocasionam o prolongamento e o aumento da sensação auditiva.

Há também outra propriedade inerente às ondas e característica no caso do som: a capacidade de contornar obstáculos, o que chamamos de difração. A difração ocorre quando uma onda encontra um obstáculo de dimensões comparáveis ao seu comprimento de onda. É por isso que a difração não é facilmente observável em ondas eletromagnéticas. Assim, podemos ouvir uma orquestra atrás de uma colina, mas não podemos ver os músicos.

## Reflexão sonora

A reflexão sonora é um fenômeno que ocorre quando uma onda sonora colide em um obstáculo, como uma parede, e retorna ao meio no qual se propagava, mas em direção contrária à sua propagação inicial. O comportamento é parecido com o de um fecho de luz sobre um espelho, ou de ondas na superfície de um lago quando atingem a margem. Esse fenômeno chamado **reflexão**, que já estudamos no capítulo anterior, pode ocorrer em qualquer tipo de onda, não somente nas sonoras.

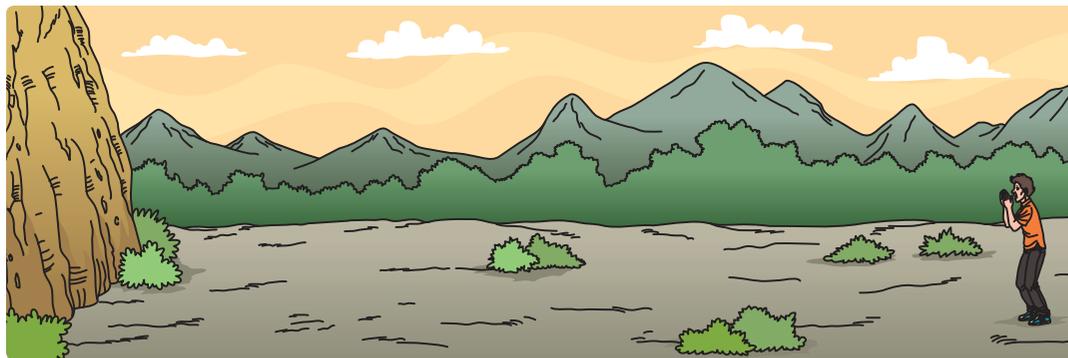


Banco de imagens/Arquivo da editora

Na reflexão, as características principais da onda (frequência, comprimento de onda e velocidade) não sofrem alterações, desde que as características do meio de propagação, como temperatura, densidade, etc., permaneçam constantes.

Um efeito muito conhecido da reflexão de ondas sonoras é o **eco**. O eco forma-se quando o som refletido pode ser diferenciado do som emitido.

Observe, nas ilustrações, situações em que ocorre o eco.



Eduardo Belmiro/Arquivo da editora

Pessoa emite som de frente para um enorme obstáculo: a parede de uma montanha. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Ao gritar na direção de uma parede extensa, uma pessoa pode ouvir o som refletido. Tal fenômeno ocorre em algumas circunstâncias, pois a orelha do ser humano é capaz de distinguir dois pulsos sonoros somente se o intervalo de tempo entre eles for de pelo menos um décimo de segundo (0,10 s). Se o intervalo de tempo entre o pulso sonoro emitido (grito) e o pulso refletido for inferior a 0,10 s, a pessoa não ouvirá esse último, ou seja, o eco não ocorrerá.

Considerando a velocidade do som no ar, podemos perceber que o eco somente se forma a partir de certa distância do anteparo que serve como obstáculo para a propagação das ondas sonoras. A distância mínima entre a fonte do som e o anteparo deve ser 17 m.

## Leitura complementar

Os músicos são competentes, os instrumentos são de primeira linha, o repertório é agradável e o maestro tira o máximo de sua orquestra, mas o som não flui bem. Os músicos não ouvem uns aos outros e o público não aproveita o eficiente conjunto musical. Um problema que ocorre em muitas salas de espetáculo novas ou antigas. A arquitetura, o tipo de construção e, principalmente, os materiais usados no acabamento da sala nem sempre são os mais indicados para a obtenção de uma boa sonoridade. [...]

A análise de variáveis engloba valores de 12 parâmetros que fornecem informações sobre aspectos sonoros ligados a inteligibilidade dos sons, equilíbrio entre graves e agudos, distribuição da energia sonora dentro da sala e percepção da posição das fontes sonoras como caixas

## Reflexão das ondas sonoras em auditórios

Na construção de um auditório ou teatro, é importante considerar o fenômeno da reflexão das ondas sonoras e seus efeitos. É necessário evitar a formação do eco nas paredes do auditório, pois ocorreria mistura de sons, dificultando ouvir a pessoa que estivesse falando. Para evitar essa situação, as paredes do salão devem ser revestidas com materiais que quase não refletem ondas sonoras, como madeira, lonas, cortinas e tapetes.

Outra aplicação da reflexão é observada em grandes auditórios, nos quais o palco é construído em semicírculo – são as conchas acústicas. As ondas sonoras atingem a superfície curva do palco e sofrem reflexão, chegando à plateia. Dessa forma, o som se torna mais claro para os ouvintes.



Carlos Terrana/Kino.com.br

Concha acústica na Praça Duque de Caxias em Brasília (DF), 2018.

## Saiu na mídia

### A gigantesca reserva de diamantes escondida sob nossos pés

**Atualmente, diamantes são símbolo de riqueza e elegância, mas no futuro podem ser simplesmente uma pedra comum que qualquer um pode ter.**

Esse não é um cenário totalmente impossível, se considerarmos um recente estudo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). A pesquisa diz que a 160 km debaixo da superfície da Terra se acumulam 10 quatrilhões de toneladas de diamantes – ou seja, uma unidade seguida de 16 zeros (10.000.000.000.000.000).

“Isso nos mostra que os diamantes talvez não sejam um mineral exótico. Numa escala geológica, ele é relativamente comum”, disse Ulrich Faul, um dos autores do estudo, num comunicado do MIT. [...]

#### ‘Escutando’ os diamantes

Os cientistas, na verdade, não viram os diamantes: eles ouviram.

As ondas sonoras produzidas durante um abalo sísmico ou a erupção de um vulcão viajam em velocidades diferentes, conforme a forma e temperatura das rochas que atravessam.

Ao escutar e medir a velocidade dessas ondas sonoras, os geólogos conseguem deduzir que tipo de material elas atravessaram. Utilizando esse método, os pesquisadores se deram conta de que, quando as ondas sonoras atravessavam os cratões, viajavam muito mais rapidamente que o esperado.

Com essa informação, criaram várias rochas em laboratório, formadas pela combinação de minerais diferentes, e observaram em qual delas a velocidade da onda sonora coincidia com as que eles detectaram na natureza.

O resultado: apenas uma rocha que continha entre 1% e 2% de diamantes produzia a mesma velocidade da onda registrada em abalos sísmicos.

Considerando o tamanho dos cratões, os cientistas calcularam que, se cada um possuir de 1% a 2% de diamantes, isso representaria a presença de “pelo menos mil vezes mais diamantes do que se imaginava”.



Não escreva no livro

## Orientações didáticas

Em relação ao tratamento acústico de salas de espetáculos, fazemos algumas considerações a seguir.

Sala multiuso é um conceito arquitetônico de ocupação de espaço. Uma sala pode se destinar a eventos de muitas naturezas: orquestras sinfônicas, orquestras de câmara, peças teatrais, palestras, aulas, projeções de filmes, festas ou mesmo atividades profissionais desenvolvidas em escritórios. Para cada uma dessas finalidades, define-se um conjunto de condições que se relaciona com o controle do ruído, da reverberação de sons, do eco, que caracteriza o conforto acústico. Essa é uma das dimensões do conforto ambiental, que também passa pela melhor experiência do usuário em relação à temperatura, à iluminação, à umidade, etc.

Cada finalidade da sala multiuso prevê um conjunto de condições acústicas específicas. Naturalmente, espera-se um tratamento acústico do ambiente diferente do que é aceitável para uma festa, por exemplo. Mesmo em espetáculos musicais, as especificações são diferentes. Para acomodar as diversas demandas, muitas salas apresentam forros móveis ou bandeiras de veludo. Esses dispositivos móveis, junto com a disposição [fixa] do palco, das poltronas, dos carpetes e das cortinas, definem a assinatura acústica do ambiente.

Confira a *Leitura complementar* da página anterior e desta para conhecer mais sobre a acústica em auditórios.

acústicas, vozes e instrumentos musicais. Também envolve a reverberação, tempo em que um som, após terminar, continua ressoando com suas múltiplas reflexões nas superfícies que compõem um ambiente. [...]

Materiais rígidos e lisos como paredes e tijolos tendem a refletir o som, enquanto materiais macios e porosos como tapetes, espumas e estofados absorvem as ondas sonoras. São características importantes também para o tipo de cadeira da plateia. Ela precisa ser equivalente à absorção do som de uma pessoa média. “Isso acontece porque o som não pode variar quando algumas cadeiras estão vazias, ou mesmo antes da apresentação, quando da passagem do som que normalmente é feita com o teatro vazio.” [...]

OLIVEIRA, Marcos. Resposta impulsiva. *Pesquisa Fapesp*, n. 138, ago. 2007. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/08/01/resposta-impulsiva>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

### Saiu na mídia

#### Refleta e responda

As atividades visam auxiliar os estudantes na compreensão e interpretação do texto, articulando as informações novas com os conteúdos estudados. Além de aplicar o conhecimento em outro contexto, o tema abordado pode despertar interesse e curiosidade, contribuindo para a situação de aprendizagem.

Para complementar o estudo do som, confira no quadro abaixo o intervalo de frequências audíveis para alguns animais.

	Menor frequência (Hz)	Maior frequência (Hz)
Homem	64	23 000
Cão	67	45 000
Gato	45	64 000
Morcego	2 000	110 000
Toninha	75	150 000

Fonte dos dados: FREQUENCY hearing ranges in dogs and other species. Louisiana State University. Disponível em: <<https://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html>>. Acesso em: nov. 2018.

O sistema de ecolocalização dos morcegos pode ser um tema complementar interessante de ser explorado com os estudantes. Para isso, confira mais informações na *Leitura complementar* a seguir.

#### É possível extraí-los?

Atualmente, é considerado impossível escavar esses diamantes, porque os cratões estão a, pelo menos, 160 km de profundidade.

Para se ter uma ideia do que isso significa, a mina mais profunda do mundo, a Mponeng, no sul da África, tem “apenas” 4 km de profundidade.

“Não podemos alcançá-los, mas ainda assim há muito mais diamantes na Terra do que se imaginava”, diz Faul.

BBC NEWS BRASIL. A gigantesca reserva de diamantes escondida sob nossos pés. Disponível em: <[www.bbc.com/portuguese/geral-44954640](http://www.bbc.com/portuguese/geral-44954640)>. Acesso em: ago. 2018.

#### Refleta e responda

3. O fato de a velocidade de propagação das ondas nos cratões ser compatível com a velocidade de propagação de ondas sonoras em diamantes.

1. Converse com os colegas e, juntos, pesquise o significado do termo cratões, também conhecidos por crátons. *Cratões ou crátons são unidades geológicas antigas da crosta terrestre, que se mantiveram preservadas ao longo do tempo.*
2. Quais propriedades de propagação das ondas sonoras auxiliaram os pesquisadores a localizar as reservas de minerais? *Propagação através de um meio (onda mecânica), velocidade de propagação dependente da temperatura, da densidade e da rigidez do meio e reflexão sonora.*
3. O que permite formular a hipótese de que os cratões são ricos em diamantes?
4. Por que não conseguimos retirar os diamantes que parecem existir nos cratões? *Porque os cratões se encontram a grande profundidade, muito além da que é possível ser alcançada.*

## 4 O que é o som?

Chamamos de **som** as ondas sonoras que podem ser detectadas pela audição humana. Para que isso aconteça, as ondas sonoras devem ter frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz (ou 20 kHz).

É importante ressaltar que cada indivíduo apresenta um nível de sensibilidade; portanto, nem todas as pessoas são capazes de ouvir sons de frequência muito baixa, em torno de 20 Hz. A capacidade auditiva depende da idade, do ambiente onde a pessoa vive e da fisiologia de seu aparelho auditivo.

Os sons de baixa frequência são classificados como **sons graves**. Os de alta frequência, como **sons agudos**. Fazendo uma comparação simples, os sons de baixa frequência seriam parecidos com o som de um contrabaixo, enquanto os sons de alta frequência seriam parecidos com o de um violino.

Em adultos, a voz masculina geralmente produz sons com frequências na faixa de 100 Hz a 200 Hz, enquanto na voz feminina a frequência do som produzido varia de 200 Hz a 400 Hz. Assim, as vozes masculinas são, geralmente, mais graves, e as femininas, mais agudas.

A voz humana é um excelente exemplo de produção de ondas sonoras: as pregas vocais localizadas na laringe produzem vibrações que são transmitidas para o ar e essas oscilações se propagam em todas as direções.

Quando as ondas sonoras têm frequência fora do intervalo da audição humana, que está entre 20 Hz e 20 000 Hz, são classificadas em **infrassônicas** e **ultrassônicas**.

- Paciente sendo submetida a exame de audiometria, que avalia a capacidade auditiva. Nesse tipo de exame, o paciente fica instalado em uma cabine acústica e isolado dos sons do ambiente, comunicando-se com o examinador por meio de microfones e informando a ele quais dos sons emitidos durante o teste conseguiu ouvir.



244

### Leitura complementar

#### Sonar dos morcegos

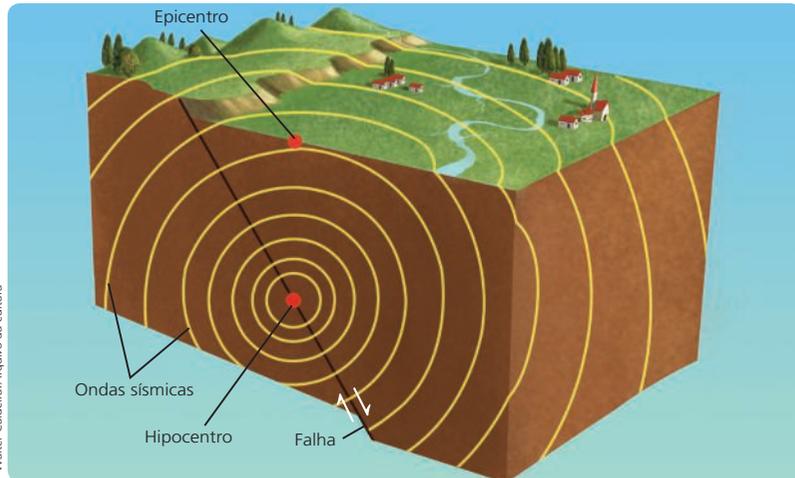
Os morcegos se orientam no escuro por um mecanismo chamado “ecolocalização” ou “sonar dos morcegos”. Estes animais emitem gritos, que consistem em ondas de altíssima frequência, inaudíveis pelo homem, emitidos pela boca ou pelas narinas. Esses impulsos de ultrassom, ao atingirem um objeto, são refletidos em forma de ecos e captados pelos ouvidos. Com esse sonar, os morcegos conseguem identificar, quando voando, a natureza do ambiente que os circunda, bem como a forma e dimensão do objeto.

SONAR dos morcegos. *Embrapa*. Disponível em: <<http://www.faanacps.cnpem.embrapa.br/mamifero/sonar.html>>. Acesso em: nov. 2018.

## Ondas infrassônicas

As ondas infrassônicas apresentam frequências inferiores a 20 Hz; em geral não podem ser detectadas pela orelha humana. Quanto menor a frequência de uma onda, maior é seu comprimento ( $\lambda$ ), quando o meio de propagação continua o mesmo. Assim, ondas infrassônicas no ar têm comprimento de onda grande e podem atravessar facilmente obstáculos materiais, como casas e prédios.

São exemplos de ondas infrassônicas aquelas provocadas por tempestades, furacões, erupções vulcânicas, terremotos e motores de foguetes. Alguns desses elementos podem provocar ondas sonoras audíveis, mas a maior parte delas se situa na faixa de frequências do infrassom.



Representação esquemática de como se propagam as ondas sísmicas quando ocorre a formação de um terremoto. Elementos representados em tamanhos e distâncias não proporcionais entre si. Cores fantasia.

## Ondas ultrassônicas

As ondas ultrassônicas se propagam com frequências acima de 20000 Hz (ou 20 kHz). Ondas de alta frequência têm comprimentos de onda curtos, da ordem de 1 cm ou menos.



Exame de ultrassom em grávida. A imagem por ultrassom de um feto em crescimento no interior do útero pode ser vista na tela.

## Orientações didáticas

Entre as aplicações do ultrassom, podemos citar os efeitos biológicos sobre tecidos humanos. Ondas sonoras entre 1 MHz e 3 MHz são consideradas ultrassons e podem ser utilizadas nas situações a seguir.

Ao se propagar pelos tecidos de parte do corpo humano, as ondas de ultrassom aumentam a agitação térmica do local e favorecem a circulação. Por isso, o ultrassom pode ser usado como modalidade terapêutica para a redução de espasmos musculares, alívio de dores após um trauma ou inchaço e melhor oxigenação das células locais.

Além disso, o ultrassom pode ser usado como método de complementação de imagens para o diagnóstico de câncer de mama e na detecção de cistos e carcinomas.

Na ginecologia, por exemplo, o ultrassom permite verificar o tamanho do útero e dos ovários, acompanhar o desenvolvimento do feto ao longo da gestação, bem como detectar tumores malignos nos tecidos desses órgãos.

No ramo da engenharia, o ultrassom permite detectar fissuras ou fraturas internas em vigas, chapas e soldas, em pontos internos inacessíveis à visão.

### Conheça também

#### Fundamentos da ultrassonografia em ginecologia e obstetrícia

Página para saber mais sobre as aplicações das ondas ultrassônicas nessas importantes áreas da medicina.

Disponível em: <<https://www.fcm.unicamp.br/drpixel/conteudo/fundamentos-da-ultrassonografia-em-ginecologia-e-obstetrícia>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Para sistematizar e ampliar a relação entre saúde e radiações, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade [EF09CI07], propomos a *Atividade extra* a seguir.

### Atividade extra

Proponha aos estudantes que organizem um evento com o tema “Saúde e radiações”. O objetivo é promover uma divulgação na escola, esclarecendo o que é radiação, quais são seus tipos e os cuidados com a saúde relacionados. Sugerimos as seguintes etapas:

1. Levantamento dos tópicos: organize a turma para a escolha de tópicos que atendam a interesses, dúvidas e curiosidades sobre o tema. Também poderão ser pesquisados especialistas que poderão ser convidados para expor sobre o tema.
2. Planejamento de atividades: programe com a turma o cronograma do evento, os materiais e meios de comunicação, a participação dos especialistas, etc.
3. Execução: organizados em grupos, os estudantes deverão expor as informações e conduzir as atividades planejadas. As famílias e a comunidade que vive próxima à escola poderão ser convidadas.
4. Autoavaliação: os estudantes deverão avaliar como foi a elaboração da atividade, sua própria participação, se os objetivos foram atingidos, etc. Incentive-os a pensar em alternativas que contribuam para a organização de eventos futuros.

Entre outras aplicações do ultrassom, destaca-se o sonar. A *Leitura complementar* a seguir se atém a esse exemplo.

O aparelho de ultrassom emite ondas sonoras de alta frequência, bem acima do que as orelhas humanas são capazes de detectar. Essa emissão se dá por meio de uma sonda, que é, na fotografia da página anterior, a ferramenta que entra em contato com a pele da paciente. Nesse processo, o aparelho transforma o ultrassom em imagem.

Essas ondas são muito sensíveis a pequenos obstáculos, como mudança das características do meio e presença de corpos com densidades diferentes, a exemplo dos membros de um feto dentro do meio fluido que o envolve no útero.

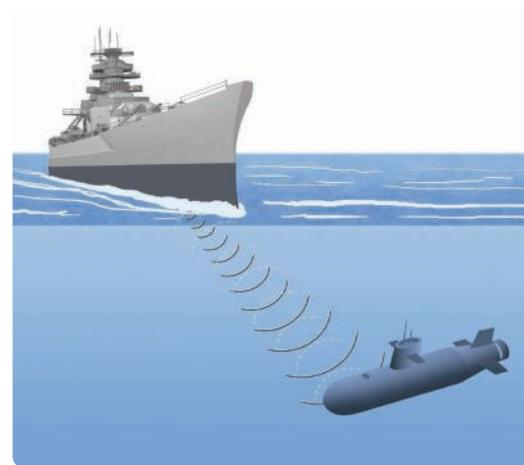
As ondas encontram esses obstáculos e são refletidas de volta para a sonda, à semelhança de uma fonte de luz apontada para um espelho. Ao captar essa parte das ondas que retornam por reflexão, a máquina registra o intervalo de tempo entre a emissão das ondas sonoras e a recepção da parte refletida das ondas. A máquina então calcula a distância entre o ponto de emissão (que pode ser a superfície da pele de uma paciente) e o objeto detectado (o corpo de um feto, por exemplo).

O ultrassom permite verificar as condições do feto em gestação, fornecendo imagens do interior do útero. Isso torna possível diagnosticar eventuais problemas que exijam cuidados especiais, parto por cirurgia cesariana, pedido de exames adicionais. O pré-natal é fundamental para garantir o acompanhamento médico da mãe e do bebê.

O ultrassom tem várias outras aplicações no campo da medicina e da odontologia: eliminação de gordura localizada, inalador ultrassônico, tratamento de canal dentário, quebra de “pedra dos rins” (litotripsia). Outras aplicações de ordem geral são, por exemplo, a soldagem de plásticos, o corte de certos produtos e o sonar.



Fotografia de um inalador ultrassônico, utilizado em tratamentos para doenças respiratórias.



O sonar emite ondas sonoras que podem ser de infrassom, de sons audíveis e de ultrassom, que refletem no fundo do mar ou outros obstáculos e voltam sendo captadas pelo aparelho, informando, pelo cálculo da velocidade da onda sonora, a profundidade medida. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

Agora que já comentamos as características das ondas sonoras e do som, vamos continuar a tratar de como avançaram os meios de comunicação.

246

### Leitura complementar

#### Como funciona o sonar ativo?

O sonar é instrumento fundamental da guerra antissubmarino. Ele é um dispositivo criado para detectar e localizar objetos submersos na água por meio das ondas sonoras que os alvos refletem ou produzem.

O sonar ativo funciona basicamente como o radar, só que usa pulsos sonoros no lugar das ondas de rádio. As ondas de rádio não se propagam sob a água, além de poucos metros.

O pulso do sonar [...] é emitido e ao encontrar um obstáculo, retorna ao emissor. Medindo-se o tempo que o “ping” levou para ir e voltar, tem-se como calcular a distância do objeto ecoado com “relativa” precisão.

A precisão é “relativa” porque os pulsos do sonar sofrem diversos tipos de atenuação causados pela temperatura, salinidade e pressão da água, que mudam de acordo com as estações do ano, posições geográficas e condições atmosféricas. [...]

COMO funciona o sonar ativo? *Poder Naval*, 17 jan. 2018. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo>>. Acesso em: nov. 2018.

## 5 O telefone

A comunicação a distância por voz tem suas raízes no telefone, inventado em 1876 por Alexander Graham Bell, quando já residia nos Estados Unidos. Graham Bell nasceu em Edimburgo, capital da Escócia, em 1847 e se mudou para os Estados Unidos em 1871. Faleceu em 1922.

Quando uma pessoa fala ao telefone, as ondas sonoras de sua voz são transformadas em sinais elétricos que são transmitidos ao outro telefone, o qual, então, os transforma novamente em ondas sonoras, permitindo que a outra pessoa ouça e entenda o que foi dito.

Nos primeiros telefones, a ligação entre um telefone e outro era feita por uma rede de fios. Atualmente, esses fios são dispensáveis, possibilitando comunicação a distâncias muito grandes, até mesmo entre diferentes continentes.



Alexander Graham Bell falando em seu telefone na Exposição Internacional do Centenário da Filadélfia, nos Estados Unidos, 1876.

The Granger Collection/Fotoarena

## Orientações didáticas

Converse com os estudantes sobre inovações que permitiram a comunicação a distância. Certamente aparelhos como telefone, incluindo celulares, serão mencionados. Nesse contexto, ressalte que diversas inovações ao longo do tempo resultaram no aparelho como o conhecemos atualmente. Sendo assim, destaque a perspectiva histórica na evolução tecnológica dos meios de comunicação em associação com o conhecimento científico sobre ondas. Na *Leitura complementar* a seguir, apresentamos mais informações sobre os telefones.

## Investigação

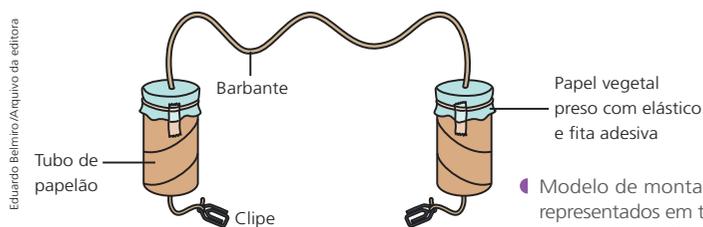
### Como construir um telefone?

#### Material

- cordão fino ou barbante;
- papel vegetal;
- fita adesiva;
- dois elásticos de borracha;
- dois cliques metálicos para papel;
- dois tubos de papelão (base de rolo de papel higiênico).

#### Procedimentos

1. Recorte dois pedaços de papel vegetal e coloque cada um deles em uma das extremidades dos rolos de papelão, fixando-os com o elástico e a fita adesiva.
2. Com a ponta de um lápis, faça um pequeno furo no centro dos papéis que recobrem os tubos de papelão, conforme indicado na ilustração abaixo.
3. Passe cada ponta do barbante pelo furo do papel de cada um dos tubos, que ficarão ligados pelo barbante. Para que o barbante não saia da posição, prenda sua ponta em um clipe, que ficará dentro do tubo.
4. O telefone está pronto. Fique com um tubo e dê o outro a um colega. Para falar um com o outro, o barbante deve estar bem esticado.



Eduardo Beirão/Arquivo da editora

Modelo de montagem do telefone. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

#### Interprete os resultados

- Explique, no caderno, o trajeto das ondas sonoras durante o funcionamento do telefone que você construiu.

O som emitido pela boca faz vibrar o papel que está na extremidade do tubo, e essa vibração é transmitida para o barbante. O som se propaga pelo barbante até atingir o papel que recobre o outro tubo. Pelo tubo, o som é direcionado à orelha do ouvinte.



Não escreva no livro

## Leitura complementar

[...] Um aspecto interessante dos diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço.

Nos telefones comuns, por exemplo, a comunicação entre os aparelhos é feita através de fios que formam grandes circuitos elétricos independentes da rede de distribuição.

Tais circuitos elétricos também utilizam o poste como apoio, mas não estão ligados aos circuitos residenciais e, por esse motivo, quando ocorre interrupção no fornecimento de energia, os telefones continuam funcionando.

Os telefones celulares, por sua vez, têm sua própria fonte de energia elétrica: uma bateria, que fica junto ao aparelho. Além disso, tanto o som emitido como o recebido utiliza uma antena, através da qual é feita a comunicação. A partir da antena do aparelho telefônico, a mensagem é enviada a outras antenas que recebem e enviam a mensagem até que esta seja captada pela antena do outro aparelho. [...]

SOM, imagem e telecomunicação. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. *Leituras de Física*, Instituto de Física da USP, São Paulo, jun. 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

## Investigação

A proposta de atividade é uma excelente oportunidade para explorar com os estudantes os princípios de ondulatória para a comunicação. Além disso, os materiais são simples e de fácil acesso, facilitando a construção do aparelho. É importante ressaltar que o telefone de latinha só funciona se a linha estiver bem esticada. Incentive os estudantes, em duplas, a utilizar o aparelho construído. Desse modo, a atividade deve despertar a curiosidade e o interesse, promovendo uma situação de aprendizagem mais significativa. Como forma de finalização, proponha a elaboração de um pequeno texto abordando o trajeto das ondas sonoras, incluindo esquemas para diversificar a linguagem empregada na sistematização das informações.

## Orientações didáticas

Os primeiros aparelhos celulares não tinham o mesmo desempenho em todos os lugares, principalmente quando utilizados no interior de um túnel, de uma garagem ou de elevadores, por exemplo. Os celulares recebem e transmitem informações por ondas de rádio, que são ondas eletromagnéticas cujas frequências se encontram na região compreendida entre 3 kHz e 300 GHz e que são utilizadas em emissão e recepção radiofônicas, ou seja, de rádios e TVs, de amplitude ou frequência modulada [AM ou FM].

A potência do sinal não pode ser aumentada indiscriminadamente, porque a taxa de absorção específica (taxa de absorção da energia pelo corpo) foi limitada a um valor máximo de 4 W/kg. Portanto, as radiações emitidas pelas antenas de telefonia celular não são perigosas, desde que transmitidas em baixa potência. Existem rigorosas normas de segurança que visam impedir que as torres de telefonia celular usem transmissão de ondas em alta potência.

### Atividade extra

Como estratégia para desenvolver a habilidade (EF09CI05), proponha aos estudantes uma pesquisa sobre a história das inovações da telefonia fixa e móvel ao longo das últimas décadas. Para auxiliar na abordagem histórica, eles podem organizar as informações em uma linha do tempo, indicando os mecanismos de recepção e transmissão dos sinais, os tipos de radiofrequência utilizados, além de outras características dos aparelhos.

## Conheça também

### Telefone e telégrafo

As histórias do telefone e do telégrafo são bem interessantes, especialmente pela sucessão de modelos, desde os mais rudimentares até os mais modernos e sofisticados. Procure conhecer alguns desses modelos e associá-los à época em que foram utilizados, buscando museus, de preferência especializados, na localidade em que você mora.

Disponível em: <<http://museus.cultura.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2018.

Atualmente, não somente os fios são dispensáveis para a telefonia, como até mesmo os telefones fixos tornaram-se pouco utilizados em relação aos telefones **celulares** e **smartphones**.



Telefone fixo.



Telefone celular.



Smartphone.

O *smartphone* corresponde a um celular com diversas melhorias, pois, além de realizar tudo o que é possível em um celular, tem várias características exclusivas, a partir de um sistema operacional não existente em celulares comuns. O sistema operacional tem função multitarefa e multimídia, possibilitando, por exemplo, acesso a redes sociais, internet, GPS, jogos recreativos e aplicativos.



Representações de algumas funcionalidades dos *smartphones*, como pagamentos eletrônicos, chamadas de vídeo, acesso a músicas e vídeos, leitura de notícias, aplicativos de localização e acesso às redes sociais. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

248

## Leitura complementar

### 1. O que são ondas eletromagnéticas de radiofrequências?

As ondas eletromagnéticas usadas para comunicações sem fio correspondem à energia transportada através do espaço, na velocidade da luz, na forma de campo elétrico e magnético. A quantidade de energia associada à onda eletromagnética depende de suas frequências, as quais são medidas pelo número de oscilações (ciclos) por segundo. Por exemplo, ondas elétricas e magnéticas de uma estação de rádio FM típica oscilam em uma frequência de 100 milhões de vezes por segundo ou, em termos usuais, a uma taxa de 100 milhões de Hertz (abreviado como 100 MHz). Estações de TV ope-

ram em canais com frequências que variam de 54 MHz até 806 MHz. Os sistemas de telefonia celular usam ondas de frequências ainda mais altas. A faixa de radiofrequências (RF) na qual os sinais sem fio são transmitidos estende-se de 9000 Hertz (9 kHz) a 300 bilhões de Hertz (300 GHz) e incluem subdivisões tais como faixas de radiofrequências extra baixa, baixa, média, alta, muito alta, ultra alta, entre outras.

### 2. Quais os exemplos mais comuns da utilização de ondas eletromagnéticas de radiofrequências?

As transmissões de rádio e TV, a telefonia móvel e os radares dos aviões são apenas alguns dos muitos usos das ondas eletromagnéticas de radiofrequências. Os engenhei-

## 6 A televisão

A criação da televisão se deve a esforços de cientistas que desenvolveram tecnologias que se somaram. Na década de 1920 foram desenvolvidos os primeiros modelos de televisores de que se tem notícia. Em 1954 realizou-se nos Estados Unidos a primeira transmissão de imagens coloridas. No Brasil, a televisão em cores foi lançada em caráter ainda muito limitado, em 1970, já com a transmissão da Copa do Mundo de Futebol, na qual o Brasil foi campeão. Em caráter geral, a televisão em cores começou a ser bem divulgada em 1972.

A palavra televisão foi criada a partir dos termos *tele* (do grego) e *visione* (do latim). “Tele” significa distante, e “visione” se refere à visão, ou seja, trata-se de uma tecnologia que possibilita ver o que está distante. O processo de transmissão baseia-se na conversão do som e da luz em ondas eletromagnéticas, que chegam ao televisor, cuja função é reconverter essas ondas em som e imagem.



Age Fotostock/Getty Images Brasil

Fotografia de um dos primeiros modelos de televisores produzidos no mundo, em 1930.



Krivoshchev Vitaly/Shutterstock

Fotografia de um dos modelos atuais de televisor. Além de telas finas e alta resolução de imagem, muitos modelos já possuem acesso à internet. São as chamadas *smart TVs*.

## 7 O rádio

O rádio baseia-se na tecnologia de transmissão da voz sem fios criada por Guglielmo Marchese Marconi, nascido na cidade de Bolonha, na Itália. Marconi é, por essa razão, considerado o inventor do rádio.

O primeiro teste de transmissão de sinais sonoros foi realizado por Marconi já no final do século XIX, em 1895.

No Brasil, na época da Segunda Guerra Mundial, que terminou em 1945, os aparelhos de rádio ainda não eram comuns nas residências, mas logo após se difundiram rapidamente.

As redes de transmissão de rádio operam com amplitude modulada (AM) ou com frequência modulada (FM). A transmissão em AM possibilita operar com equipamento de potência relativamente baixa e atingir grandes distâncias. No entanto, é mais sujeita a interferências, especialmente causadas por raios, outras estações de rádio, televisão, por exemplo. As transmissões em FM, embora menos sujeitas a interferências, têm alcance menor.

A transmissão em FM possibilita melhor qualidade do som, o que justifica ser a forma mais utilizada para a transmissão de músicas, por exemplo. Já a transmissão em AM, que resulta em um som mais grave que a transmissão em FM, geralmente é utilizada em noticiários.



The Granger Collection/Fotoarena

Guglielmo Marconi (1874-1937).

Capítulo 10 A comunicação humana

Unidade 3 Matéria e energia

### Orientações didáticas

É importante ressaltar para os estudantes que o aparelho de rádio, que capta ondas eletromagnéticas na faixa do rádio, transmite ondas sonoras, e não eletromagnéticas.

Se houver interesse, oriente os estudantes na pesquisa dos seguintes temas:

1. denominação das faixas de rádio – AM e FM;
2. funcionamento das televisões de tubo;
3. funcionamento das televisões de LED.

Confira a *Leitura complementar* da página anterior e desta para mais informações que podem auxiliar na pesquisa.



Sugerimos que esse tema seja trabalhado em conjunto com o material audiovisual O cinematógrafo e o nascimento do cinema, do 4º bimestre, disponível no Material Digital do Professor que acompanha esta obra.

### Conheça também

#### Controvérsia sobre o inventor do aparelho de rádio

Há uma controvérsia sobre quem seria o verdadeiro inventor do aparelho de rádio. A invenção pode ser atribuída ao brasileiro Landell de Moura, como discute o texto.

Disponível em: <<https://www.unesp.br/aci/revista/ed14/ponto-critico>>. Acesso em: nov. 2018.

ros que projetam dispositivos para estas aplicações falam sobre os “campos eletromagnéticos” que carregam sons e imagens que podem ser enviadas de um lugar a outro usando antenas. As ondas de radiofrequências também podem ser usadas para outras aplicações, como esquentar alimentos num forno de micro-ondas.

### 3. Quais equipamentos produzem ondas eletromagnéticas de radiofrequências?

Qualquer equipamento transmissor produz ondas eletromagnéticas de radiofrequências, por exemplo, o controle remoto, o *walk-talk*, o telefone celular ou as estações de radiodifusão. Existem estações chamadas exclusivamente receptoras, ou seja, não há transmissão das ondas de radiofrequências, somente a recepção, como os aparelhos de

televisão, rádio ou até mesmo as estações de radioastronomia. Outros equipamentos, que não tenham como objetivo a telecomunicação, também podem produzir ondas de radiofrequências, como fornos de micro-ondas, fornos industriais e outros equipamentos com fins industriais, científicos e médicos. [...]

ONDAS eletromagnéticas e as pessoas. *Setor Regulado – Anatel*, 6 fev. 2015.

Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/exposicao-a-campos-eletromagneticos/182-radiofrequencia/exposicao-a-campos-eletromagneticos/229-ondas-eletromagneticas-e-as-pessoas>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

Para auxiliar os estudantes a compreender a diferença entre o sinal analógico e o digital, confira o *Conheça também* a seguir.

### Conheça também

#### Qual a diferença entre sinal analógico e digital?

O vídeo apresenta o tema com diversos exemplos e recursos visuais, sendo um material interessante para complementar o estudo.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=p31QU-PmJGU>>. Acesso em: nov. 2018.

## 8 Sistema analógico e sistema digital

Nas mais diversas áreas do conhecimento lidamos permanentemente com quantidades, que podem ser representadas de forma analógica ou de forma digital. No sistema analógico, os valores variam de forma contínua e assim são indicados. No sistema digital os valores são representados por dígitos, e não por quantidades proporcionais. Assim, por exemplo, a velocidade de um automóvel é indicada no velocímetro de forma contínua, que vai desde zero quilômetro por hora (0 km/h) até uma determinada velocidade máxima, como cento e oitenta quilômetros por hora (180 km/h). Como exemplo do sistema digital, podemos citar o relógio digital: embora o tempo seja um fenômeno contínuo, no sistema digital é anotado sob a forma de dígitos que representam os minutos e as horas, ou seja, em pequenos saltos, passo a passo.



■ Nos sistemas analógicos, os dados são transmitidos e informados de maneira contínua, utilizando recursos físicos como ponteiros. Esse é o caso dos velocímetros de carros antigos.

■ Nos sistemas digitais, os dados são transmitidos e informados através de dígitos, ou seja, números, utilizando sinais elétricos que são convertidos em sinais luminosos que, por sua vez, são emitidos em telas. Esse é o caso dos velocímetros de carros mais modernos.



Os sistemas digitais se baseiam na transformação e na transmissão de dados (informações) em sinais elétricos, os quais utilizam um código conhecido por **binário**: usando apenas os dígitos 0 e 1, inúmeras sequências podem ser formadas, transmitidas e interpretadas. O código binário é amplamente utilizado em atividades de **programação**, campo da tecnologia que é responsável por planejar, projetar e desenvolver a **lógica computacional** que está por trás do funcionamento de todos os aparelhos eletroeletrônicos modernos, como as redes de conexão sem fio.

250

### Conheça também

#### Estratégia brasileira para a transformação digital

O documento de ampla abrangência explora as principais mudanças e impactos dos ambientes digitais na sociedade brasileira e discute os desafios nas áreas de ciência, tecnologia e políticas públicas. Entre os tópicos abordados, destacam-se alguns que podem ampliar o estudo em sala de aula, por exemplo: defesa e segurança no ambiente digital, um mundo de dispositivos conectados, educação e capacitação profissional.

Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/estrategiadigital.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

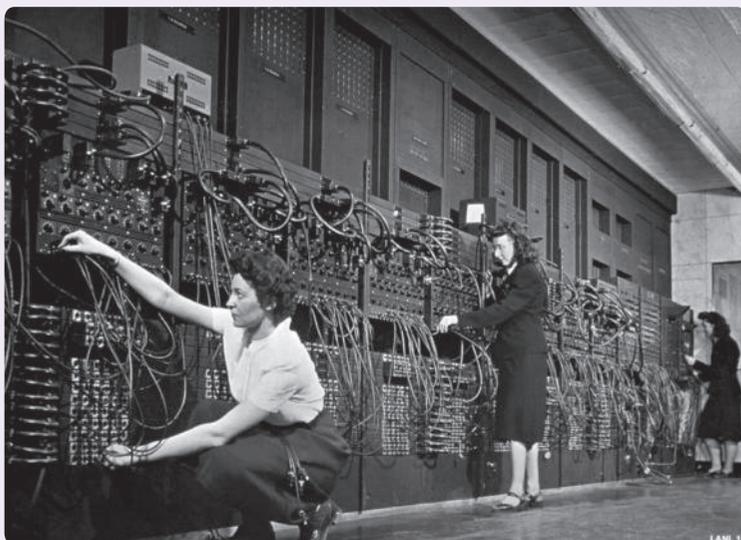
## Um pouco de história

### Mulheres e os avanços na comunicação digital

A tecnologia e a Ciência da Computação, área dedicada principalmente à programação, podem ser entendidas, erroneamente, como áreas de atuação exclusivas dos homens. Entretanto, ao longo da história, mulheres programadoras exerceram papéis importantes para o desenvolvimento de tecnologias de comunicação digital que conhecemos atualmente.

O primeiro algoritmo (sequência de passos de uma tarefa) pensado para ser executado por uma máquina foi desenvolvido pela matemática inglesa Ada Lovelace (1815-1852) no século XIX, na Universidade de Londres.

Entre as décadas de 1930 e 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, Jean Jennings Bartik (1924-2011), com uma equipe de cinco matemáticas, escreveu os comandos para a execução do primeiro computador digital totalmente eletrônico, considerado o precursor dos *softwares* modernos.



Conbio/Getty Images

Programadoras do ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) controlando o primeiro computador digital eletrônico através de cabos e interruptores.

A partir das décadas de 1940 e 1950, os códigos computacionais, ou programas, passaram a ser escritos com linguagens de programação específicas, evento que contou com a importante atuação de Grace Hopper (1906-1992), pesquisadora que também criou a expressão *bug*, usada para se referir às falhas de um computador.

Não só cientistas, mas também artistas, como a atriz estadunidense Hedy Lamarr (1914-2000) e seu parceiro, o compositor estadunidense George Antheil (1900-1959), foram determinantes para as tecnologias atuais. Ainda durante a Segunda Guerra Mundial, Lamarr desenvolveu um sistema que impedia a interceptação de mensagens, o qual é o precursor das tecnologias de rede sem fios utilizadas atualmente para o compartilhamento de arquivos e acesso à internet.

Além do acesso à internet sem fios, o acesso à informação, atualmente, deve-se principalmente às ferramentas de busca *on-line*. Essa tecnologia teve origem com o trabalho da cientista da computação britânica Karen Spärck Jones (1935-2007).

A evolução da comunicação digital, assim como de qualquer área de nossa sociedade, depende do trabalho conjunto de todas as pessoas que se interessam por ciência e por tecnologia. Desse modo, todas as pessoas devem ter as mesmas oportunidades e o mesmo reconhecimento.

## Orientações didáticas

### Um pouco de história

As informações apresentadas nesta seção visam auxiliar os estudantes no reconhecimento do progresso científico e tecnológico como um processo histórico e humano. Além disso, espera-se ressaltar a importante participação de mulheres nesse cenário, aspecto muitas vezes negligenciado em abordagens históricas. Confira a sugestão do *Conheça também*, que pode ser apresentada aos estudantes para ampliar a discussão.

Se considerar pertinente, oriente uma pesquisa sobre o papel das mulheres no esforço de guerra para a decifração dos códigos da máquina Enigma, dos alemães, durante a Segunda Guerra Mundial. Para ambientar a discussão, sugira que os estudantes assistam ao filme *O jogo da imitação*, de 2014. Além de apresentar o matemático britânico Alan Turing (1912-1954) e seu papel na decifração dos códigos e na construção da máquina que, entre outras, colaboraria para a criação dos computadores, mostra Joan Clarke (1917-1996), criptoanalista britânica que trabalhou diretamente com Turing.

Bletchley Park, a instalação militar secreta localizada perto de Londres, abrigou em torno de 10 mil profissionais, entre criptologistas, criptoanalistas, matemáticos e linguistas, dos quais aproximadamente 75% eram mulheres.

### Conheça também

#### Mulheres na computação

Confira a palestra da cientista da computação Camila Achutti, que aborda a importância e a participação das mulheres brasileiras nas áreas de tecnologia e inovação.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0q9h2vVBZmQ>>. Acesso em: nov. 2018.

Por meio dessas atividades é possível avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes, articulando os conteúdos juntamente com as competências e as habilidades da BNCC trabalhadas neste capítulo. Por ser um momento de atividades finais, é fundamental que possíveis dúvidas sejam trabalhadas e conteúdos sejam retomados, caso necessário. Esse é um momento importante para a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e sobre a prática docente, analisando as principais estratégias e recursos utilizados ao longo do capítulo.

## O que você aprendeu?

Incentive os estudantes a reter suas respostas iniciais e reformulá-las, se necessário, com base nos assuntos aprendidos e discutidos no capítulo. É importante que as noções anteriores não sejam interpretadas simplesmente como erradas ou negativas, mas como parte do processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Se possível, motive os estudantes a buscar mais informações ou a revisar o conteúdo explorado para reformular suas respostas.

Espera-se que os estudantes ampliem o repertório de exemplos e mecanismos envolvidos na comunicação a distância com base nos conteúdos abordados. Eles podem ressaltar, por exemplo, a importância das ondas sonoras e eletromagnéticas para a comunicação por meio de diferentes aparelhos e tecnologias.

## Análise e resposta

Respostas esperadas para a atividade **2**: **a)** Não, porque o som necessita de meio material para se propagar, e no espaço interplanetário não há matéria suficiente. **b)** Sim, pois luzes são ondas eletromagnéticas e se propagam no vácuo.

Resposta esperada para a atividade **3**: A frequência, que é definida como o número de oscilações por unidade de tempo.

Na atividade **5**, espera-se que os estudantes reconheçam que o garoto não é capaz de ouvir o eco de suas palavras, porque a distância mínima para se ouvir o eco é de 17 m entre a fonte sonora (o garoto) e o anteparo (o morro).

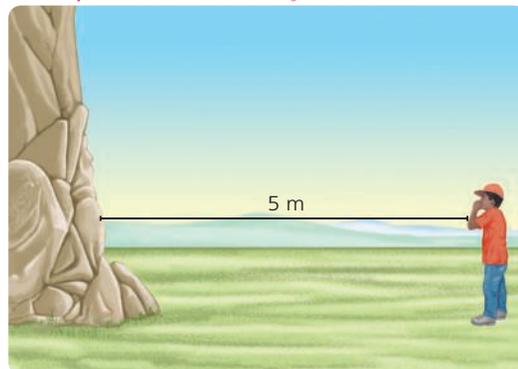
Resposta esperada para a atividade **8**: Reflexão: o eco e a

## O que você aprendeu?

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## Análise e resposta

2. Em filmes de ficção científica que mostram combates entre naves em pleno espaço interplanetário, onde há vácuo, geralmente os tiros e as explosões são audíveis e o festival de luzes e cores é visível.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
  - a) Seria possível uma pessoa que estivesse no espaço ouvir esses sons? Por quê?
  - b) Seria possível essa pessoa enxergar as luzes emitidas pelas naves?
3. Que característica do som permite diferenciar infrassons de ultrassons? Defina essa característica com suas palavras.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
4. Alguém bate uma bola de basquete com força contra a superfície de uma quadra esportiva. Em outro canto da quadra, a cerca de 20 m, há dois jogadores. O primeiro, agachado, está com a orelha bem encostada ao chão da quadra, e o segundo está em pé. O primeiro ouve o ruído da bola contra o chão antes de seu colega que está de pé. Explique o motivo.
5. Observe a ilustração e responda:  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*



Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

O garoto da ilustração é capaz de ouvir o eco de suas palavras, refletidas na encosta do morro? Justifique sua resposta, sabendo que o meio é o ar, à temperatura ambiente, onde as ondas sonoras se propagam a 340 m/s aproximadamente.

4. O som se propaga com maior velocidade em meios mais rígidos, como o chão da quadra, e em menor velocidade em meios com maior elasticidade, como o ar.

252

imagem de um objeto num espelho são exemplos de reflexão das ondas sonoras e das eletromagnéticas. Absorção: as ondas sonoras são absorvidas e perdem intensidade quando se propagam por um meio material como a água ou o ar. Parte da luz é absorvida por qualquer objeto opaco, sobretudo de cor preta, que absorve todo o espectro visível de ondas eletromagnéticas incidentes.

## Pesquisa

Para a atividade **14**, o portal da Funai (<http://www.funai.gov.br>) tem um grande acervo organizado das etnias indígenas. Para orientar a pesquisa, sugerimos os seguintes links:

6. Uma pessoa ouviu o som de um trovão 3 s após ter observado o relâmpago no céu. Considerando a velocidade de propagação do som no ar igual a 340 m/s, calcule a que distância do observador o raio deve ter caído. Para esse cálculo, você deve desprezar o tempo que a luz leva para chegar do relâmpago até os olhos da pessoa, pois a velocidade da luz é tão grande que o tempo que leva para percorrer alguns quilômetros pode ser desprezado.  
 $3 \text{ s} \times 340 \text{ m} = 1020 \text{ m}$ .
7. Por que as ondas sísmicas, relacionadas aos terremotos, nunca são ouvidas?
8. Cite algumas propriedades verificadas tanto nas ondas sonoras quanto nas ondas eletromagnéticas. Dê exemplos de situações em que essas propriedades apareçam.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
9. Escreva a ordem cronológica em que foram criados ou inventados o rádio, a televisão e o telefone.  
*Telefone – rádio – televisão.*
10. O que significam AM e FM, em relação às transmissões radiofônicas?  
*Amplitude modulada e frequência modulada, respectivamente.*
11. Entre a transmissão em AM e a transmissão em FM, qual delas ocorre com menos interferência?  
*FM (frequência modulada).*
12. Por que as transmissões radiofônicas de músicas geralmente são feitas pelo sistema FM, e não AM?  
*Principalmente pela melhor qualidade do som.*
13. Identifique e caracterize os equipamentos que utilizam a radiação eletromagnética.  
*Esses equipamentos são celulares, controle remoto, rádio, televisão e forno de micro-ondas.*

## Pesquise

14. Existem diversas populações indígenas vivendo nas mais diferentes condições em diversas unidades da federação brasileira, algumas delas em aldeamentos relativamente bem estruturados. Nesta atividade, vocês devem se reunir em grupos de estudo, com 4 ou 5 participantes. Cada grupo deve escolher uma região ou estado do Brasil, localizar um aldeamento indígena e anotar algumas características dessa etnia, especialmente os recursos

- Índios no Brasil – quem são, disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/quem-sao#>>;
  - Sons indígenas – tradições orais e cantos de diferentes povos indígenas, disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/sons-indigenas>>;
  - O Brasil Indígena – dados do Censo Demográfico 2010, disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/o-brasil-indigena-ibge>>.
- Acessos em: nov. 2018.

de comunicação entre eles, com ênfase para sistemas rudimentares e para instrumentos tecnologicamente desenvolvidos. No dia que combinarem com o professor, cada grupo apresenta aos demais o que descobriu.

Veja subsídios nas Orientações didáticas.

15. Pesquise em livros ou na internet quais são os procedimentos realizados para captação, transmissão e recepção de som em estações de rádio e de som e

## Integração

### Conversa entre baleias

As baleias, assim como os seres humanos, comunicam-se por meio de sons. Para a jubarte, também conhecida por baleia-corcunda, que frequenta a região de Abrolhos, no sul da Bahia, a comunicação sonora possui enorme importância durante o acasalamento. Essas baleias emitem sons nas mais variadas atividades: fêmeas emitem sons para os filhotes, grupos rivais se enfrentam e machos cantam para atrair parceiras.



Baleia-corcunda, baleia-preta ou jubarte (*Megaptera novaeangliae*), conhecida pelas acrobacias que realiza (saltos, exposição de cabeça, nadadeiras, etc.) e por um desenvolvido sistema de vocalização. No inverno, migra para os trópicos, onde encontra ambiente favorável à reprodução e à criação dos seus filhotes. No Brasil, ocorre desde o Sul até o Nordeste. Os indivíduos adultos medem entre 12 m e 16 m de comprimento.

As jubartes são conhecidas como baleias cantoras e sabe-se que o canto tem características próprias de cada população.

Após a leitura, reúna-se com um colega e respondam às questões a seguir, fazendo uma pesquisa se necessário.

1. Que outros animais, além das baleias, comunicam-se por sons? Citem pelo menos cinco exemplos. *Sapos, grilos, pássaros, cigarras, galos, cães, gatos, certos tipos de macacos (como os bugios) e muitos outros.*
2. Quais são as funções da produção de som, no caso das baleias? *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
3. As baleias jubarte são animais conhecidos por passar a maior parte do tempo solitários e por percorrer grandes distâncias no oceano. Pensando nesse comportamento, expliquem por que o canto tem um papel importante na vida desses animais. *O canto é importante porque é um modo de comunicação que se propaga por longas distâncias, o que permite, por exemplo, que fêmea e macho se encontrem em época reprodutiva.*
4. Cientistas têm observado que o "canto" dos machos de jubarte é muito mais complexo que o das fêmeas. Que hipótese vocês poderiam levantar para explicar esse fato? *Provavelmente, o canto mais complexo dos machos, um diferencial em relação ao das fêmeas, está relacionado com a atração ou disputa por fêmeas.*

## PROJETO ANUAL em construção

Além de periódicos de divulgação científica, é comum que revistas, jornais, sites e outros meios de comunicação veiculem matérias que comentam pesquisas científicas. Ao contrário dos artigos de divulgação, essas matérias não são produzidas pelos pesquisadores, mas por jornalistas e editores que produzem textos a partir de entrevistas e leituras de artigos científicos ou de divulgação.

Pesquise em revistas, jornais e sites diferentes reportagens e matérias que tratem de assuntos relacionados à tecnologia da comunicação humana. Verifique se esses materiais têm características semelhantes às dos textos de divulgação científica, se apresentam informações que tornem seu conteúdo confiável e se são semelhantes ao perfil de pesquisa científica realizada no Brasil atualmente.

### Projeto anual – em construção

A proposta desta etapa é incentivar a análise e a comparação de gêneros textuais relacionados à comunicação científica. Esperamos, assim, que os estudantes reconheçam as características do jornalismo científico e como as informações são apresentadas em diferentes meios de comunicação.

Oriente os estudantes na busca de sites e fontes confiáveis, como universidades, grupos de jornalismo científico, revistas de divulgação

imagem em estações de TV. Como esses sinais percorrem as diferentes distâncias entre as emissoras e as antenas de casas, escolas, comércios, etc.? Por que não podemos vê-los ou ouvi-los? Eles fazem algum mal à saúde humana ou aos seres vivos? Monte cartazes com um esquema simplificado das etapas descobertas, exponha na escola em que estuda e compartilhe as informações com os colegas. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## Orientações didáticas Atividades

### Pesquisa

A atividade 15 visa auxiliar os estudantes a sistematizar os conteúdos aprendidos em conjunto com informações obtidas na pesquisa. Espera-se, assim, criar condições para o desenvolvimento das habilidades (EF09CI05) e (EF09CI06). As questões apresentadas devem orientar a busca de informações. Incentive a elaboração de cartazes que incluam textos, imagens e esquemas. Se possível, promova uma roda de conversa para compartilhamento das informações e uma exibição dos cartazes na sala de aula ou em um mural da escola.

### Integração

As baleias jubarte, como as outras baleias e golfinhos, comunicam-se por meio de sons, o que pode ser prejudicado pela poluição sonora causada por motores de barcos. Na atividade 2, espera-se que os estudantes apontem que a comunicação atende a várias funções: emissão de sons pelas fêmeas para os filhotes, enfrentamento entre grupos rivais e atração de parceiras pelos machos. Confira algumas informações que podem contribuir para a conversa com os estudantes:

- <<https://www.projetoverde.mar.com/single-post/2017/04/23/A-comunica%C3%A7%C3%A3o-das-Baleias-Jubarte>>;
- <<http://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=aBaleia&id=103>>;
- <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u10297.shtml>>.

Acessos em: nov. 2018.

### Conheça também

#### Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)

Confira a reportagem da SBPC para ampliar a discussão sobre a importância da divulgação científica e a necessidade de estratégias variadas para sua promoção.

Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/sbpc-jornalistas-e-youtubers-discutem-estrategias-para-ampliar-divulgacao-cientifica/>>. Acesso em: nov. 2018.

## Orientações didáticas

### Nesta unidade você estudou

O objetivo desta seção é promover uma oportunidade de integração dos conteúdos trabalhados ao longo da unidade, estabelecendo conexões entre habilidades e competências abordadas, e proporcionar ao estudante um momento de reflexão e autoavaliação sobre o processo de aprendizagem.

Este momento também representa uma boa oportunidade para você, professor, avaliar a eficácia das estratégias didáticas utilizadas e resgatar, se necessário, elementos ou recursos que auxiliem na mobilização de conteúdos pelos estudantes.

### Revise e reflita

Sugerimos que as respostas fornecidas para essas questões sejam utilizadas como avaliação diagnóstica. Assim, utilize os apontamentos dos estudantes como forma de repensar algumas abordagens e estratégias no processo de ensino e aprendizagem. Além dos conteúdos conceituais, fique atento também para competências abordadas e para os conteúdos procedimentais e atitudinais. Finalmente, proponha uma atividade dialogada para identificar os pontos mais e menos consolidados da aprendizagem. As atividades a seguir podem ser uma boa ferramenta para isso.

### Avalie seu aprendizado

As atividades propostas neste momento visam abordar aspectos-chave vistos ao longo dos capítulos da unidade. Caso os estudantes tenham dificuldade na resolução, oriente-os sobre maneiras de trabalhar os conteúdos, como buscar mais informações, revisar as anotações e observar novamente as imagens e os textos sobre o assunto. Valorize as diferentes abordagens solicitadas ao longo das atividades, como esquematização, redação, trabalho em grupo e criação de jogos.

# NESTA UNIDADE VOCÊ ESTUDOU

## Matéria e energia



Não escreva no livro

### Revise e reflita Respostas pessoais.

1. Quais informações você achou mais interessantes?
2. Você sentiu dificuldade em entender algum assunto? Qual? Por quê?
3. Se ainda tiver dúvida ou dificuldade em algum assunto, anote-a e depois a apresente ao professor.

### Avalie seu aprendizado

1. Qual a diferença entre uma transformação química e uma transformação física?  
*Na transformação química, as substâncias resultantes são diferentes das iniciais; na física, as propriedades das substâncias não são alteradas. Átomo é a unidade estrutural da matéria; molécula é o conjunto de átomos que se unem por ligações covalentes; elemento químico é o conjunto de átomos que têm o mesmo número atômico (de prótons).*
2. Defina os seguintes conceitos: átomo, molécula e elemento químico.
3. Embora a ideia de átomo pareça complexa e moderna, ela foi proposta há vários séculos. Monte uma linha do tempo, indicando os momentos da História em que surgiram propostas da ideia de átomo e o desenvolvimento dos modelos científicos. *Os estudantes podem se pautar nos dados das páginas 177 a 180.*
4. Faça um desenho que represente a organização e a movimentação das moléculas de água nos estados sólido, líquido e gasoso. Qual modelo científico você utilizou para fazer a representação?  
*Resposta pessoal. Os estudantes podem encontrar mais informações nas páginas 150 e 151.*
5. Escreva um breve texto que explique a influência da temperatura na agitação e na organização submicroscópica da matéria durante as mudanças de estado físico e como as possíveis organizações moleculares influenciam nas propriedades macroscópicas de uma substância, por exemplo, a água.  
*Resposta pessoal. Subsídios estão presentes nas páginas 152 a 159.*
6. Por que observamos uma diminuição de massa quando comparamos a massa de uma vela antes e após ser acesa?  
*Isso ocorre porque alguns componentes da vela sofrem combustão, transformando-se em substâncias voláteis conforme o tempo passa.*
7. Nas reações químicas, os átomos de uma ou mais substâncias sofrem rearranjos, podendo formar uma ou mais substâncias diferentes. É possível que, durante essa transformação, a quantidade total de átomos das substâncias resultantes seja diferente da quantidade total de átomos dos reagentes?  
*Não. Segundo as leis de Lavoisier, de Proust e de Dalton, isso não é possível. Mais informações nas páginas 190 a 197.*
8. Em determinado momento de um espetáculo de ilusionismo, todas as luzes são apagadas e apenas um círculo no centro do palco é iluminado, sendo possível reconhecer que sua cor é azul. Após alguns segundos, a cor do círculo muda na sequência azul – ciano – verde – amarelo – vermelho – magenta – azul – branco. Por fim, são vistas 7 cores no palco (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul-claro, azul-escuro/índigo e violeta) e, em seguida, apenas a cor branca. Você consegue explicar o que aconteceu em cada situação?  
*Resposta pessoal. Cada cor individual corresponde aos comprimentos de onda específicos de cada uma delas. Quando todos os comprimentos de onda do espectro visível se reúnem, temos a luz branca.*
9. Descreva as etapas de transmissão de informações por emissoras de rádio, emissoras de TV e por computadores. Quais as semelhanças e as diferenças nesses processos? Em que processos e etapas há transformações de ondas mecânicas em ondas eletromagnéticas? *Veja resposta nas Orientações didáticas.*
10. Um site está veiculando uma matéria de grande repercussão, cuja manchete é “Radiações eletromagnéticas: um perigo à saúde”. Nesse texto, os autores afirmam que todas as ondas eletromagnéticas existentes são artificiais (ou seja, criadas por seres humanos) e podem desencadear mutações genéticas nos seres vivos. Essas informações estão corretas? Escreva um e-mail aos responsáveis pela matéria justificando os motivos pelos quais você considera que as informações apresentadas são imprecisas, explicando o que são radiações eletromagnéticas, como elas podem ser classificadas e qual o papel do avanço tecnológico na sua aplicação em diferentes áreas, incluindo a área da saúde, como na medicina diagnóstica.  
*Veja resposta nas Orientações didáticas.*

254

### Respostas

9. Rádios transformam ondas mecânicas (som da voz) em ondas eletromagnéticas (durante a transmissão do sinal) e, por fim, novamente em ondas mecânicas. Emissoras de TV transmitem ondas eletromagnéticas, operando em frequências diferentes (sinal digital e sinal analógico). Computadores transmitem a informação transformando pulsos elétricos em bits.
10. Resposta pessoal. É importante que o estudante perceba que as informações do texto não estão corretas. As radiações eletromagnéticas são perturbações que se propagam no espaço sem necessidade de um meio material (mais informações nas páginas 226 e 227). O e-mail deve deixar claro que nem todas as radiações eletromagnéticas são artificiais, como é o caso da luz do Sol.

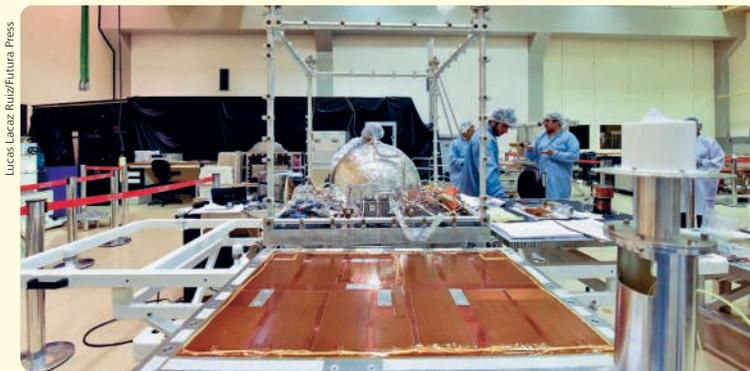
## A ciência brasileira

O sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil sofreu grandes modificações ao longo dos últimos 50 anos. A organização de fundações de amparo, de conselhos e de universidades impulsionou as contribuições de cientistas brasileiros.

Em uma área do menu de navegação da página inicial do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (disponível em: <[www.mctic.gov.br](http://www.mctic.gov.br)>; acesso em: out. 2018), é possível acessar a Rede MCTIC, formada por conselhos, institutos nacionais de Ciência e Tecnologia (C&T), organizações sociais e unidades de pesquisa, que compõem boa parte do sistema no país.

Agora que você conhece um pouco da organização do sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil e da história de alguns cientistas brasileiros, vale a pena conhecer o que de mais avançado existe na pesquisa no país. Para saber mais a respeito dos centros de pesquisa nacionais, você pode acessar os seguintes *sites*:

- Laboratório Nacional de Luz Síncrotron. Disponível em: <<https://www.lnls.cnpm.br/>>. Acesso em: out. 2018.
- Laboratório de Integração e Testes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.lit.inpe.br/>>. Acesso em: out. 2018.
- Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores. Disponível em: <<http://anprotec.org.br/>>. Acesso em: out. 2018.



◀ Pesquisadores no Laboratório de Integração e Testes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos (SP), 2015.

Depois de conhecer a trajetória percorrida pela ciência no Brasil, o que mais chamou sua atenção? O que há de mais interessante, na sua opinião? Qual é a importância do sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação para você e para o país?

Em grupos, converse com os colegas a respeito dessas questões e compartilhem as informações encontradas durante a realização das etapas deste Projeto. Após a conversa, construam um texto de divulgação abordando a ciência e a produção científica no Brasil.

Se possível, disponibilizem o material de divulgação à comunidade escolar, por meio de folhetos ou cartazes, e à comunidade em geral, utilizando postagens em *blogs* ou redes sociais.

### De agora em diante

Esperamos que, após a conclusão deste Projeto, você passe a ter um olhar diferenciado em relação às informações científicas com as quais tem contato no cotidiano. Você pode até encontrar na ciência uma profissão para o seu futuro.

## Orientações didáticas

Ao longo do ano, os estudantes puderam refletir e discutir a respeito de diversas características da produção científica nacional. Como forma de encerramento, e também de sistematização das informações, sugerimos a organização de uma exibição intitulada “A ciência brasileira” para a comunidade escolar, amigos e familiares. Nesse evento, os estudantes devem elaborar materiais de divulgação para apresentar e discutir as características e a importância da pesquisa científica no desenvolvimento do país.

Os temas que mais despertaram o interesse dos estudantes ao longo do ano podem representar o eixo condutor durante a atividade. Incentive a criação de textos, gráficos e esquemas para enriquecer a exibição. Se houver condições, amplie a situação de aprendizagem por meio de ferramentas digitais, divulgando os materiais criados, por exemplo, no site da escola ou em outras plataformas digitais.

### Conheça também

#### Unidades de pesquisa

Conheças as unidades de pesquisa que compõem o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. As unidades compreendem centros de pesquisa, institutos, museus e diferentes órgãos destinados à criação e à disseminação de novos conhecimentos e tecnologias.

Disponível em: <<https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/entidadesVinculadas/unidadesPesquisa/index.html>>. Acesso em: nov. 2018.

# Bibliografia

- ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BEAR, M. et al. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BEI COMUNICAÇÃO (Coord.). *Como cuidar do seu meio ambiente*. 3. ed. São Paulo: BEI Comunicação, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília, 2013.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2017.
- COOPER, G. *A célula: uma abordagem molecular*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DIAS, G. F. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- DIDIO, L. J. A. *Tratado de anatomia aplicada*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2002. 2 v.
- ESPERIDIÃO, I. M.; NÓBREGA, O. *Os metais e o homem*. São Paulo: Ática, 2002.
- GARCIA, S. M. L.; FERNÁNDEZ, C. G. *Embriologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2016.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- LEVINSON, W. *Microbiologia médica e imunologia*. 13. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras*. 7. ed. São Paulo: Plantarum, 2016.
- MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. *Anatomia orientada para a clínica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- MOURÃO, R. *Manual do astrônomo: uma introdução à astronomia observacional*. 6. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.
- \_\_\_\_\_. *O livro de ouro do Universo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Harpercollins, 2016.
- PAULSEN, F.; WASCHKE, J. *Sobotta – Atlas de Anatomia Humana*. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 3 v.
- PICAZZIO, E. (Coord.). *O céu que nos envolve*. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2011.
- POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. *A vida dos vertebrados*. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
- RAVEN, P. H. et al. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Rio Grande do Sul: Artmed, 2015.
- RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- ROSS, J. L. S. et al. *Geografia do Brasil*. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2011.
- RUPERT, E.; BARNES, R. D. *Zoologia dos invertebrados*. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.
- SICK, H. *Ornitologia brasileira*. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.
- TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Nacional, 2009.
- TORRES, B. B.; MARZZOCO, A. *Bioquímica básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- VOET, D.; VOET, J. G.; PRAD, C. W. *Fundamentos de Bioquímica*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.



ISBN 978-854723644-1



9 788547 236441