

**Eduardo Leite do Canto**  
**Laura Celloto Canto Leite**  
**Luiza Celloto Canto**

**MANUAL DO PROFESSOR**



# CIÊNCIAS NATURAIS

**9<sup>o</sup>**  
ano

**APRENDENDO  
COM O COTIDIANO**

Componente curricular:  
**CIÊNCIAS**

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO. VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.  
PNLD 2024 - Objeto 1  
Código da coleção:  
**0018 P24 01 00 207 030**



## Eduardo Leite do Canto

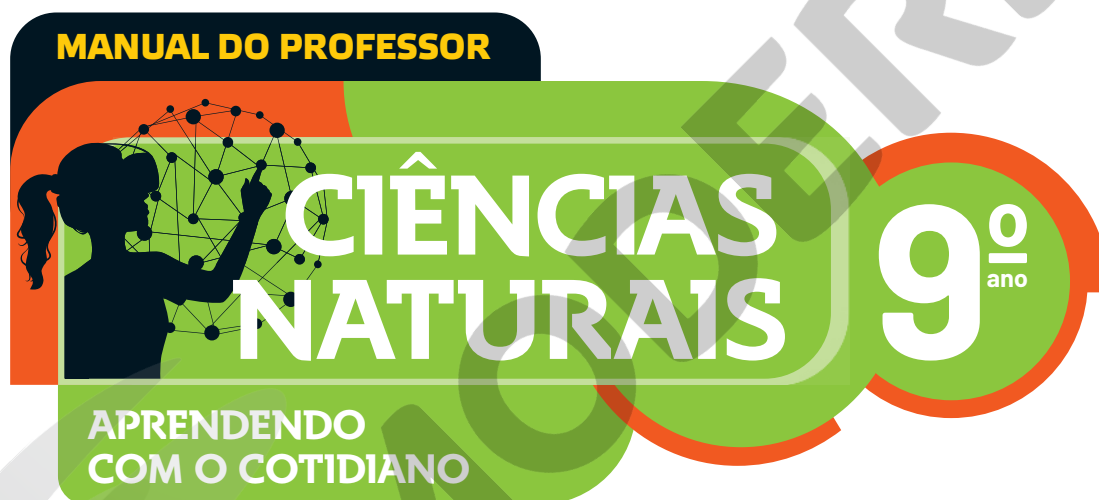
Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autor de livros didáticos e paradidáticos. Professor.

## Laura Celloto Canto Leite

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autora de livros didáticos. Professora.

## Luiza Celloto Canto

Licenciada em Física pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autora de livros didáticos. Professora.



Componente curricular: CIÊNCIAS

8ª edição

São Paulo, 2022



**Coordenação geral:** Maria do Carmo Fernandes Branco  
**Edição executiva:** Glauca Teixeira  
**Edição de texto:** Juliana Albuquerque, Juliana Rodrigues de Queiroz  
**Assessoria técnico-pedagógica:** Flavia Ferrari, Katia Paulilo Mantovani  
**Gerência de design e produção gráfica:** Patrícia Costa  
**Coordenação de produção:** Denis Torquato  
**Gerência de planejamento editorial:** Maria de Lourdes Rodrigues  
**Coordenação de design e projetos visuais:** Marta Cerqueira Leite  
**Projeto gráfico:** Tatiane Porusselli  
**Capa:** Douglas Rodrigues José, Tatiane Porusselli, Apis Design e Fábio Luna  
*Foto:* Globo de plasma.  
*Crédito:* David Wall/Alamy/Fotoarena  
**Coordenação de arte:** Aderson Oliveira  
**Edição de arte:** Adriana Farias  
**Editoração eletrônica:** Setup Bureau Editoração Eletrônica  
**Edição de infografia:** Luiz Iria, Priscilla Boffo, Giselle Hirata  
**Ilustrações de vinhetas:** Daniel Messias  
**Coordenação de revisão:** Camila Christi Gazzani  
**Revisão:** Ana Marson, Arali Lobo Gomes, Lillian Xavier, Sirlene Prignolato  
**Coordenação de pesquisa iconográfica:** Sônia Oddi  
**Pesquisa iconográfica:** Junior Rozzo, Vanessa Trindade  
**Suporte administrativo editorial:** Flávia Bosqueiro  
**Coordenação de bureau:** Rubens M. Rodrigues  
**Tratamento de imagens:** Ademir Francisco Baptista, Ana Isabela Pithan Maraschin, Denise Feitoza Maciel, Marina M. Buzzinaro, Vânia Maia  
**Pré-impressão:** Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga, Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos  
**Coordenação de produção industrial:** Wendell Monteiro  
**Impressão e acabamento:**

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

Canto, Eduardo Leite do  
Ciências naturais aprendendo com o cotidiano :  
9º ano: manual do professor / Eduardo Leite do Canto,  
Laura Celloto Canto Leite, Luiza Celloto Canto. --  
8. ed. -- São Paulo : Moderna, 2022.

Componente curricular: Ciências.  
ISBN 978-85-16-13880-6

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Leite, Laura  
Celloto Canto. II. Canto, Luiza Celloto. III. Título.

22-115025

CDD-372.35

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

**EDITORA MODERNA LTDA.**

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho  
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904  
Atendimento: Tel. (11) 3240-6966  
www.moderna.com.br

2022

Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Um globo de plasma, como o da foto da capa, é uma esfera de vidro contendo gás a baixa pressão, projetada para possibilitar a passagem de corrente elétrica entre um eletrodo central e a esfera, quando esta é tocada pelo lado de fora. A luminosidade emitida pelo gás consiste em ondas eletromagnéticas, percebidas pela visão humana e estudadas pelo ramo da Física denominado Óptica. As ondas eletromagnéticas e a Óptica estão entre os temas estudados neste volume do 9º ano.

Esta coleção, fruto de muitos anos de estudo, de trabalho e de pesquisa, destina-se ao segmento do 6º ao 9º ano. Ela pretende auxiliar o estudante a compreender conceitos, aprimorar o letramento científico e desenvolver competências desejáveis a qualquer cidadão.

A obra também pretende oferecer a professores e estudantes informações atualizadas e conceitualmente corretas, em uma estrutura que atenda às necessidades de quem adota o livro didático ou nele estuda.

Nesta coleção, há a constante preocupação em primar pela linguagem correta e acessível, mantendo sempre o necessário rigor conceitual. Grande esforço foi realizado na busca de dados corretos e atuais, a fim de que as convenções científicas em vigor sejam sempre seguidas na obra.

Empenhamo-nos da maneira mais intensa e comprometida possível no sentido de atender às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tanto em suas disposições gerais quanto nas específicas da área de Ciências da Natureza.

O Manual do professor traz, em sua primeira parte, considerações gerais sobre a coleção. É feita a apresentação da obra (estrutura, objetos didáticos-pedagógicos e considerações sobre a avaliação) e de subsídios para que o docente possa fazer o planejamento escolar mais adequado à sua realidade local.

A segunda parte apresenta considerações específicas acerca deste volume, fornece textos de aprofundamento para os docentes e relaciona sugestões comentadas de leitura complementar para estudantes e professores.

A terceira parte consiste na reprodução do livro do estudante acrescida de orientações – que procuram ser claras e precisas – destinadas aos docentes.

Agradecemos aos professores que nos têm honrado com o uso desta obra em suas edições anteriores e, com muita satisfação, apresentamos a todos esta nova edição, que traz consigo nosso sincero desejo de que possa contribuir para o ensino e o aprendizado de Ciências da Natureza em nosso país.

*Os autores*

# SUMÁRIO

## Considerações gerais sobre a coleção

Apresentação da obra .....	V
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) .....	VII
Abordagem teórico-metodológica das seções e sua relação com a BNCC .....	IX
Subsídios para ordenações do conteúdo .....	XVII
Sugestão de cronograma – Unidades e capítulos – 6º ano e 7º ano .....	XVIII
Sugestão de cronograma – Unidades e capítulos – 8º ano e 9º ano .....	XIX
Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos .....	XX
Considerações sobre a avaliação .....	XXI
Diferentes perfis de aprendizagem .....	XXIV
Elementos para a reflexão sobre a prática docente .....	XXVIII
Práticas didático-pedagógicas alinhadas ao papel de professor mediador .....	XXX
Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar .....	XXXIV
Visitas guiadas .....	XXXVIII
Textos para reflexão sobre a prática docente .....	XLI

## Considerações sobre este volume (9º ano)

Abordagem teórico-metodológica no desenvolvimento de habilidades e competências .....	LXII
BNCC – Competências gerais – 9º ano .....	LXVI
BNCC – Competências específicas – 9º ano .....	LXVII
BNCC – Habilidades de Ciências – 9º ano .....	LXVIII
Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) na BNCC .....	LXIX
Propostas de avaliação .....	LXX
Aprofundamento ao professor .....	XCI

Sugestão de leitura complementar para estudantes .....	CXVIII
Sugestão de leitura complementar para professores .....	CXIX
Referencial bibliográfico comentado .....	CXXVI

## Reprodução comentada do livro do estudante (9º ano)

### Unidade A

<b>Capítulo 1</b> Reações químicas e Teoria Atômica de Dalton .....	12
<b>Capítulo 2</b> Cargas elétricas e modelo atômico de Rutherford .....	32
<b>Capítulo 3</b> Ondas eletromagnéticas e modelo atômico de Bohr .....	51

### Unidade B

<b>Capítulo 4</b> Ligações químicas .....	68
<b>Capítulo 5</b> Acústica .....	88
<b>Capítulo 6</b> Óptica .....	106

### Unidade C

<b>Capítulo 7</b> Cinemática .....	129
<b>Capítulo 8</b> Dinâmica .....	144
<b>Capítulo 9</b> Gravitação .....	165

### Unidade D

<b>Capítulo 10</b> Genética e hereditariedade .....	196
<b>Capítulo 11</b> Evolução dos seres vivos .....	220
<b>Capítulo 12</b> Desenvolvimento sustentável .....	241

<b>Algumas palavras finais ao estudante</b> .....	257
---	-----

<b>Suplemento de projetos</b> .....	258
-------------------------------------	-----

<b>Referencial bibliográfico comentado</b> .....	265
--	-----

## Apresentação da obra

### Prezado professor,

Esta coleção destina-se ao ensino de Ciências da Natureza do 6º ao 9º ano.

Entre os pressupostos envolvidos em sua elaboração, destacam-se os seguintes:

- O ensino de Ciências da Natureza na escola fundamental deve contribuir para o aprendizado de conteúdos necessários à vida em sociedade e para o desenvolvimento das capacidades do estudante. Não há por que incluir na prática docente temas que não tenham significação imediata para o estudante, sob o argumento de que poderão vir a ser úteis no futuro, em outras etapas da escolarização.
  - Os conteúdos escolares ganham força e sentido se o estudante os aprende de forma significativa, relacionando-os com seus saberes prévios. A relação entre o conhecimento escolar e os demais conhecimentos é indispensável, e a aprendizagem de conteúdos só é significativa se o estudante souber relacioná-los com seus conhecimentos prévios, sejam eles constituídos por ideias cientificamente corretas ou não.
  - Aprender conteúdos científicos ajuda o estudante a compreender melhor o mundo em que vive e a interagir melhor com ele.
  - O aprendizado de conteúdos ocorre se forem apresentados ao estudante desafios que estejam além do que ele pode ou sabe efetivamente naquele momento, mas que ele seja capaz de vencer se for corretamente estimulado.
  - Os conhecimentos científicos contribuem para o pleno exercício da cidadania.
  - O estudante deve ser incentivado a exercer e a desenvolver suas capacidades de criação e de crítica.
  - O estudante deve ser incentivado a produzir e a utilizar variadas linguagens para expressar o conhecimento científico que adquire. Isso pode ser feito por meio de atividades como colagens, encenações, debates, simulações de comerciais para rádio e tevê, elaboração de *blogs*, produção de textos, desenhos e cartazes.
- A realidade local da comunidade em que o estudante vive deve ser respeitada e valorizada como precioso elemento envolvido na aprendizagem.
  - Existem muitas maneiras diferentes de relacionar o que se aprendeu. Uma delas é por meio de mapas conceituais. Há diversos mapas conceituais possíveis que envolvam determinado conjunto de ideias.
  - Outras fontes de informação são importantes, além do livro didático. Internet e bibliotecas são exemplos de fontes de informações que os estudantes devem aprender a consultar.
  - Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), pela urgência social que lhes é própria, devem permear o ensino de Ciências da Natureza.
  - O trabalho de planejamento, produção e execução da prática educativa é um atributo do professor, e um livro didático deve fornecer a ele informações relevantes, a fim de contribuir para o planejamento pedagógico e a prática docente.
  - Os diferentes tipos de conteúdos escolares — conceituais, procedimentais e atitudinais —, cada um com suas características particulares, merecem atenção específica no planejamento do curso. (Veja a seção *Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos*, mais à frente, neste Manual do professor.)

### O livro do estudante

Em cada um dos anos, os capítulos do livro do estudante estão agrupados em quatro unidades, cada uma com três capítulos. A estrutura dos capítulos se mantém ao longo dos quatro volumes.

Cada um deles começa com uma fotografia e com a seção *Motivação*. Trata-se de um momento em que o professor pode explorar concepções prévias dos estudantes para utilizá-las no ensino (veja mais à frente, neste Manual do professor, considerações sobre “avaliação prévia”).

Os assuntos são tratados, em seguida, na seção *Desenvolvimento do tema*.

Atividades de diferentes tipos são propostas ao longo dos capítulos, não apenas no seu final.

Os quadros intercalados ao conteúdo – por exemplo *Refleta sobre suas atitudes*, *Trabalho em equipe*, *Tema para pesquisa*, *Certifique-se de ter lido direito*, *Para fazer no seu caderno* e *Para discussão em grupo* – permitem trabalhar conteúdos procedimentais e atitudinais relacionados aos conteúdos conceituais que estão sendo abordados.

A seção *Organização de ideias* apresenta um dos possíveis mapas envolvendo conceitos tratados no capítulo. Existem diferentes mapas conceituais possíveis para um conjunto de conteúdos escolares e você pode ensinar os estudantes a construí-los por meio de um procedimento explicado mais à frente, neste Manual do professor, no quadro *Como ajudar os estudantes a construir um mapa conceitual*.

Em *Use o que aprendeu* são propostas situações em que os estudantes podem aplicar e verificar seus conhecimentos sobre os temas estudados.

A seção *Explore diferentes linguagens* apresenta atividades em que diferentes formas de expressão (cartazes, encenações, desenhos, ditados populares, piadas, textos técnicos, poemas, trechos de entrevistas, textos de internet, esquematizações, tabelas, gráficos, *slogans*, tirinhas e charges) podem ser interpretadas e/ou elaboradas pelos estudantes.

Os capítulos contêm ainda as seções *Amplie o vocabulário!* e *Seu aprendizado não termina aqui*, que são comentadas a seguir, neste Manual do professor.

No encerramento de cada unidade, aparece a seção *Isso vai para o nosso blog!*, que também será comentada adiante, neste Manual do professor.

O *Suplemento de projetos*, ao final do livro do estudante, contém propostas de atividades em grupos, cuja realização, a critério do professor, permite um trabalho mais aprofundado de alguns conteúdos estudados no livro.

## **O material destinado aos professores**

O Manual do professor divide-se em três partes. A primeira delas, *Considerações gerais sobre a coleção*, inclui a apresentação da obra, que é comum aos quatro volumes, e oferece orientações e subsídios para que o professor possa realizar o planejamento mais adequado

à sua realidade local. Essa parte contém considerações sobre: terminologias empregadas na obra, importância da avaliação e sua implementação, diferentes perfis de aprendizagem, elementos para a reflexão sobre a prática docente e orientações para a realização de visitas guiadas e estudos do meio. Também inclui textos de apoio sobre temas que requerem atenção dos educadores, como *bullying*, automutilação, cultura de paz, protagonismo da mulher, etnociência, entre outros.

A segunda parte, *Considerações sobre este volume*, apresenta quadros com **as competências gerais, as competências específicas e as habilidades da BNCC para Ciências da Natureza destinadas ao ano específico a que se destina este volume**. Todas elas são contempladas neste volume, nos locais indicados nos quadros. Essa segunda parte também contém os Temas Contemporâneos Transversais contemplados, uma sugestão de cronograma bimestral, propostas de avaliação, textos complementares dirigidos aos professores (a título de aprofundamento) e sugestões bibliográficas para estudantes e docentes.

A terceira parte do Manual do professor constitui-se da reprodução do livro do estudante, acompanhada de textos destinados ao docente. Esses textos relacionam e comentam os conteúdos indicados para cada capítulo, indicam eventuais situações problemáticas inerentes ao desenvolvimento do tema e como podem ser contornadas, apresentam sugestões adicionais de atividades e fornecem as respostas de atividades do livro e comentários sobre elas.

Essa terceira parte contém também comentários específicos sobre a BNCC – que aparecem sob o título *De olho na BNCC!* –, **orientações claras e precisas que contribuem para o desenvolvimento das competências gerais, das competências específicas e das habilidades** de Ciências da Natureza, bem como indicações que sinalizam os momentos propícios à realização de atividades (por exemplo, pesquisas, projetos, atividades relacionadas ao vocabulário científico e uso guiado da tecnologia) e as oportunidades de dialogar com outras áreas de conhecimento.



# A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Ciências da Natureza é considerado imprescindível para que os estudantes tenham uma formação que possibilite o pleno exercício da cidadania.

O documento enfatiza a necessidade da formação integral dos estudantes e a relevância dos conhecimentos científicos nesse processo, ao afirmar que, para “debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos” (BNCC, 2018, p. 321).

Para que o ensino de Ciências não seja um apanhado de informações desprovidas de significado para os estudantes, a BNCC dá atenção especial ao letramento científico.

Mais do que aprender conceitos, os estudantes precisam ser capacitados a compreender e a interpretar o mundo, bem como a poder interferir nele de forma consciente, sabendo que suas ações têm consequências na vida individual e coletiva e sendo capazes de avaliar tais consequências.

De acordo com a BNCC, os estudantes devem ser “progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas” (BNCC, 2018, p. 322). Nesse sentido, é essencial motivar os estudantes a ser questionadores e divulgadores dos conhecimentos científicos, de modo que se construa um caminho que os leve a exercer plenamente sua cidadania.

No desenvolvimento das aprendizagens essenciais propostas pela BNCC, é relevante que os estudantes reconheçam a Ciência como construção humana, histórica e cultural.

Entre as mudanças curriculares trazidas pela BNCC em Ciências da Natureza está a distribuição, ao longo da Educação Básica, de conhecimentos das diferentes áreas científicas, tais como a Física, a Química, a Biologia, a Astronomia e a Geologia.

A formalização de conhecimentos de Física e Química, outrora concentrada no 9º ano em livros didáticos, passa a ser distribuída ao longo de todo o Ensino Fundamental, estando agora em progressão gradual e contínua, instrumentalizando os estudantes para uma visão mais integrada da Ciência.

O mesmo acontece com temas relacionados ao meio ambiente e ao corpo humano, fornecendo bases científicas para os estudantes desenvolverem a atenção e o cuidado com a saúde individual, coletiva e ambiental.

Nos anos finais do Ensino Fundamental (6º a 9º anos), os estudantes devem, utilizando as competências científicas desenvolvidas e demonstrando a aquisição de uma visão mais crítica e sistêmica do mundo, ser capazes de avaliar e intervir, assumindo protagonismo na escolha de posicionamentos e formas de atuação.

A BNCC estabelece dez **competências gerais** do Ensino Fundamental e oito **competências específicas** da área de Ciências da Natureza. Esses dois conjuntos de competências estão transcritos integralmente a seguir. A BNCC também estabelece habilidades de Ciências para cada ano. Elas serão apresentadas e vinculadas a este volume, mais à frente.

## Competências gerais da BNCC

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.” (BNCC, 2018, p. 9-10.)

## **Competências específicas da área de Ciências da Natureza na BNCC**

- “1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.” (BNCC, 2018, p. 324.)

# Abordagem teórico-metodológica das seções e sua relação com a BNCC

Nesta edição da obra, houve intenso esforço para alinhá-la do modo mais completo possível às diretrizes da BNCC. As diferenças no trabalho a ser realizado com as competências gerais e as competências específicas e as habilidades de Ciências da Natureza desse documento foram elemento norteador de variados aspectos na elaboração dos volumes.

No tocante a esse trabalho com competências expressas na BNCC e sua relação com as seções da obra, alguns comentários nos parecem oportunos e relevantes, sendo apresentados a seguir. A articulação entre as competências e as habilidades de Ciências no volume é comentada no item *Abordagem teórico-metodológica no desenvolvimento de habilidades e competências*, na segunda parte deste Manual do professor.

## Foto de abertura do capítulo

Na abertura de cada capítulo há uma foto alusiva a algo que nele é tratado. Com essa foto, instiga-se a curiosidade do estudante, que, interessado no assunto, pode ter um aprendizado mais efetivo.

A contextualização e/ou problematização envolvendo a imagem de abertura auxilia no desenvolvimento: da **competência geral 1**, pois estimula os estudantes a evocar conhecimentos prévios sobre o mundo e faz uma provocação no sentido de que procurem explicar a realidade; da **competência geral 2**, já que procura despertar a curiosidade intelectual e incitar o desejo de conhecer a abordagem própria das Ciências da Natureza; da **competência geral 3**, na medida em que algumas das imagens utilizadas (geralmente fotos) remetem a aspectos artísticos e/ou culturais; e da **competência geral 8**, porque, em determinados casos, aborda aspectos relacionados à saúde.

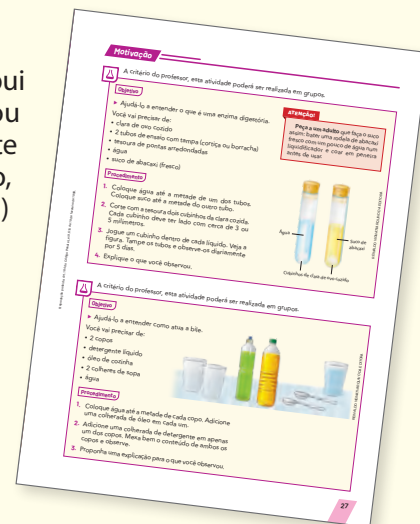
As imagens utilizadas nas aberturas de capítulos, de modo geral, auxiliam no desenvolvimento da **competência específica 3**, pois estimulam exercitar a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Motivação

Após a foto de abertura, todos os capítulos contêm a seção *Motivação*, que contribui para a problematização inicial por meio de experimentos, textos de outros livros ou da internet, situações cotidianas etc. Há capítulos em que essa seção também permite desenvolver conteúdos de natureza procedimental. Você pode aproveitar essa seção, bem como a foto de abertura, para realizar a avaliação prévia (avaliação diagnóstica) dos saberes que os estudantes trazem de sua vivência pregressa.

A seção possibilita desenvolver: a **competência geral 2**, ao incluir textos que exercitem a curiosidade intelectual e recorrem à abordagem própria das ciências, ou ao propor atividades práticas que estimulam a reflexão e a análise crítica, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses; e a **competência geral 7**, quando envolve atividades que requerem argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular ideias.

Os textos e as atividades práticas que abrem um novo assunto, por meio dessa seção, também tornam propício desenvolver: a **competência específica 1**, conduzindo os estudantes a compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico; a **competência específica 2**, por estimular a compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como o domínio de processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas; e a **competência específica 5**, pelo estímulo a construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista.



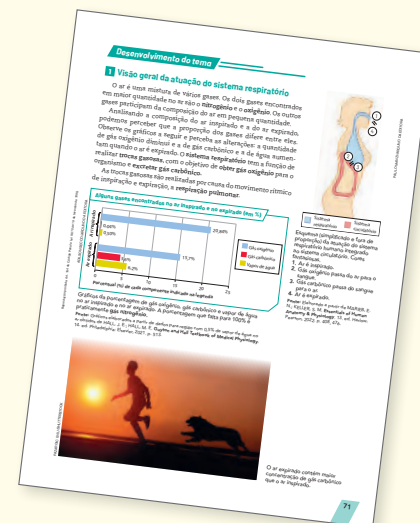
# Desenvolvimento do tema

Por se tratar da seção da obra que desenvolve as diversas temáticas de Ciências da Natureza, ela propicia o trabalho com diversos aspectos da BNCC.

Entre outros, podemos destacar: a **competência geral 1**, porque estimula entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva; a **competência geral 2**, na medida em que fomenta a curiosidade intelectual e a utilização da abordagem própria das ciências; a **competência geral 3**, naqueles momentos em que associa aspectos artísticos ou culturais a assuntos de cunho científico, ajudando a valorizar e fruir manifestações artísticas e culturais; a **competência geral 6**, ao abranger temáticas científicas também relacionadas ao mundo do trabalho e incentivar escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, com consciência crítica e responsabilidade; a **competência geral 7**, posto que fornece repertório e ajuda a construir conhecimentos necessários à tomada de decisões que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta; e a **competência geral 10**, pelo favorecimento à ação pessoal e coletiva com autonomia e responsabilidade.

Em decorrência de sua abrangência, essa seção cria oportunidades para desenvolver também diversos aspectos das competências específicas de Ciências da Natureza.

Entre as diversas possibilidades, algumas das mais recorrentes são as seguintes: a **competência específica 1**, porque a seção possibilita compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico; a **competência específica 2**, já que as abordagens realizadas permitem construir conhecimentos para os estudantes terem segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, sentirem-se estimulados a continuar aprendendo e a colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva; a **competência específica 3**, na medida em que as discussões apresentadas fornecem subsídios para analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza; a **competência específica 7**, uma vez que as abordagens sobre o organismo humano potencializam 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; e a **competência específica 8**, posto que a construção de saberes científicos é de relevância para que se possa 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.



# Use o que aprendeu e Explore diferentes linguagens

Nessas seções, são incluídas atividades que favorecem o desenvolvimento: da **competência geral 1**, uma vez que estimulam valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade; da **competência geral 2**, por requererem que os estudantes recorram à abordagem própria das Ciências da Natureza para resolver problemas e criar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas; da **competência geral 4**, posto que os estudantes são conclamados a interpretar e utilizar diferentes linguagens para se expressar e partilhar conclusões; da **competência geral 6**, já que apresentam propostas que implicam expressar escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, com autonomia, consciência crítica e responsabilidade; e da **competência geral 7**, porque incluem situações que demandam argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o consumo responsável.

As atividades propostas no *Use o que aprendeu* pretendem exercitar a curiosidade para buscar respostas e criar soluções com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza (**competência específica 3**), avaliar aplicações e implicações da ciência e de suas tecnologias (**competência específica 4**) e construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista (**competência específica 5**).

A seção *Explore diferentes linguagens* é bastante diversa nas atividades que propõe. Diferentes competências específicas são contempladas de modos pontuais. Em caráter geral, várias atividades favorecem adquirir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas e socioambientais, desenvolvendo qualidades que permitam ao estudante/cidadão colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (**competência específica 2**). Outras possibilitam interpretar e usar diferentes linguagens para se comunicar e acessar informações, e solucionar problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (**competência específica 6**).

# Use a internet

Por sua própria proposta, essa seção oportuniza o desenvolvimento da **competência geral 5**, requerendo compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para acessar informações, exercendo protagonismo no seu aprendizado.

Nesse tipo de boxe, são feitas propostas que incentivam o desenvolvimento da capacidade de empregar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para acessar informações e expandir conhecimentos, conseguindo (no caso de propostas que requeiram uma devolutiva ao docente, em formato físico ou digital, a seu critério) se expressar de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, indo ao encontro da **competência específica 6**.

### Use o que aprendeu

1. Em relação ao processo experimental descrito, indique a fase de conclusão no gráfico mostrado no exercício 1.

2. Quais são as três partes fundamentais de um neurônio? Qual delas realiza o impulso nervoso e qual transmite para outras células?

3. Responda e trace o seguinte em seu caderno: a) Descreva o que é um neurônio e suas partes. b) Descreva o que é um impulso nervoso e como ele se propaga. c) Descreva o que é um sistema nervoso e suas partes.

4. Ajuste uma massa enrolada e mais longa para que o sistema nervoso se enrole e faça o impulso nervoso chegar ao músculo. Anote o que aconteceu e explique por que isso aconteceu.

5. O impulso nervoso é transmitido por fibras nervosas. Como você acha que o impulso nervoso se transmite? Anote o que aconteceu e explique por que isso aconteceu.

6. O impulso nervoso é transmitido por fibras nervosas. Como você acha que o impulso nervoso se transmite? Anote o que aconteceu e explique por que isso aconteceu.

### Explore diferentes linguagens

1. Em uma aula de física, o professor pediu para os alunos fazerem um experimento com uma lâmpada e um interruptor. O professor explicou que a lâmpada só acende quando o interruptor está ligado. Os alunos fizeram o experimento e descobriram que a lâmpada só acende quando o interruptor está ligado. O professor perguntou: "Por que isso acontece?"

2. Alô, meu nome é João e eu sou um gato. Eu sou muito fofo e gosto muito de brincar. Eu sou muito curioso e gosto muito de aprender coisas novas. Eu sou muito feliz e gosto muito de estar com meus amigos. Eu sou muito amoroso e gosto muito de abraçar meus amigos. Eu sou muito brincalhão e gosto muito de fazer piadas. Eu sou muito curioso e gosto muito de aprender coisas novas. Eu sou muito feliz e gosto muito de estar com meus amigos. Eu sou muito amoroso e gosto muito de abraçar meus amigos. Eu sou muito brincalhão e gosto muito de fazer piadas.

3. O impulso nervoso é transmitido por fibras nervosas. Como você acha que o impulso nervoso se transmite? Anote o que aconteceu e explique por que isso aconteceu.

### A trajetória diária aparente do Sol

1. Use a internet para pesquisar sobre a trajetória do Sol no céu. Anote o que você descobriu e compartilhe com sua turma.

2. O Sol é uma estrela e, como todas as estrelas, ele emite luz e calor. A luz do Sol é necessária para a vida na Terra. O calor do Sol é necessário para a vida na Terra. A luz do Sol é necessária para a vida na Terra. O calor do Sol é necessário para a vida na Terra.

## Refleta sobre suas atitudes

Estimula reflexões individuais e relaciona-se mais proximamente às competências gerais 7 e 10.

Favorece apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, respeitando também o outro (**competência específica 7**) e agir com respeito, autonomia e responsabilidade, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e ambientais (**competência específica 8**).

## Certifique-se de ter lido direito e Para fazer no seu caderno

Boxes para propiciar a compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza (**competência específica 2**).

## Trabalho em equipe e Para discussão em grupo

O tipo de atividade proposta para *Trabalho em equipe* potencializa, em especial, o desenvolvimento: da **competência geral 4**, pois permite ao estudante se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo; da **competência geral 9**, por exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro; e da **competência geral 10**, uma vez que permite, ao se expressar nesse tipo de debate, exercitar autonomia, responsabilidade, flexibilidade e resiliência, pautando-se em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

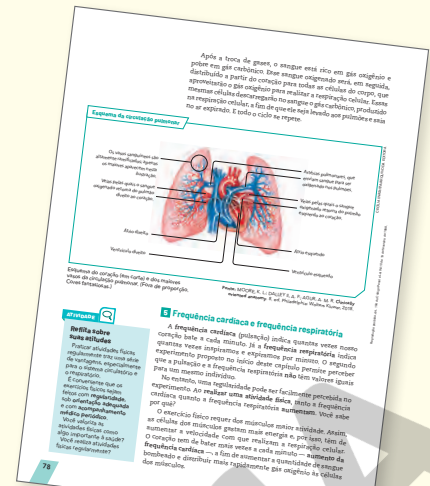
O *Para discussão em grupo*, além dessas, potencializa também desenvolver a **competência geral 6**, na medida em que favorece a valorização da diversidade de saberes e vivências culturais.

Esses dois tipos de boxe incentivam analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (**competência específica 3**), negociar e defender ideias e pontos de vista, acolher e valorizar a diversidade de indivíduos, sem preconceitos de qualquer natureza (**competência específica 5**).

## Tema para pesquisa

Propõe a ampliação dos horizontes de conhecimento, ajudando a desenvolver as **competências gerais 1 e 5**.

Da mesma maneira que o *Use a internet*, aqui também existem propostas que incentivam o desenvolvimento da **competência específica 6**, posto que exercitam a capacidade de usar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para acessar informações e expandir conhecimentos, expressando o resultado da pesquisa de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.



## Amplie o vocabulário!

A seção *Amplie o vocabulário!* propicia um **trabalho ativo com as terminologias** mais importantes que aparecem nos capítulos.

Os **estudantes discutem** o significado dos principais termos estudados e elaboram, com a supervisão do professor, uma definição que se incorpora ao vocabulário da turma, uma espécie de dicionário de Ciências da Natureza criado ao longo do curso.

A critério do professor, essas definições devem ser **reunidas no blog** de Ciências, criado e mantido pelas equipes da turma, e/ou em cartazes, em fichas ou nas páginas finais do caderno de cada estudante. Esse trabalho participativo contribui efetivamente para a **construção de conceitos** e, por conseguinte, para **ampliar o vocabulário dos estudantes**.

A atuação conjunta para a construção de redações apropriadas para os conceitos estudados possibilita que se desenvolvam: a **competência geral 1**, por utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico aprendidos no capítulo; a **competência geral 2**, por recorrer à abordagem científica, à reflexão e à análise crítica; a **competência geral 4**, por exigir dos estudantes o emprego da linguagem escrita, bem como das linguagens matemática e científica, para se expressar e partilhar informações e ideias, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo; a **competência geral 5**, posto que o resultado pode ser difundido, de forma crítica e significativa, utilizando tecnologias digitais de informação e comunicação; e a **competência geral 9**, porque o debate em grupo (visando à elaboração das redações) exercita a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro.

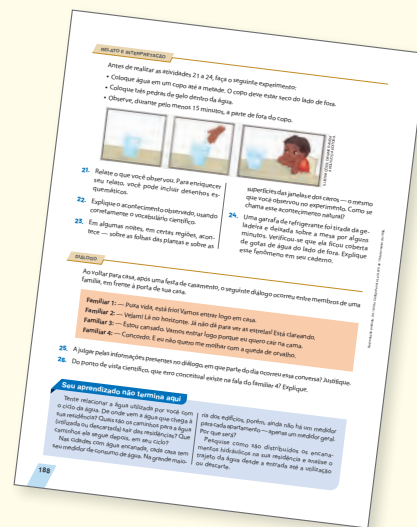
O que é proposto nessa seção alinha-se também com o que está enunciado na **competência específica 1**, pois a atividade envolvendo o significado de terminologias científicas auxilia os estudantes a compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

## Seu aprendizado não termina aqui

Essa seção convida o estudante a **continuar buscando o conhecimento** e desenvolvendo suas capacidades, independentemente de estar no ambiente escolar.

Situada ao final dos capítulos, essa seção propõe uma atividade facultativa e continuada que está alinhada com: a **competência geral 1**, no que diz respeito a entender e explicar a realidade e continuar aprendendo; a **competência geral 2**, por instigar o exercício da curiosidade intelectual e estimular o uso da abordagem própria das ciências, e a **competência geral 6**, já que, em alguns casos, abrange diversidade de saberes e vivências culturais.

Também pode contribuir, entre outras, para o desenvolvimento: da **competência específica 2**, por estimular a compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como o domínio de processos, práticas e procedimentos inerentes à atividade científica; e da **competência específica 5**, posto que amplia repertórios, permitindo tecer argumentações embasadas em informações confiáveis e defender pontos de vista que promovam a consciência socioambiental.



## Isso vai para o nosso blog!

Essa é uma seção que aparece no encerramento de todas as unidades da obra. Para sua realização, os estudantes são divididos em equipes (de 4 ou 5 integrantes, por exemplo), e cada equipe criará e manterá um *blog* de Ciências da Natureza. A divisão dos participantes pode ser feita pelos próprios estudantes ou seguir o critério do professor.

Ao longo do ano, em função das recomodações naturais no ambiente de socialização da escola, intervenções do professor podem ser requeridas para redistribuir alguns estudantes, até mesmo com a criação de novas equipes e *blogs*.

Essa seção estimula a pesquisa de informações em **diferentes fontes**, a leitura e a seleção do material que será postado pelos estudantes no *blog*. Propicia **discussões** sobre o material reunido e publicado. **Desenvolve competências** relativas ao acesso e ao tratamento de informações, à discussão em grupo, à cooperação e à interação social. Os temas escolhidos favorecem **reflexões sobre as atitudes** de cada um e podem produzir mudanças benéficas.

É importante ao docente avaliar se é conveniente haver acesso irrestrito aos *blogs* ou se é mais apropriado sua hospedagem em **páginas de redes sociais restritas**, permitindo configurar o acesso **apenas** a estudantes, professores e demais educadores.

Em função do formato aberto das produções culturais que as equipes de estudantes podem realizar, essa seção é uma das mais ricas no que tange a potencializar competências e habilidades. A diversidade dos temas propostos, ao longo dos volumes, também contribui para isso, pois, entre eles, há assuntos ligados aos conhecimentos científicos de Astronomia, Biologia, Física, Geologia e Química, à saúde e ao bem-estar humanos, ao meio ambiente e à relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Assim, a seção permite desenvolver, em maior ou menor grau, todas as competências gerais da BNCC, principalmente: a **competência geral 1**, porquanto explora 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; a **competência geral 4**, na medida em que propõe utilizar diferentes linguagens, 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; a **competência geral 5**, já que requer compreender e utilizar tecnologias digitais de



informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva; a **competência geral 9**, pois, sendo uma atividade colaborativa, proporciona oportunidade para exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro, sem preconceitos de qualquer natureza; e a **competência geral 10**, porque incentiva agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Essa seção, pela diversidade das temáticas envolvidas e das modalidades de produção cultural que os estudantes podem realizar, contribui para o desenvolvimento de muitas competências e habilidades, contemplando, ao longo dos volumes, várias das competências específicas da BNCC. Cumpre-nos aqui destacar: a **competência específica 4**, por requerer avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias; a **competência específica 6**, já que exige utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos de forma crítica, significativa, reflexiva e ética; e a **competência específica 8**, favorecendo 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.



## Mapas conceituais

Desenvolvidos por Joseph Novak a partir de ideias relacionadas à aprendizagem significativa, de David Ausubel, os mapas conceituais são um modo de expressar graficamente relações entre conteúdos conceituais (fatos, conceitos e princípios). São um poderoso instrumento auxiliar da aprendizagem, por meio do qual os estudantes evidenciam diversas conexões entre o que aprenderam.

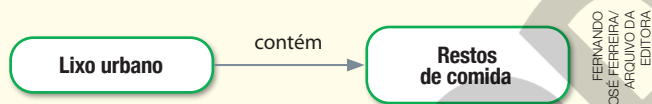
Os **conceitos abordados, discutidos e compreendidos ao estudar um capítulo podem ser inter-relacionados de muitas maneiras diferentes** (veja comentário sobre isso logo mais à frente). Essa seção sugere uma das possibilidades.

**Sempre que julgar oportuno, convide os estudantes a explorar outros encadeamentos.** O quadro *Como ajudar os estudantes a construir um mapa conceitual* apresenta orientações sobre como ensinar os estudantes a elaborar seus próprios mapas conceituais.

## Proposições e palavras de ligação

Consideremos as expressões **lixo urbano** e **restos de comida**, que designam conceitos. Ao ouvi-las, fazemos uma imagem mental do significado de cada uma. Esses dois conceitos estão relacionados.

Ao dizer que **lixo urbano** contém **restos de comida**, elaboramos uma *proposição*. Nela, “contém” atua como *palavra de ligação, conexão ou enlace* entre os dois conceitos. (Para elaborar uma proposição, podem ser usadas uma ou mais palavras de ligação.) Essa proposição pode ser expressa graficamente assim:



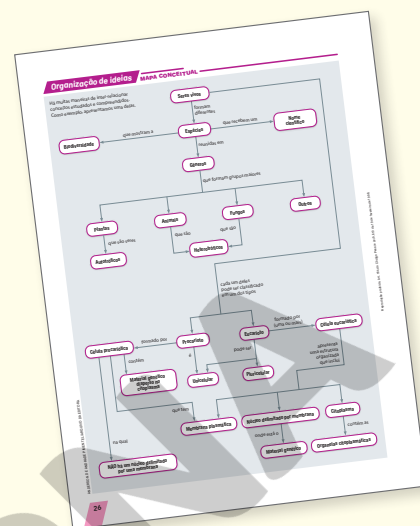
## Vantagens didáticas

Para docentes, os mapas conceituais ajudam a planejar o curso, a visualizar pré-requisitos e a buscar estratégias para favorecer a construção e a interligação de conceitos numa aprendizagem significativa. Será muito útil ao professor elaborar seus próprios mapas conceituais considerando diferentes partes do livro, que o ajudarão a adequar o curso à **realidade local**.

Para os estudantes, a interpretação e a elaboração dessas representações ajudam a distinguir as informações fundamentais das acessórias. Também os auxiliam a estabelecer a relação dos conceitos mais abrangentes com outros, deles decorrentes.

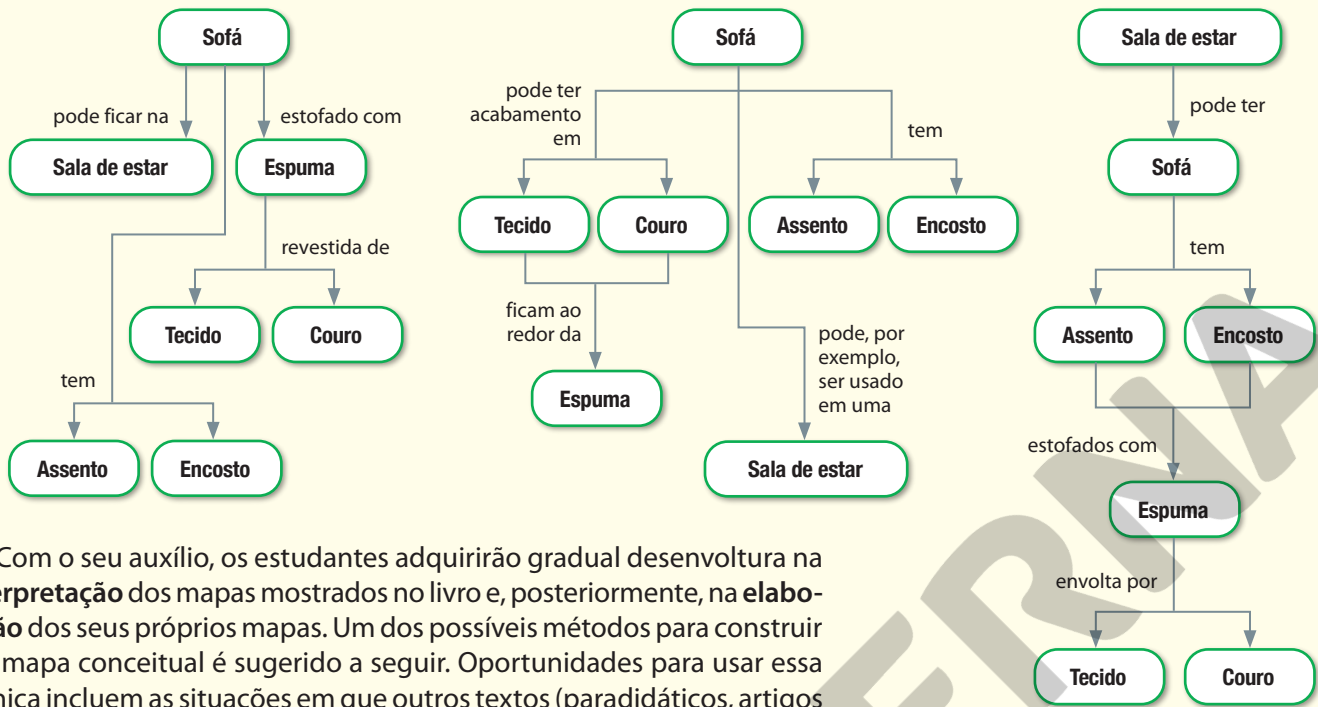
O trabalho com mapas conceituais favorece o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois utiliza a linguagem científica para expressar e partilhar informações e ideias, produzindo sentidos sobre a realidade física e biológica.

A concatenação de ideias estimulada por essa seção contribui para compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza (**competência específica 2**) e também para analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, assim como as relações que se estabelecem entre eles (**competência específica 3**).



## Lembre-se: existem muitos mapas possíveis!

Eis alguns exemplos de encadeamentos (diversos outros seriam possíveis) envolvendo um mesmo conjunto de conceitos.



ILUSTRAÇÕES DOS AUTORES

Com o seu auxílio, os estudantes adquirirão gradual desenvoltura na **interpretação** dos mapas mostrados no livro e, posteriormente, na **elaboração** dos seus próprios mapas. Um dos possíveis métodos para construir um mapa conceitual é sugerido a seguir. Oportunidades para usar essa técnica incluem as situações em que outros textos (paradidáticos, artigos etc.) são usados para trabalhar um tema.

## Como ajudar os estudantes a construir um mapa conceitual

Os passos descritos a seguir mostram uma das maneiras para elaborar um mapa com os conteúdos conceituais de um texto.

1. Após a leitura atenta, listar os conceitos importantes, sejam eles abrangentes ou específicos. Ajuda bastante prestar atenção aos títulos, aos subtítulos e às palavras destacadas em itálico ou negrito, pois frequentemente expressam fatos, conceitos ou princípios.
2. Agrupar os conteúdos conceituais mais fortemente relacionados.
3. Arranjar, em ordem de importância ou abrangência, os conteúdos conceituais de cada um desses grupos.
4. Escrever cada um desses conteúdos numa folha, dentro de um retângulo (ou um círculo, ou uma elipse etc.). De modo geral, é conveniente que os mais abrangentes fiquem em cima, e os mais específicos, embaixo.
5. Interligar os retângulos com setas (ou apenas linhas) e escrever uma ou mais palavras de ligação que estabeleçam uma proposição.
6. Analisar o mapa para ver em que ele pode ser melhorado: remanejar blocos, estabelecer relações cruzadas, omitir partes menos importantes em prol da clareza, modificar a disposição para facilitar a visualização etc.

Ao trabalhar com os estudantes essas etapas, é conveniente escrever os conteúdos conceituais em retângulos de papel, para que possam ser facilmente trocados de lugar.

É esperado que não haja concordância sobre a hierarquização e o estabelecimento das proposições. No caso de equipes, fazendo cada uma o seu mapa referente a um mesmo texto, mapas bem distintos podem surgir. Não há problema nisso. A apresentação em público desses mapas propicia uma discussão enriquecedora, em que conteúdos são retrabalhados, dúvidas aparecem e podem ser resolvidas.

# Subsídios para ordenações do conteúdo

É do professor a prerrogativa de adaptar o uso do livro didático à realidade das suas turmas, o que se traduz no planejamento pedagógico e na sua implementação. Este Manual do professor procura oferecer subsídios para que o professor reflita a respeito dos conteúdos e opte pela sequência que mais se aplica ao seu caso. A seguir, destacamos alguns aspectos que devem ser considerados ao tomar tal decisão, a fim de assegurar encadeamentos lógicos e uma progressão didática ao longo do ano letivo.

Ao elaborar a obra, levamos em conta a assertiva da BNCC, ao se referir às unidades temáticas e aos objetos de conhecimento, que “os critérios de organização das habilidades na BNCC (com a explicitação dos objetos de conhecimento aos quais se relacionam e do agrupamento desses objetos em unidades temáticas) expressam um arranjo possível (dentre outros). Portanto, os agrupamentos propostos não devem ser tomados como modelo obrigatório para o desenho dos currículos” (BNCC, 2018, p. 330).

Todos os volumes são constituídos de **quatro unidades com três capítulos cada**. A grande vantagem dessa estrutura é que o professor começa seu planejamento considerando **uma unidade por bimestre letivo**. Se necessário, eventuais **adaptações subsequentes** podem alocar mais tempo naquelas unidades que, considerando a realidade local, podem demandar mais tempo. Esse tempo adicional é conseguido ao abordar com maior horizontalidade (menor profundidade) outras unidades. Além disso, também podem ser feitas **alterações de sequência**.

A **unidade A** de cada volume contém pré-requisitos para as demais, ainda que eventualmente não trate de modo explícito alguma das habilidades específicas da BNCC. Sugere-se, portanto, que seja trabalhada no **início do ano**. A partir daí, existe certa **flexibilidade na ordem** em que as demais unidades podem ser abordadas.

Existe um quadro na segunda parte deste Manual do professor que relaciona as habilidades específicas que constam da BNCC para a área de Ciências da Natureza e explicita os locais em que são trabalhadas neste volume. Os esquemas do item *Sugestão de cronograma – Unidades e capítulos*, logo mais à frente neste Manual do professor, fornecem uma visão geral da distribuição de conteúdos nos quatro anos. Além disso, **subsídios específicos** para o planejamento de cada capítulo são encontrados na terceira parte deste Manual do professor, *Reprodução comentada do livro do estudante*.

Como comentamos anteriormente, mapas conceituais ajudam a planejar o curso, a visualizar pré-requisitos e a buscar estratégias para favorecer a construção e a interligação de conceitos numa aprendizagem significativa. Assim, caso o docente deseje criar novas sequências para a abordagem dos conteúdos, pode, por exemplo, elaborar seus próprios mapas conceituais envolvendo as ideias que considerar essenciais à luz da sua realidade. Então, a partir do encadeamento lógico de conceitos que estiver mais alinhado ao seu estilo pedagógico e às necessidades de seus estudantes, o docente cria a sua própria sequência para a abordagem dos capítulos.

Unidade	Habilidades	Assuntos/temas
Unidade A	EF09CI01	Capítulo 1
	EF09CI02	Capítulo 2
	EF09CI03	Capítulo 3
Unidade B	EF09CI04	Capítulo 4
	EF09CI05	Capítulo 5
	EF09CI06	Capítulo 6
Unidade C	EF09CI07	Capítulo 7
	EF09CI08	Capítulo 8
	EF09CI09	Capítulo 9
Unidade D	EF09CI10	Capítulo 10
	EF09CI11	Capítulo 11
	EF09CI12	Capítulo 12

## Sugestão de cronograma • Unidades e capítulos • 6º ano

Cronogramas bimestral, trimestral e semestral sugeridos para o volume do 6º ano				
Unidade	Capítulo	Bimestral	Trimestral	Semestral
A	1. Seres vivos e cadeias alimentares	1º bimestre	1º trimestre	1º semestre
	2. Fotossíntese			
	3. Teias alimentares			
B	4. Níveis de organização do corpo humano	2º bimestre	2º trimestre	2º semestre
	5. Ossos e músculos			
	6. Visão			
C	7. Sistema nervoso	3º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	8. Substâncias químicas			
	9. Transformações químicas			
D	10. Atmosfera e hidrosfera	4º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	11. O Planeta Terra e os recursos minerais			
	12. Dia e noite: regularidades celestes			

## Sugestão de cronograma • Unidades e capítulos • 7º ano

Cronogramas bimestral, trimestral e semestral sugeridos para o volume do 7º ano				
Unidade	Capítulo	Bimestral	Trimestral	Semestral
A	1. Biodiversidade	1º bimestre	1º trimestre	1º semestre
	2. Adaptação dos seres vivos			
	3. Diversidade da vida microscópica			
B	4. Fungos	2º bimestre	2º trimestre	2º semestre
	5. Animais invertebrados: principais grupos			
	6. Saneamento básico			
C	7. Peixes, anfíbios e répteis	3º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	8. Aves e mamíferos			
	9. Principais biomas brasileiros			
D	10. Máquinas simples	4º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	11. Temperatura, calor e efeito estufa			
	12. Gases da atmosfera e placas da litosfera			

## Sugestão de cronograma • Unidades e capítulos • 8º ano

Cronogramas bimestral, trimestral e semestral sugeridos para o volume do 8º ano				
Unidade	Capítulo	Bimestral	Trimestral	Semestral
A	1. Alimentos e nutrientes	1º bimestre	1º trimestre	1º semestre
	2. Sistema digestório			
	3. Sistemas circulatório, linfático e urinário			
B	4. Sistema respiratório	2º bimestre	2º trimestre	2º semestre
	5. Reprodução sexuada e reprodução assexuada em animais			
	6. Reprodução sexuada e reprodução assexuada em plantas			
C	7. Adolescência, puberdade e sistema endócrino	3º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	8. Reprodução humana			
	9. Sexo, saúde e sociedade			
D	10. Previsão do tempo	4º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	11. Lua e constelações			
	12. Produção e uso de energia elétrica			

## Sugestão de cronograma • Unidades e capítulos • 9º ano

Sugestões de cronogramas bimestral, trimestral e semestral para o volume do 9º ano				
Unidade	Capítulo	Bimestral	Trimestral	Semestral
A	1. Reações químicas e Teoria Atômica de Dalton	1º bimestre	1º trimestre	1º semestre
	2. Cargas elétricas e modelo atômico de Rutherford			
	3. Ondas eletromagnéticas e modelo atômico de Bohr			
B	4. Ligações químicas	2º bimestre	2º trimestre	2º semestre
	5. Acústica			
	6. Óptica			
C	7. Cinemática	3º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	8. Dinâmica			
	9. Gravitação			
D	10. Genética e hereditariedade	4º bimestre	3º trimestre	2º semestre
	11. Evolução dos seres vivos			
	12. Desenvolvimento sustentável			

# Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos

No Ensino Fundamental, os conteúdos escolares devem estar intimamente relacionados com usos práticos e imediatos, revelando seu caráter funcional. Devem, também, propiciar ao estudante condições para que ele mesmo possa ampliar seus conhecimentos. Nas atividades escolares, os estudantes devem construir significados e atribuir sentido àquilo que aprendem, o que promove seu crescimento pessoal, contribuindo para seu desenvolvimento e socialização.

Assim, **conteúdos** são conhecimentos ou formas culturais cuja assimilação é considerada essencial para o desenvolvimento e a socialização dos estudantes.

## Aprender a aprender

Os conteúdos conceituais estabelecem o fio de continuidade que encadeia os temas nesta obra. A inclusão dos conteúdos procedimentais e dos atitudinais visa ao desenvolvimento do estudante em múltiplos planos. O desenvolvimento de atitudes positivas, vinculado aos conteúdos conceituais, contribui para a vida pessoal e em sociedade. Ensinar procedimentos consiste em fazer a ponte entre o ponto de partida e o objetivo de uma sequência de ações; equivale a ensinar meios para alcançar, modos de fazer. É dotar o estudante de formas de agir. É ajudar o estudante a **aprender a aprender**.

Ao longo dos quatro volumes, alguns exercícios e atividades envolvem temas polêmicos. Não se deve esperar unanimidade de opinião. A divergência de pontos de vista, acompanhada do respeito ao outro e às suas ideias, contribui para a troca de ideias e o amadurecimento individual e coletivo. Ao pretender o desenvolvimento das capacidades do estudante, a escola – e, no nosso caso, o ensino de Ciências da Natureza – assume a necessidade de promover a autonomia do estudante e sua capacidade de interagir e cooperar.

## Conteúdos conceituais

**Fato** ou **dado** é uma informação que, por si só (isto é, sem o auxílio de conceitos ou princípios), é desprovida de conexão significativa com ideias anteriores. Exemplos de fatos ou dados são o nome de ossos do corpo humano, o nome de aparelhos de laboratório e uma tabela de resultados numéricos provenientes de um experimento de laboratório.

**Conceito** corresponde a um conjunto de acontecimentos, símbolos, seres vivos, materiais ou objetos que apresentam algumas características comuns. Exemplos são os conceitos de vertebrado, de massa de ar, de corrente marítima, de reação química, de força e de rocha.

**Princípio** designa um enunciado que relaciona as mudanças de um acontecimento, símbolo, ser vivo, material ou objeto (ou conjunto deles) com as mudanças em outro acontecimento, símbolo, ser vivo, material ou objeto (ou conjunto deles).

Em outras palavras, princípios correspondem a regularidades do tipo causa e efeito. Em Ciências da Natureza, são conhecidos com os nomes de *leis* ou *princípios*. Como exemplos, podemos citar o ciclo da água, a lei da gravidade, o princípio da inércia, as teias alimentares, a conservação da energia, a repetição das estações do ano e a variação do comportamento animal em função da estação do ano.

O aprendizado de fatos, conceitos e princípios implica que o estudante passe a ser capaz de, por exemplo, reconhecer, descrever e comparar ocorrências, ideias ou objetos. Assim, nesta obra, os seguintes verbos poderão aparecer intrinsecamente ligados aos conteúdos conceituais\*:

Identificar, reconhecer, classificar, descrever, comparar, conhecer, explicar, relacionar, situar (no espaço ou no tempo), lembrar, analisar, inferir, generalizar, comentar, interpretar, tirar conclusões, esboçar, indicar, enumerar, assinalar, resumir, distinguir.

\* Segundo COLL, C. **Psicologia e currículo**: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 1997.

## Conteúdos procedimentais

**Procedimento** é o conjunto de ações organizadas para que se obtenha determinado objetivo. São exemplos de procedimento o uso do microscópio para examinar células de cebola, o emprego do computador para acessar uma página da internet, a construção de uma maquete de estação de tratamento de água, a observação de insetos no gramado de uma praça e a busca de informações em uma biblioteca.

Aprender um procedimento se traduz na capacidade de empregá-lo de forma espontânea, a fim de enfrentar situações em busca de resultados. Ao longo desta obra, os seguintes verbos poderão ser encontrados na explicitação dos conteúdos procedimentais\*:

Manejar, confeccionar, utilizar, construir, coletar, representar, observar, experimentar, testar, elaborar, simular, demonstrar, reconstruir, planejar, executar, compor.

## Conteúdos atitudinais

**Valor** é uma ideia que regulamenta o comportamento da pessoa em qualquer situação ou momento, ou seja, trata-se de um princípio ético com o qual a pessoa sente forte compromisso emocional. Os valores são usados como referencial para o julgamento das condutas próprias e alheias. Exemplos de valores são a solidariedade e o respeito à vida e à integridade física, tanto própria quanto alheia.

**Norma** é uma regra de comportamento que pessoas de um grupo devem respeitar quando em determinada situação. Em outras palavras, normas são padrões de

conduta que membros de um mesmo agrupamento social compartilham. As normas são a concretização dos valores. Como exemplos delas, podemos citar o respeito ao silêncio em um hospital, a adequação do vocabulário à pessoa com quem falamos, o ato de não jogar lixo no chão e o ato de parar o carro quando o sinal está vermelho.

**Atitude** é a disposição adquirida e relativamente duradoura para avaliar uma ocorrência, situação, pessoa ou objeto e para atuar em concordância com essa avaliação. Em outras palavras, uma atitude corresponde à tendência a comportar-se de forma consistente com os valores e as normas, diante de ocorrências, situações, pessoas ou objetos.

São as atitudes que trazem à tona o grau de respeito que o indivíduo tem aos valores e às normas, manifestando-o de forma observável. Exemplificando, podemos relacionar a atitude sistemática de não fazer barulho num hospital como uma demonstração da interiorização do respeito a normas e valores relacionados a essa prática.

Há vários modos para explicitar aqueles conteúdos atitudinais que se deseja que o estudante aprenda. Nesta obra, os seguintes verbos\* poderão ser encontrados na explicitação desses objetivos:

Valorizar, comportar-se (de acordo com), respeitar, tolerar, apreciar, ponderar (positiva ou negativamente), aceitar, praticar, ser consciente de, reagir a, conformar-se com, agir, conhecer, perceber, estar sensibilizado, sentir, prestar atenção a, interessar-se por, obedecer, permitir, concordar com, preocupar-se com, deleitar-se com, recrear-se, preferir, inclinar-se a.

## Considerações sobre a avaliação

Avaliar é uma das tarefas mais delicadas no ensino. A reflexão constante sobre quatro perguntas básicas — **Por que avaliar? Quando avaliar? O que avaliar? e Como avaliar?** — pode ajudar o professor a aprimorar cada vez mais o processo de avaliação.

### Por que avaliar?

Erros fazem parte do processo de aprendizagem. Não se pode considerar que a aprendizagem seja significativa somente se não ocorrerem erros.

Ao contrário, são os erros que norteiam as alterações de rumo e as constantes intervenções pedagógicas e tornam o processo de aprendizagem efetivo.

Vista sob essa óptica, a avaliação tem caráter formativo.

Além disso, prepara progressivamente os estudantes para situações existentes na vida em que somos avaliados, seja nas entrevistas de emprego ou nos exames de larga escala, por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e os concursos de admissão à universidade (vestibulares).

\* Segundo COLL, C., *op. cit.*

A avaliação não pode se limitar a provas mensais ou bimestrais, principalmente se constarem de perguntas que cobrem a mera repetição de palavras ou frases tiradas do livro adotado.

Considerar as provas como único modo de avaliar é perder a perspectiva da avaliação como algo muito mais amplo e que engloba, entre outras possíveis metas, verificar o grau de aprendizagem dos estudantes, orientar e ajustar a atuação dos professores e da escola e propiciar elementos para o constante repensar da prática do ensino.

## Quando avaliar?

Avaliar, nesse contexto, equivale a muito mais do que simplesmente saber o resultado final do processo de aprendizagem de um conjunto de conteúdos.

Diz respeito ao acompanhamento desse processo em suas múltiplas etapas e facetas, avaliando o que realmente aconteceu durante a aprendizagem. Diz respeito ao acompanhamento das dificuldades e dos progressos dos estudantes à luz da **realidade local**. Diz respeito ao constante cuidado em perceber falhas do processo e intervir nele a fim de eliminá-las ou, pelo menos, minimizá-las.

Assim, faz-se necessário um processo de avaliação o mais **contínuo** possível, não se limitando apenas aos finais de capítulos ou blocos deles.

A prática de uma avaliação **bem distribuída ao longo do curso**, se adequadamente implementada, reduz a tensão introduzida pelas provas mensais ou bimestrais e favorece a **aprendizagem significativa** em detrimento da pura e simples memorização.

## Avaliação inicial (avaliação diagnóstica)

Antes de iniciar novos capítulos ou blocos de conteúdos, é conveniente fazer uma avaliação inicial. Seu objetivo é sondar as **ideias prévias** que os estudantes têm sobre o tema.

A partir delas, o professor prepara suas aulas e estratégias, direciona rumos, elabora revisões e retomadas que se fazem necessárias.

Além disso, conhecendo essas ideias prévias, mesmo que sejam cientificamente incorretas, pode-se utilizá-las como fontes de problematização e como ideias inclusoras.

A avaliação inicial pode ser feita de modo informal, uma vez que os estudantes invariavelmente expressam suas concepções prévias ao se posicionarem perante fatos e situações. Não é conveniente que a avaliação inicial seja longa e cansativa.

## O que avaliar?

O que avaliar é decorrência dos objetivos estipulados para a aprendizagem. Deve-se cobrar, portanto, aquilo que se colocou em jogo nas situações de aprendizado, o que não descarta todo um leque de aplicações do que se aprendeu a situações similares, mas não exatamente iguais, às vivenciadas durante o processo.

Este Manual do professor traz — na terceira parte, entre os diversos comentários pedagógicos de cada capítulo — as sugestões de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais a serem desenvolvidos. Elas servem de roteiro para o que avaliar. Assim, o processo de avaliação permitirá também ao professor tirar conclusões sobre o grau em que as condições de ensino criadas por ele e pela escola propiciaram a aprendizagem.

## Como avaliar?

No processo de avaliação, é essencial que o professor considere as diferentes maneiras de expressão — oral, escrita, pictórica etc. Assim fazendo, não estará privilegiando um estudante que escreve bem em detrimento de outro que se comunica com mais clareza de forma oral ou de outro que desenha melhor do que escreve, por exemplo.

Introduzir complicadores desnecessários no momento da avaliação, além de conturbar o processo, pode distorcê-lo. É também fundamental explicitar aquilo que está sendo avaliado, pois os estudantes dão muita importância a isso e têm o direito de saber quais são as regras do processo.

## Algumas sugestões

- Observação do processo de aprendizagem, no dia a dia da sala de aula. O registro em tabelas permite ao professor avaliar a evolução de cada estudante, dedicando atenção diferenciada àqueles que, por alguma razão, dela necessitem. O acompanhamento do empenho na realização das múltiplas atividades, aliado à evolução demonstrada ao longo do tempo, é fundamental no processo de avaliação.
- Observação das atividades em equipe e dos debates. Isso é particularmente importante para avaliar o aprendizado de atitudes gerais — respeito às ideias alheias, por exemplo — e específicas — respeito à biodiversidade, por exemplo.
- Observação da produção dos estudantes. Durante o desenvolvimento de projetos e a realização de experimentos, o professor tem excelente oportunidade para avaliar o aprendizado de procedimentos.



- Análise das exposições em público de textos e outras produções. Atitudes, procedimentos e conceitos estão em jogo no momento dessas exposições.
- Provas escritas. A sugestão é evitar a concentração de provas das várias disciplinas em um período. Fazer provas mais curtas e com maior frequência, além de poupar os estudantes da tensão que faz alguns deles se saírem mal, permite avaliar de modo mais contínuo. Nas provas, devem-se evitar situações meramente repetitivas. Não se deve, contudo, tender ao extremo oposto, o de oferecer situações muito distintas das que ocorreram durante as aulas. **Equilíbrio e bom senso são fundamentais.** Provas são instrumentos úteis, desde que sejam aplicadas juntamente com outros mecanismos de avaliação.

### Avaliação de conteúdos conceituais

Como o aprendizado de **fatos** requer a memorização, é fundamental que o professor avalie qual é a real necessidade de os estudantes conhecê-los. Cobrar o conhecimento de fatos só se justifica na medida em que tal conhecimento seja útil no cotidiano ou potencialize aprendizagens subsequentes. Caso contrário, é mais importante trabalhar os *procedimentos* de busca de informações, pois são eles que permitem acessar uma informação sempre que necessário.

É mais difícil avaliar se um **conceito** foi aprendido. Como formas de fazer essa avaliação, sugerimos:

- reconhecer a definição do conceito entre várias possibilidades oferecidas;
- identificar exemplos ligados ao conceito;
- separar em categorias exemplos ligados ao conceito;
- fazer uma exposição oral sobre o conceito;
- aplicar o conceito à resolução de algum problema;
- pedir a definição do significado do conceito.

No Ensino Fundamental **nem sempre pedir a definição é o melhor modo de verificar se um conceito foi aprendido.** As outras sugestões apresentadas podem se mostrar mais adequadas, desde que convenientemente trabalhadas.

Quando o processo de avaliação se resume a provas mensais ou bimestrais, a aprendizagem por memorização é estimulada. Os estudantes tentam se adaptar a esse modelo de avaliação buscando o meio mais fácil de obter “nota”. Preferem, por isso, tentar memorizar definições de conceitos em vez de compreendê-los. Para favorecer a aprendizagem significativa, é necessário que o processo de avaliação seja o mais contínuo possível.

### Avaliação de conteúdos procedimentais

Avaliar um procedimento consiste essencialmente em saber se o estudante tem o conhecimento relativo a ele e se sabe executá-lo.

Assim, aprender um **procedimento** não significa conhecer sua “receita”. Consiste em saber usá-la. Não adianta, por exemplo, saber que numa biblioteca os livros estão catalogados em fichas. É preciso saber acessar uma informação desejada por meio delas. **O grau de aprendizagem de um procedimento é tanto maior quanto maior a desenvoltura com que é executado.**

Para avaliar procedimentos, é preciso acompanhar sua execução. Imagine, por exemplo, que se deseje avaliar se o estudante consegue utilizar caixinhas, cola e tesoura para construir uma maquete. Se o procedimento for deixado para ser feito em casa, o professor poderá apenas julgar se ele está finalizado ou não e a qualidade do trabalho. Não pode, porém, julgar a desenvoltura do estudante ao executá-lo. Não pode sequer ter certeza de que foi mesmo o estudante que a construiu.

O ensino explícito de procedimentos envolve uma avaliação compatível.

### Avaliação de conteúdos atitudinais

Talvez a maneira mais eficiente de verificar se um estudante adquiriu uma **atitude** seja a **observação do seu comportamento.**

Isso inclui toda uma gama de situações, como a postura perante os colegas em situações de trabalho grupal, as posições defendidas em debates cujo tema esteja relacionado à atitude em questão etc.

Por exemplo, no 7º ano pode-se verificar o aprendizado da atitude de “respeitar a vida em sua diversidade” observando as opiniões dos estudantes ao debater um tema como “O ser humano depende da biodiversidade? Por quê? Que motivos temos para conservá-la?”.

Existem, entretanto, determinados conteúdos atitudinais que não são facilmente observáveis porque envolvem comportamentos que ocorrem fora do contexto escolar ou porque as manifestações comportamentais não são muito claras.

É o caso, por exemplo, das atitudes com relação a si próprio (cuidado consigo mesmo, aceitação própria, higiene íntima, rejeição ao consumo de drogas etc.).

Nesses casos, é necessário solicitar aos estudantes que se expressem por escrito ou oralmente sobre esses conteúdos.

## Diferentes perfis de aprendizagem

Cada indivíduo apresenta um modo próprio de aprender coisas novas. Embora o aprendizado requeira a existência e a mobilização de diversas potencialidades individuais, a maior ou menor contribuição relativa de algumas delas faz com que cada pessoa tenha sua maneira peculiar de obter e processar as informações para construir novos conhecimentos.

A diferente contribuição ponderal das potencialidades individuais foi percebida em diversos trabalhos acadêmicos e tornou-se progressivamente objeto de pesquisa e de teorização por pesquisadores da educação. Assim surgiram descrições de estilos de aprendizagem, que refletem como diferentes pessoas podem aprender por diferentes caminhos, mesmo quando submetidas, por exemplo, a um mesmo contexto escolar.

A preocupação em detectar e descrever estilos de aprendizagem existe há algumas décadas. Os pesquisadores Rita e Kenneth Dunn iniciaram suas pesquisas nesse campo na década de 1960. Diversos modelos sucederam o deles, influenciando a elaboração de materiais didáticos e de propostas governamentais, nacionais ou locais, em diversos países. Alguns dos modelos de estilos de aprendizagem se fundamentam em teorias anteriores a essa época, por exemplo, os trabalhos do suíço Jean Piaget (1896-1980), do bielorrusso Lev Vygotsky (1896-1934) e do suíço Carl Jung (1875-1961).

A literatura contém uma profusão de materiais diferentes a respeito dos estilos de aprendizagem. Esse campo de estudo “não tem uma história unificada e fundações filosóficas e teóricas coesas. Principalmente em razão dessa falta de raízes históricas e teóricas, o grau de avanço dessa área foi alentecido por muitos desafios na história dos estilos. Apesar dessas dificuldades, esse campo floresceu nas últimas três décadas.” (ZHANG, L.-F.; STERNBERG, R. J.; RAYNER, S. Intellectual styles: challenges, milestones, and agenda. *In*: ZHANG, L.-F.; STERNBERG, R. J.; RAYNER, S. **Handbook of intellectual styles: preferences in cognition, learning, and thinking**. Nova York: Springer, 2012. p. 16-17. Tradução dos autores.)

Uma extensa revisão crítica da literatura realizada por Coffield e colaboradores, publicada em 2004, identificou 71 modelos diferentes descrevendo estilos de aprendizagem (COFFIELD, F. *et al.* **Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review**. Londres: Learning Skills Research Centre, 2004).

Embora diferentes, todos esses modelos compartilham a premissa de que os estudantes têm propensões diversas quanto à forma de captar informações e de processá-las, e o aprendizado é favorecido quando os métodos empregados na educação se harmonizam com suas preferências individuais. Em outras palavras, indivíduos distintos apresentam peculiaridades quanto ao modo de instrução e de estudo que é mais efetivo para o seu caso particular.

Mesmo concordando quanto a essa premissa, a variedade de modelos existente na literatura e as variadas acepções com que certas terminologias são empregadas tornam necessário explicitar com clareza qual é o modelo escolhido nesta obra de Ciências da Natureza para sugerir abordagens que favorecem cada modo de aprendizagem, bem como o significado dos termos que são empregados nas sugestões.

Nesta obra, utilizamos aspectos de um modelo desenvolvido pelo teórico da educação David Kolb. Ele elaborou, em 1984, um inventário de estilos de aprendizagem que é um dos instrumentos de diagnóstico bastante difundidos quando se fala em estilos de aprendizagem. Kolb e diversos colaboradores continuaram a angariar evidências que corroboram esse modelo e a desenvolvê-lo, sendo que uma das atualizações mais significativas foi publicada em 2015 (KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015). No modelo de Kolb, os estilos de aprendizagem individual estão relacionados à importância de quatro aspectos.

Dois desses aspectos, denominados *experiência concreta* e *conceitualização abstrata*, referem-se à apreensão daquilo que é novo, à maneira como o indivíduo **percebe** o mundo, ao modo como ele **recebe** as informações:

- **Experiência concreta (EC)** – Algumas pessoas têm preferência por receber a informação por meio de experiências (não nos referimos aqui a experimentos científicos), ou seja, percepções que envolvem o momento presente, vivências sensoriais e/ou emocionais, interações com os outros. Indivíduos que têm forte viés experiencial confiam bastante na própria intuição e apreciam estar imersos na experiência. Gostam de ouvir e compartilhar histórias, de dialogar e se envolver em atividades em equipe.

- **Conceitualização abstrata (CA)** – Outros indivíduos preferem receber a informação de modo intelectual, gostando da leitura e da pesquisa. Têm predileção por receber a informação de uma fonte que considerem ter domínio do assunto e por meio de apresentações bem estruturadas, sejam aulas, palestras ou material para leitura. Normalmente, sentem-se à vontade com aulas expositivas e palestras.

A percepção de informações por diferentes estudantes pode variar dentro de uma ampla gama que vai desde a intensa preferência pela experiência concreta até uma predileção acentuada pela conceitualização abstrata.



A percepção de mundo vinculada à obtenção de informações pode ir desde um viés intenso de sentimento (experiência concreta) até um de pensamento (conceitualização abstrata).

**Fonte:** O'NEILL-BLACKWELL, J. **Engage:** the trainer's guide to learning styles. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 50.

Quando recebemos uma nova informação, nós a processamos para que faça sentido. Assim, os outros dois aspectos do modelo de Kolb, a *observação reflexiva* e a *experimentação ativa*, relacionam-se ao modo como o indivíduo **processa** a informação para a construção de conhecimentos, ou seja, como ele **significa** (dá sentido, traduz, interpreta, entende) a nova informação:

- **Observação reflexiva (OR)** – Existem pessoas que, ao receberem informações, ponderam sobre elas, refletindo antes de agir. Assim, atuam como espectadores que desejam entender as informações, esforçando-se

mentalmente para que o experienciado adquira sentido antes de utilizar a nova informação. Em uma situação de aprendizagem, indivíduos nos quais esse viés é intenso mantêm-se cautelosos e observam, perguntam para esclarecer suas dúvidas, são reflexivos acerca das atividades propostas e, às vezes, gostam de esperar o desenrolar das coisas antes de se aventurar nelas.

- **Experimentação ativa (EA)** – Ao contrário, há pessoas com predileção por entrar logo em ação, tentando dar sentido às novas informações por meio de sua aplicação. (Nesse contexto, o termo *experimentação* não se refere exclusivamente ao contexto científico, embora possa também incluí-lo.) Pessoas com esse perfil agente prontamente imaginam de que modo utilizar a nova informação ou como compartilhá-la. Gostam de fazer. Diligentemente colocam-se em atividade e tendem a terminar as tarefas com rapidez, às vezes deixando de lado alguns aspectos que deveriam também contemplar. Estudantes nos quais esse perfil é intenso tendem a manifestar mais interesse por assuntos cuja utilidade ou significado prático seja evidente.

O **Processamento** ocorre ao longo do eixo horizontal, conectando a **Ação** à **Reflexão**.



Indivíduos "fazedores" preferem que as informações adquiram sentido por meio da aplicação prática.

O processamento das informações pode variar desde um viés intenso de observação acompanhada da tentativa de interpretação (observação reflexiva) até um de agir para aplicar a informação (experimentação ativa).

**Fonte:** O'NEILL-BLACKWELL, J., *op. cit.*, p. 51.

Nas palavras do próprio Kolb:

“Uma orientação para a **experiência concreta** foca em estar envolvido em experiências e em estabelecer, de modo pessoal, interações humanas diretas. Enfatiza o sentir em oposição ao pensar; uma preocupação com a unicidade e a complexidade da realidade presente em contraposição a teorias e generalizações; uma abordagem intuitiva, ‘artística’, em oposição à abordagem sistemática e científica dos problemas. Pessoas com orientação para experiências concretas apreciam o relacionamento com outras e são boas nisso. São frequentemente tomadoras de decisões intuitivas e funcionam bem em situações não estruturadas. O indivíduo com essa orientação valoriza relacionar-se com pessoas e estar envolvido em situações reais, apresentando uma atitude de mente aberta para a vida.

Uma orientação para a **observação reflexiva** foca em entender o significado de ideias e situações por meio de sua observação cuidadosa e descrição imparcial. Enfatiza entender em oposição a aplicar na prática; uma preocupação com o que é verdadeiro ou como as coisas acontecem em contraposição ao que funcionará; uma ênfase na reflexão em oposição à ação. Pessoas com orientação reflexiva apreciam intuir o significado das situações e das ideias e são boas em antever suas implicações. Têm facilidade para perceber as coisas de diferentes perspectivas e apreciar pontos de vista distintos. Gostam de confiar em seus próprios pensamentos e sentimentos para elaborar opiniões. Indivíduos com essa orientação valorizam a paciência, a imparcialidade e a opinião ponderada.

Uma orientação para a **conceitualização abstrata** foca em usar lógica, ideias e conceitos. Enfatiza pensar em oposição a sentir; uma preocupação em elaborar teorias gerais em contraposição ao entendimento intuitivo de áreas únicas ou específicas; uma abordagem científica, em vez de artística, aos problemas. Um indivíduo com orientação abstrata e conceitual aprecia planejamento sistemático, manipulação de símbolos abstratos e análise quantitativa, sendo bom em tudo isso. Pessoas com essa orientação valorizam a precisão, o rigor e a disciplina na análise de ideias, bem como a qualidade estética de um sistema conceitual organizado.

Uma orientação para a **experimentação ativa** foca em influenciar ativamente as pessoas e modificar situações. Ela enfatiza aplicações práticas em oposição ao entendimento por reflexão; uma preocupação pragmática com o que funciona em contraposição ao que é absolutamente verdadeiro; uma ênfase no fazer em vez de observar. Pessoas com orientação para a experimentação

ativa gostam de fazer coisas e são boas nisso. Elas estão dispostas a correr algum risco para atingir seus objetivos. Valorizam ter uma influência no ambiente ao seu redor e apreciam ver resultados.” (KOLB, D. A., *op. cit.*, p. 105. Tradução dos autores.)

A partir desses quatro aspectos, tem-se a possibilidade de representar em um espaço bidimensional as contribuições de cada um, evidenciando, dessa maneira, a gama de variações possíveis da ponderação que essas influências fundamentais podem ter no estilo de aprendizagem das pessoas. Uma das dimensões dessa representação envolve a priorização da experiência concreta (EC) ou da conceitualização abstrata (CA), ou seja, do sentir ou do pensar. Outra dimensão expressa a predileção pela observação reflexiva (OR) ou pela experimentação ativa (EA), ou seja, por assistir ou por fazer. Nesse espaço bidimensional, Kolb reconheceu inicialmente quatro estilos de aprendizagem, conforme as possibilidades de combinação de pares dessas influências.

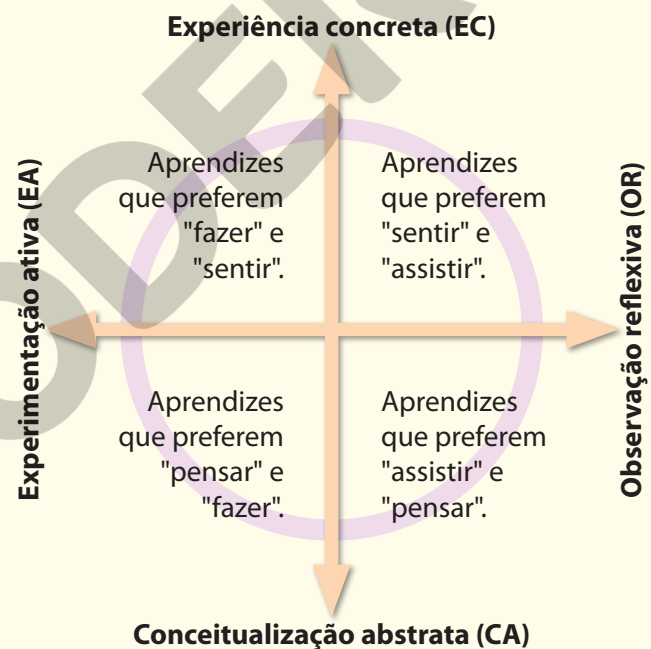


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

As contribuições relativas de cada uma das quatro orientações fazem cada indivíduo ser único em termos de aprendizagem. Considerando-se as orientações duas a duas, tem-se o que está nesse esquema: contribuições mais marcantes de um dos modos de obter as informações (perceber) e de uma das maneiras de processá-las (dar sentido a elas).

Fonte: O'NEILL-BLACKWELL, J., *op. cit.*, p. 52; KOLB, D. A., *op. cit.*, p. 140.

Dentro dessa linha de pensamento, os aprendizes cujo perfil tem alta influência de EC e OR se apoiam na intuição e nos sentimentos ao captar a informação e atribuir significância a ela, utilizando um tempo para refletir antes de agir. Esse estilo é denominado *imaginativo*.

Aqueles que têm forte influência de OR e CA, em uma situação de aprendizagem, tendem a se apoiar na informação e no conhecimento da fonte externa para decidir a relevância da nova informação, refletindo sobre seu sentido antes de atuar. Esse estilo é chamado de *analista*.

Quando existe forte viés de CA e EA, existe a tendência de, ao receber novas informações, tentar dar sentido a elas por meio da ação, colocando a “mão na massa”, testando, fazendo e verificando os resultados. Esse estilo é denominado *decididor*.

Estudantes com alta ponderação relativa de EA e EC são influenciados pelos sentimentos durante a situação de aprendizagem e atribuem significado às novas informações por meio do fazer, da atuação prática. Esse estilo é chamado de *iniciante*.

Esse cenário de quatro perfis de aprendizagem, caracterizados pela forte influência de um par de aspectos em cada um, foi ampliado por Kolb, em função dos resultados de seus estudos e dos de outros pesquisadores envolvidos na aplicação do modelo. No novo cenário, mais cinco foram acrescentados: o estilo *experimentador*, fortemente influenciado pela EC (com contribuições equilibradas de EA e OR), o estilo *reflexivo*, com forte viés da OR (e balanceamento entre EC e CA), o estilo *pensador*, com predomínio da CA (e contribuições equânimes de EA e OR), o estilo *atuante*, no qual é grande a predominância da EA (e existe harmonia entre CA e EC), e o estilo *balanceado*, caracterizado por contribuições igualitárias das quatro componentes, EC, CA, OR e EA.

## Perfis de aprendizagem e esta obra

Apresentado esse arcabouço teórico, podemos comentar como, ao utilizar esta obra, o docente consegue contemplar diferentes perfis de aprendizagem.

Não há a necessidade de se apegar aos nomes dados aos estilos nem ao estabelecimento de um diagnóstico pormenorizado de como cada estudante aprende. O ponto essencial é perceber e aceitar a **importância de diversificar a forma de trabalhar os conteúdos e a necessidade de oferecer atividades de diferentes tipos**.

Ao **equilibrar a utilização de abordagens e atividades que favoreçam a experiência concreta com outras que priorizem a conceitualização abstrata**, o docente terá chances muito maiores de atingir todo o espectro de maneiras como os estudantes percebem e captam as novas informações essenciais para a construção de novos conhecimentos.

Também ao **mesclar abordagens e atividades que vão ao encontro de quem tem propensão à observação reflexiva com outras que coadunam com quem é mais propenso à experimentação ativa**, você aumenta as chances de favorecer toda a gama de modos de processamento das novas informações em situações de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, no que tange à apreensão das informações, tenha em mente que:

- Estudantes com elevada propensão à **experiência concreta** podem aprender melhor em situações calcadas na interação social, na experiência com seus pares, tais como debates e atividades coletivas. Também apreciam filmes, simulações digitais, encenações, atividades práticas, visitas e trabalhos de campo. Eles são favorecidos por atividades como as dos boxes *Trabalho em equipe* e *Para discussão em grupo*, as da seção *Isso vai para o nosso blog!* e as sugestões de visita guiada.
- Estudantes com alta inclinação à **observação reflexiva** são favorecidos por circunstâncias em que podem assistir e julgar o que presenciam, pensando a respeito das informações recebidas. Sentem-se à vontade com leituras, vídeos e aulas expositivas, bem como na busca de informações. São favorecidos pelos textos incluídos na obra e pelas atividades dos boxes *Use a internet* e *Tema para pesquisa*.

Quanto ao processamento da informação, lembre-se sempre de que:

- Indivíduos com forte viés de **conceitualização abstrata** sentem-se mais confortáveis quando submetidos a situações que favorecem aprendizado conceitual e analítico fundamentado no raciocínio lógico. Apreciam a ênfase teórica e a análise sistemática, assistir a aulas e palestras com estruturação bem definida e a utilização de modelos, analogias, protocolos e classificações. Costumam ter facilidade no reconhecimento de padrões. Eles são favorecidos pelos esquemas presentes na obra, pela interpretação de mapas conceituais e pela seção *Use o que aprendeu*.
- Indivíduos inclinados à **experimentação ativa** têm grande disposição para atividades práticas. Aprendem com maior facilidade ao se envolver em atividades experimentais das Ciências da Natureza e ao participar de projetos e da construção de coisas. Engajam-se em atividades de sala, estudos de caso e visitas guiadas. Eles são favorecidos pelas atividades práticas da seção *Motivação* e do *Suplemento de projetos*, bem como por diversas atividades da seção *Explore diferentes linguagens*.

## Elementos para a reflexão sobre a prática docente

Todo educador almeja ser melhor e conseguir auxiliar verdadeiramente os estudantes. As reflexões sobre como o papel de educador é exercido podem adquirir diversas dimensões. Uma delas, de grande relevância, diz respeito às práticas docentes escolhidas e como elas são realizadas.

Para lançar algumas ideias que podem ser úteis nessa reflexão, consideremos, a título de exemplo, quatro docentes e algumas de suas características.

*Docente A* – É acolhedor, dialoga, favorece experiências de aprendizagem centradas nos aspectos que considera verdadeiramente relevantes, propõe com frequência trabalhos em equipe e discussões em grupo, promove ações cooperativas entre os estudantes, propõe situações que favorecem o autoconhecimento, procura incentivar o crescimento individual, valoriza e promove a autenticidade, considera que o conhecimento potencializa *insights* pessoais (“inspirações”, “sacadas”) e fornece devolutivas (*feedback*) aos estudantes sobre sua participação na coletividade.

*Docente B* – Procura desenvolver nos estudantes o gosto intelectual pelo conhecimento, preocupa-se em transmitir informações, tem convicção de que o ensino deve priorizar a apresentação sistemática e organizada dos conteúdos, incentiva o pensamento e o estabelecimento de relações entre os conceitos, considera que os saberes permitem ampliar as conexões entre as experiências pessoais do estudante, planeja detalhadamente o curso e as aulas (e respeita esse planejamento), é convicto de que o ensino deve aprofundar o entendimento dos pontos mais significativos, apegar-se a informações factuais e a pormenores, procura manter-se bem informado e ser o mais preciso possível ao transmitir informações.

*Docente C* – Valoriza apresentar aplicações práticas do que é estudado, tem convicção de que o conhecimento possibilita a correta tomada de decisões, acredita que uma abordagem lógica a um problema é mais eficiente que uma emocional, considera que o ensino deve ser direcionado ao desenvolvimento de habilidades e competências, dá grande importância à capacidade de execução (por exemplo, redigir, esquematizar, calcular, relacionar, resolver), foca na obtenção dos resultados, propõe atividades que envolvam execução (“mãos à obra”), aprecia as aptidões técnicas e atribui pontuações seguindo critérios bem definidos e sistemáticos.

*Docente D* – Procura elevar o ânimo dos estudantes, proporciona situações de aprendizagem que se constituam em experiências pessoais enriquecedoras, cria oportunidades para favorecer a autodescoberta, ajuda os estudantes a atuarem conforme seus objetivos pessoais e seus projetos de vida, preocupa-se em ampliar as fronteiras dos estudantes, utiliza metodologias ativas diversificadas, propõe situações em que os aprendizes possam atuar, tem convicção de que o ensino deve levar em conta as inclinações e os interesses dos estudantes e é interessado em buscar novas formas de ensinar e de estimular o gosto pelo aprendizado.

Refleta um pouco sobre essas descrições. Compare com você, sua atuação, seus valores e suas concepções sobre a atuação do educador.

Com qual desses docentes você mais se identifica? Por quê? Que características dele vão ao encontro de suas aspirações e de seus valores? Mesmo havendo essa identificação, é possível que você não tenha algumas das características desse docente. Quais? Por quê? Não concorda com elas ou não as desenvolveu?

Qual dos quatro docentes apresentados menos se parece com você? Quais das características dele são as mais distantes do seu perfil? Ainda assim, é provável que você respeite e valorize alguns aspectos do perfil dele. Quais? Por quê?

Cada um dos quatro educadores, apesar de suas diferentes propensões, apresentam algumas qualidades relevantes para o ensino, sobre as quais podemos refletir e com as quais podemos aprender.

O *docente A* enfatiza a interação entre os estudantes e a necessidade de diálogo entre eles. Prioriza a efetividade, a relevância e a significância para o indivíduo. Estudantes que apresentam alta tendência à experiência concreta e à observação reflexiva tendem a apreciar esse estilo de professor. (Veja essas terminologias na seção *Diferentes perfis de aprendizagem*.) Para os aprendizes mais propensos à conceitualização abstrata e à experimentação ativa, o estilo do *docente A* poderá ser um pouco desafiador, mas proporcionar crescimento. Para ser mais efetivo no direcionamento a esses perfis de aprendizagem, o *docente A* pode estruturar melhor sua abordagem, aproveitar as terminologias e os conceitos que surgem no diálogo para realizar uma formalização e conectar esses termos a fontes de informação, como o livro do estudante, referências bibliográficas e páginas confiáveis da internet.

Ele também pode enunciar melhor as competências e habilidades que deseja desenvolver e aproveitar o diálogo para preparar os estudantes para a ação, para aplicações em atividades que envolvam leitura e interpretação de textos, esquemas e gráficos, bem como a elaboração de textos, postagens e esquematizações. A interpretação e a construção em aula de mapas conceituais podem auxiliar esse docente a ser mais efetivo. (Sobre isso, veja o quadro *Como ajudar os estudantes a construir um mapa conceitual*, apresentado anteriormente, neste Manual do professor). O *docente A* pode, ainda, dedicar um pouco de tempo para que os aprendizes compreendam as aplicações práticas do que aprendem.

O *docente B* valoriza o conhecimento, a precisão e a clareza didática. Seu estilo vai ao encontro do modo como aprendem os estudantes com viés fortemente influenciado pela observação reflexiva e pela conceitualização abstrata. Ele pode ser ainda mais efetivo ao proporcionar situações práticas para os estudantes verificarem se conseguem aplicar o que aprenderam. Ele também pode priorizar os pontos mais importantes (em vez de se apegar a pormenores) e explorar outras metodologias além da aula expositiva.

O *docente B* é, às vezes, receoso de abrir o diálogo e as coisas saírem de seu controle. Também considera que situações de interação “atrasam o andamento do programa”. Contudo, os estudantes com maior inclinação à experimentação ativa e à experiência concreta podem ter dificuldade com esse perfil docente, pois se ressentem do excesso de informações expositivas e de não atuarem na prática. Esses aprendizes precisam ter a chance de explorar e compartilhar vivências relacionadas ao conteúdo. Para ser mais efetivo, esse educador pode, gradualmente, utilizar situações que oportunizem a interação (debates com a turma, trabalhos em equipe, encenações), até que se sintam seguros em administrá-las.

Também é oportuno que o *docente B* diversifique as metodologias empregadas, a fim de proporcionar situações para a apreensão do conhecimento em outros contextos que não sejam apenas a leitura e a exposição. (Veja, por exemplo, a seção *Práticas didático-pedagógicas alinhadas ao papel de professor mediador*, à frente.)

O *docente C* tem seu foco na eficiência, na competência e na produtividade. Esse estilo vai ao encontro dos aprendizes inclinados à experimentação ativa e à conceitualização abstrata, pois eles apreciam relacionar o que se aprende ao mundo real, lançando-se prontamente à ação e às aplicações. Entre estudantes com esse perfil, alguns manifestam propensão a carreiras como engenharia e tecnologia da informação.

Já os estudantes mais inclinados à observação reflexiva e à experiência concreta podem apresentar algumas dificuldades com esse estilo de docência, por sentirem falta de situações de interação pessoal ou por não perceberem claramente as inter-relações conceituais lógicas envolvidas nos aspectos teóricos. Para ser mais efetivo e conseguir atingir também esses aprendizes, o *docente C* pode propor a discussão de temas que envolvam aplicações das Ciências da Natureza, incluindo nela a oportunidade de os estudantes manifestarem suas experiências de vida e suas opiniões sobre as temáticas envolvidas. Também pode dedicar um pouco mais de tempo para o arcabouço conceitual que embasa as aplicações práticas.

Esse docente encontra oportunidades para seu aprimoramento ao perceber as necessidades dos estudantes propensos às vivências pessoais e/ou à reflexão sobre as novas informações antes de colocá-las em prática. (Sobre isso, veja também a seção *Práticas didático-pedagógicas alinhadas ao papel de professor mediador*, à frente.)

O *docente D* preocupa-se com a inovação e a busca de novas possibilidades. Sua forma de atuação favorece os aprendizes com propensão à experiência concreta e à experimentação ativa, na medida em que proporciona situações de interação do estudante com seus pares e também a atuação prática em diferentes cenários metodológicos. Docentes com esse perfil costumam deixar certo espaço no seu planejamento pedagógico para que possam aproveitar situações oportunas que surgem durante o percurso, flexibilizando sua abordagem e oportunizando novas vivências. Em função do modo de ser desse educador, alguns estudantes podem não acompanhar os saltos mentais durante sua fala. Além disso, podem considerar que sua forma de abordagem é desorganizada ou incompleta.

O *docente D* pode crescer profissionalmente ao atentar a aspectos que favoreçam os estudantes inclinados à observação reflexiva e à conceitualização abstrata. Pode, por exemplo, dedicar mais tempo ao trabalho ativo com terminologias (veja a proposta da seção *Amplie o vocabulário!*), à interpretação de mapas conceituais e à estruturação das aulas, demarcando mais enfaticamente a relação entre o que se está estudando e o livro do estudante ou outras fontes de informação.

A reflexão sobre os pontos aqui tratados – aliada à permanente abertura ao diálogo, à atenção aos aspectos humanos envolvidos na interação entre professores e estudantes e à relação cordial com os demais docentes e profissionais da escola – pode influenciar muito positivamente as práticas pedagógicas e resultar em crescimento significativo para todos.

# Práticas didático-pedagógicas alinhadas ao papel de professor mediador

Tão importante quanto o que ensinar é como ensinar. Logo, além de dominar os conteúdos de Ciências da Natureza, o professor precisa oferecer oportunidades adequadas para que o estudante assuma o protagonismo do seu processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, o livro do estudante é um parceiro do professor, na medida em que sugere práticas didático-pedagógicas apropriadas ao desenvolvimento das habilidades e competências propostas pela BNCC.

A seguir, são apresentadas algumas práticas que podem auxiliar o professor no desenvolvimento dos estudantes.

## Pesquisa

A atividade de pesquisa se constitui em um valioso recurso para desenvolver uma postura investigativa, à medida que favorece a participação ativa do estudante na construção e na produção do conhecimento.

Essa atividade permite que o estudante exerça sua criatividade, construa um raciocínio crítico para articular os vários conhecimentos, aprenda a organizar, tratar e analisar as informações, bem como a compartilhá-las por meio da escrita ou da apresentação oral. Assim, o estudante pode desenvolver algumas das competências gerais, como aquelas que exercitam comunicação, argumentação, conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo.

## Experimentação

A atividade experimental é fundamental para a aprendizagem em Ciências, uma vez que estimula o estudante a se tornar um sujeito ativo na construção do conhecimento. De acordo com a literatura especializada, a experimentação motiva os estudantes e desperta sua atenção; promove o desenvolvimento de trabalhos em grupo e incentiva a tomada de decisões; auxilia a estimular a criatividade e a aprimorar a capacidade de observação, o registro, a análise de dados e a proposição de hipóteses para os fenômenos; possibilita que os estudantes aprendam conceitos científicos, detectem e corrijam erros conceituais; permite que compreendam a natureza das Ciências e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e aprimorem habilidades manipulativas.

As experimentações propostas são investigativas, oferecendo ao estudante maior oportunidade de aprendizado,

uma vez que ele pode exercer o protagonismo em sua condução, elaborando, discutindo, reformulando e descartando hipóteses, enquanto o professor atua como mediador do processo. Essa prática possibilita o desenvolvimento das competências gerais que enfatizam conhecimento, comunicação, argumentação, assim como pensamento científico, crítico e criativo.

## Registro reflexivo

Esse modelo de atividade se caracteriza como uma ferramenta valiosa para desenvolver normas, atitudes e valores com o objetivo de suscitar no estudante habilidades socioemocionais, como: cooperação, solidariedade, respeito, capacidade de fazer melhores escolhas e cuidado consigo e com o outro. Nesse contexto, ficam em evidência as competências gerais propostas pela BNCC que desenvolvem autoconhecimento e autocuidado, empatia e cooperação.

Um exemplo presente no capítulo 4 do livro do estudante do 6º ano é a proposta de reflexão sobre a crença indiscriminada de algumas pessoas em anúncios publicitários relacionados aos cuidados com o corpo. Os estudantes são instigados a pensar sobre a veracidade das inúmeras propagandas que prometem “milagres” para a beleza e a saúde, levando-os a refletir acerca de si mesmos, de sua relação com o próprio corpo e de suas escolhas, além de contribuir para o desenvolvimento de uma visão crítica sobre as informações amplamente disponíveis nos dias atuais, principalmente nas plataformas digitais, tão acessíveis às crianças e aos jovens.

O capítulo 6 do 7º ano propõe, por exemplo, uma reflexão sobre o consumo de água tratada e os danos causados pelo desperdício de água e, também, sobre os hábitos de higiene pessoal e seus impactos sobre a própria saúde. Alguns exemplos presentes nos capítulos 8 e 9 do 8º ano propõem reflexões sobre cuidados relacionados à reprodução e à sexualidade, como a importância de realizar a higiene da região genital, as vantagens do planejamento familiar e os cuidados que a mulher deve ter durante a gestação para garantir a saúde do bebê. Um exemplo presente no capítulo 12 do 9º ano é a proposta de reflexão sobre hábitos e atitudes que impedem o desenvolvimento sustentável. A atividade estimula a proposição de ideias que contribuam para modificar esses aspectos do comportamento.



## Questões discursivas

A atividade é uma ferramenta para os estudantes desenvolverem suas habilidades de leitura, interpretação e produção de texto. Por meio dela, competências como comunicação, conhecimento e argumentação são trabalhadas ao longo do ano. As questões discursivas podem ser utilizadas depois que cada capítulo for trabalhado ou antes de trabalhar o conteúdo. Nesse caso, o estudante deverá estudar em casa, fazendo pesquisas e levando suas dúvidas para a sala de aula.

## Compartilhamento de conhecimentos em plataforma digital

O objetivo principal é que os estudantes sejam estimulados a escrever sobre os temas da aula, bem como sobre os resultados de aulas práticas e algumas curiosidades. Essa atividade permite reconhecer o papel da tecnologia a favor da aprendizagem e também como meio de produzir e compartilhar informações e conhecimento. Além disso, desenvolve a capacidade de argumentação e leitura e promove a interação necessária para a comunicação. São trabalhadas, dessa forma, as competências gerais que enfatizam cultura digital, comunicação, conhecimento, argumentação, empatia e cooperação.

## Trabalho em grupo utilizando o método *jigsaw*

O livro do estudante propõe diversas atividades em grupo, o que favorece o desenvolvimento de habilidades relacionadas, por exemplo, à escuta, à cooperação e à autonomia, de modo que os estudantes possam buscar benefícios individuais e coletivos. O método *jigsaw* (“quebra-cabeça”, em inglês) é uma oportunidade para desenvolver competências cognitivas, pois permite que cada estudante assuma um papel. O método é estruturado em duas fases. Na primeira, os estudantes são divididos em grupos base, e um tópico específico é debatido por todos do grupo, a partir de questões norteadoras. Esse tópico é, então, subdividido de acordo com a quantidade de estudantes do grupo base. Na segunda fase, os estudantes estudam e debatem os subtópicos com estudantes de outros grupos, desde que tenham esse subtópico em comum, formando, assim, grupos de especialistas. Posteriormente, os estudantes retornam ao seu grupo base e apresentam aos demais estudantes o que aprenderam. Reúnem-se, dessa forma, conhecimentos indispensáveis para a compreensão do tópico específico.

Ao utilizar esse método, é fundamental que o professor defina com antecedência os temas a serem discutidos, forneça um texto-base e elabore as questões norteadoras para fomentar a discussão, bem como organize os grupos e atue como mediador em todo o processo.

## Sala de aula invertida

Essa prática pedagógica favorece o protagonismo do estudante como sujeito responsável por sua própria aprendizagem. Os estudantes têm acesso direto ao conhecimento, e o professor atua como orientador e mentor, sustentando a aprendizagem do estudante enquanto o estimula a se envolver com as tarefas propostas. Tal prática exige que o professor:

- disponibilize os conteúdos em ambiente virtual para que os estudantes possam acessá-los, cada um no seu tempo, quantas vezes quiserem. Os conteúdos podem ser vídeos, imagens, textos, apresentações ou qualquer outro material educativo escolhido pelo professor. O estudante deve ser orientado a interagir com esses materiais antes da aula, levando suas dúvidas para a sala;
- planeje o que será feito durante a aula. Para tanto, é fundamental que o professor escolha atividades diferenciadas que estejam relacionadas ao que o estudante leu/estudou/assistiu. Assim, na sala de aula, conceitos são discutidos e aplicados, projetos são realizados, trabalhos em pares são executados, atividades experimentais são desenvolvidas, entre outras propostas, enquanto o professor se dedica a oferecer atenção mais personalizada a cada estudante.

A partir dessa prática, competências como conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, comunicação, argumentação e autogestão são desenvolvidas.

## Seminário

O seminário constitui-se na apresentação oral de um tema por um estudante ou grupo a um público, que pode ser interativo. Material audiovisual pode dar suporte à apresentação oral. É fundamental o apoio do professor em todo o processo de realização do seminário, desde o planejamento e a organização até a escolha dos temas, a orientação dos estudantes, a disponibilização dos recursos necessários e a mediação no dia da apresentação. Os estudantes podem utilizar, como recurso visual de apoio, cartazes confeccionados em cartolina, maquete, apresentação elaborada no computador, de acordo com as possibilidades e a fase de transição entre os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental.

Por envolver apresentação oral e interação com o público, o seminário contribui para que o professor atinja propósitos como o aprofundamento de um determinado tema e o desenvolvimento das habilidades socioemocionais dos estudantes. A atividade contribui para desenvolver competências como comunicação, conhecimento, argumentação, autoconhecimento e autocuidado, empatia e cooperação, se realizada em grupo, cultura digital, se houver pesquisa na internet, e uso de tecnologia como recurso de apresentação.

## Gestão de sala de aula

Uma boa gestão de sala de aula é extremamente importante para o professor atingir os objetivos educacionais, desenvolvendo as habilidades e competências propostas pela BNCC, e, assim, contribuir para a formação do cidadão atuante. Gerir a sala de aula inclui aspectos que claramente se relacionam durante as práticas, como o trabalho com o conhecimento, a organização da coletividade e o cultivo e o cuidado das relações interpessoais.

O estabelecimento de regras claras é fundamental para uma gestão participativa, uma vez que a definição desses combinados rege os direitos e as responsabilidades de todos em sala de aula.

É importante observar que o 6º ano se caracteriza por um período de transição entre os anos iniciais e finais do ensino fundamental, acarretando mudanças significativas para o estudante que devem ser consideradas pelo professor de Ciências. A mudança do professor generalista dos anos iniciais para o professor especialista de cada componente e o aumento da complexidade dos conhecimentos a partir do 6º ano, decorrente dessa especialização, são alguns dos pontos relevantes que podem causar impactos no processo de aprendizagem do estudante. Não menos importante é a faixa etária do 6º ano, que corresponde ao período de entrada na adolescência, caracterizado por intensas mudanças biológicas, psicológicas, sociais e emocionais do sujeito. É necessário, portanto, que o professor apoie o estudante nessa transição, fortalecendo sua autonomia e oferecendo-lhe diferentes oportunidades e ferramentas para uma interação eficaz com os conhecimentos e as fontes de informação.

No 7º ano inicia-se um período de consolidação do ensino fundamental, no qual os conhecimentos decorrentes da especialização de cada componente curricular se tornam mais complexos. É necessário que o professor apoie o estudante nessa fase de consolidação, fortalecendo sua autonomia e oferecendo-lhe diferentes oportunidades e ferramentas para uma interação eficaz com os conhecimentos e as fontes de informação.

É importante atentar para a forma como os estudantes organizam seus estudos e perceber se estão enfrentando alguma dificuldade específica. Se necessário, o tempo em sala de aula pode ser empenhado para apoiá-los nessa organização.

No trabalho com o conhecimento, o professor deve gerenciar os conteúdos e o desenvolvimento das atividades em sala de aula. Portanto, as práticas e as situações de aprendizagem devem ser planejadas em consonância com os objetivos de aprendizagem a serem alcançados. Ao planejar as práticas, é importante considerar o espaço onde elas serão desenvolvidas e o tempo necessário, organizar previamente os materiais para sua realização e providenciar os equipamentos a serem utilizados. O espaço deve acolher a atividade proposta. As experimentações apresentadas no livro do estudante, por exemplo, podem ser realizadas na própria sala de aula, lembrando que o professor deve preparar e disponibilizar todo o material necessário antes da aula.

Para a atividade proposta na seção do livro do estudante *Isso vai para o nosso blog!*, em que os estudantes realizam o compartilhamento de conhecimento em plataforma digital, por exemplo, é preciso reservar um ambiente com computadores conectados à internet, ao menos no início do ano, para que a turma construa um *blog* (diferentes plataformas gratuitas para criação de *blogs* estão disponíveis na internet), que depois de pronto pode ser operado pelos estudantes em casa, quando necessário, a partir de computadores pessoais ou *smartphones*. Muitas das atividades de pesquisa propostas no livro também sugerem o uso da internet.

Nas propostas do boxe *Para discussão em grupo*, caso proponha aos estudantes uma apresentação oral em sala de aula sobre o tema discutido pelo grupo, é essencial orientá-los quanto à importância de se expressar com clareza, conectando-se com os interlocutores, à postura adequada a um palestrante, à relevância da comunicação não verbal e à preparação do material de apoio, como *slides*. Nessas atividades, as competências relativas à comunicação e à argumentação são enfatizadas.

É extremamente importante planejar previamente as atividades e aulas, mas também é essencial que o professor se mantenha aberto a eventuais mudanças em uma atividade, de acordo com as necessidades da turma.

A habilidade de lidar com o inesperado e de se adaptar deve ser também desenvolvida pelo professor, assim como gerir as diversidades, possibilitando o desenvolvimento de todos os estudantes, incluindo aqueles que apresentam mais dificuldade de aprendizado. É sabido que cada indivíduo aprende de maneira diferente, e contemplar as diferentes formas de aprender é um dos objetivos de muitas das práticas didático-pedagógicas propostas no livro do estudante.

Diferentes estratégias devem ser utilizadas pelo professor no esforço de potencializar as capacidades de aprendizado dos estudantes com mais dificuldade. Atividades em grupo, nas quais estudantes com diferentes níveis de aprendizado e culturas distintas interagem, são importantes para estimular a cooperação e contribuir para o desenvolvimento mútuo.

Durante a realização das atividades, o professor deve estar atento à movimentação dos estudantes e à maneira como eles se relacionam entre si, sobretudo nas atividades em grupo. Fomentar um clima de responsabilidade, troca e respeito é extremamente importante para o cultivo das competências socioemocionais. Para tanto, o professor deve garantir a participação e a segurança de todos os estudantes durante as atividades propostas. Isso significa deixá-los à vontade para perguntar e participar, sem nenhum temor, sentindo-se confortáveis com a aproximação dos colegas e do professor. Portanto, as questões referentes ao relacionamento interpessoal professor-estudante e estudante-estudante devem ser valorizadas. Quanto melhor o relacionamento, mais efetivo é o processo de ensino e aprendizagem.

É importante que o professor se preocupe em desenvolver habilidades próprias que garantam uma relação cada vez melhor com os estudantes, incluindo a capacidade de escutar e de fazer que eles se sintam acolhidos, valorizados e respeitados no ambiente escolar.

O professor também precisa gerenciar condutas em sala de aula. O cultivo do diálogo e da confiança, os informes sobre as consequências de condutas inadequadas e a busca por parcerias com outros membros da comunidade escolar e com os pais podem ajudar nessa tarefa. O empenho do professor no cultivo dos relacionamentos interpessoais ajuda a desenvolver a aceitação e o respeito à diversidade.

## **Acompanhamento das aprendizagens**

O acompanhamento das aprendizagens dos estudantes deve ser realizado de modo contínuo pelo professor, abrangendo todo o processo em vez de evidenciar apenas o produto da ação educativa. Isso significa que, muito mais do que verificar e quantificar a aprendizagem dos estudantes, a prática avaliativa tem como objetivo oferecer indicadores de qualidade do processo de ensino, permitindo ao professor repensar constantemente sua prática e reconstruir seu fazer pedagógico.

O olhar reflexivo do professor sobre o processo de avaliação é coerente com o desenvolvimento integral do estudante e seu protagonismo no processo de aprendizagem. O acompanhamento das aprendizagens deve permitir ao professor reconhecer as potencialidades do

estudante para fomentá-las e, ao mesmo tempo, ser instrumento para o estímulo do protagonismo do estudante sobre seu aprendizado.

Assim, um primeiro instrumento proposto para a avaliação integral do estudante é a confecção de um portfólio ou relatório anual. Este deve ser construído pelo professor, com o registro contínuo das informações relacionadas à aprendizagem, incluindo conhecimentos, habilidades, atitudes e valores mobilizados pelo estudante ao longo do ano, a partir da observação e da interação professor-estudante e estudante-estudante em sala de aula. Esse novo olhar sobre “o que avaliar” favorece claramente o desenvolvimento das competências gerais e específicas propostas pela BNCC.

Um segundo instrumento consiste na valorização e no aproveitamento da autoavaliação e da avaliação por pares entre os estudantes. Ambos os processos geram reflexões sobre o que e como eles estudam, ressaltando a importância do protagonismo no aprendizado e ajudando-os a identificar a necessidade de mudanças de atitude. O papel do professor em todo esse processo é fundamental, ensinando os estudantes a realizá-lo, dando seguimento e orientando os ajustes necessários.

Além desses, muitos outros instrumentos de avaliação podem e devem ser utilizados para acompanhar a aprendizagem do estudante ao longo do ano letivo. Com o auxílio do livro do estudante e a partir de sua organização, sugere-se que os processos avaliativos sejam realizados em três momentos distintos, para garantir o desenvolvimento das habilidades propostas em cada unidade:

- No início da unidade, como avaliação diagnóstica. Tem como objetivo avaliar os conhecimentos prévios e as habilidades já desenvolvidas pelo estudante para auxiliar o professor a (re)planejar suas práticas e condutas em sala de aula.
- Durante a unidade, para acompanhar a aprendizagem e o desenvolvimento das habilidades propostas. Muitas das práticas didático-pedagógicas oferecidas pelo livro podem ser utilizadas também como instrumento avaliativo pelo professor. Alguns exemplos são as atividades de pesquisa, a experimentação, a resposta às questões discursivas e os registros reflexivos.
- No final da unidade, para avaliar se as habilidades do período foram alcançadas. Uma possibilidade para o professor é a utilização da pesquisa temática proposta ao final de todas as unidades e sua divulgação em plataforma digital como instrumento avaliativo.

Outras possibilidades de acompanhamento das aprendizagens podem ser utilizadas pelo professor, além do livro do estudante, como avaliações de múltipla escolha, produção textual, seminários e produção de mapa conceitual.

# Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar

## Organização de ideias e diversidade de modos de expressão

A habilidade de se expressar com clareza, em textos orais ou escritos, requer a capacidade de pensar com clareza, de ordenar ideias.

Assim, um passo importante para ajudar os estudantes a desenvolver a capacidade de inferir, de argumentar e de produzir análises críticas, criativas e propositivas envolve, em boa medida, auxiliá-los a enunciar e organizar as ideias envolvidas.

Neste item, pretendemos tecer alguns comentários que, esperamos, contribuam como apoio e ponto de partida para que o docente possa auxiliar os estudantes, em diversos momentos de utilização desta obra, a desenvolver a capacidade de argumentar, de inferir (por dedução ou por indução) e de estabelecer proposições.

Digamos que os estudantes pretendam explicar que a sociedade atual é dependente do petróleo como um recurso energético e, além disso, haja a intenção de salientar que seu uso na geração de energia acarreta poluição. Podemos ajudá-los a perceber que são duas as ideias envolvidas:

*O mundo é dependente do petróleo como recurso energético.* (Ideia que terá menor peso.)

*A utilização do petróleo como recurso energético gera poluição.* (Ideia que terá maior peso.)

Após organizar essas ideias (em pensamento ou por escrito), os estudantes podem reuni-las em uma única frase. Há inúmeras possibilidades para fazer isso. Duas delas são:

*O mundo é dependente do petróleo como recurso energético, mas esse uso acarreta poluição.*

*Embora o mundo seja dependente do petróleo como recurso energético, esse uso acarreta poluição.*

Na primeira construção, após enunciar a ideia de menor peso (*o mundo é dependente do petróleo como recurso energético*), empregou-se a palavra *mas* para iniciar a exposição do pensamento que recebe maior ênfase (*esse uso acarreta poluição*). Já na segunda construção, a palavra *embora* introduziu a ideia de menor peso para que, após a vírgula, fosse enunciada a ideia principal. Assim, as duas formas expressam um mesmo pensamento.

Os estudantes utilizam com certa frequência a conjunção *mas* (à qual equivalem *contudo*,  *todavia*, *entretanto*, *porém*, *no entanto*) e, por isso, é frequentemente necessário ajudá-los a perceber que ela introduz a ideia à qual se pretende dar maior importância.

Analise este outro exemplo:

*Metais pesados viabilizam muitos dispositivos eletrônicos, mas são ambientalmente perigosos.*

*Metais pesados são ambientalmente perigosos, mas viabilizam muitos dispositivos eletrônicos.*

Essas duas frases expressam ideias diferentes. A primeira reconhece a importância dos metais pesados, contudo coloca a ênfase no risco que representam. A segunda menciona que são perigosos, porém valoriza sua importância. (Perceba, neste parágrafo, como as palavras *contudo* e *porém*, equivalentes a *mas*, foram usadas na análise!)

Se as mesmas frases fossem elaboradas usando a conjunção *embora* (à qual equivalem *apesar de*, *ainda que*, *conquanto*), ficariam, respectivamente, assim:

*Embora metais pesados viabilizem muitos dispositivos eletrônicos, são ambientalmente perigosos.*

*Embora metais pesados sejam ambientalmente perigosos, viabilizam muitos dispositivos eletrônicos.*

Como já mencionamos, *embora* demarca a ideia a que se atribui menor importância. Então, na primeira construção, continuamos com ênfase no problema ambiental e, na segunda, na importância para a indústria eletrônica.

## Inferência por dedução

A **inferência** é um raciocínio que estabelece, por implicação ou por generalização, que determinada conclusão é decorrência de informações tomadas como pontos de partida e consideradas verdadeiras.

De modo simplificado **inferir é tirar conclusões com embasamento**.

Uma forma de inferência é a **dedução**, raciocínio que conduz do geral ao particular, do abrangente ao que nele está contido, do amplo àquilo que se identifica como a ele pertencente. Veja um exemplo:

*Os metais são bons condutores de corrente elétrica.*

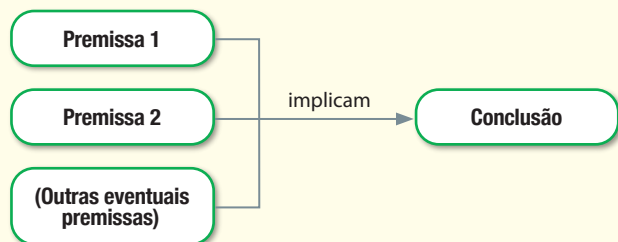
*O ouro é um metal.*

*Portanto, o ouro é um bom condutor elétrico.*

As duas primeiras frases são **premissas** (do latim *prae*, antes, e *mittere*, emitir; aquilo que é dito de antemão, pronunciado previamente), afirmações aceitas como válidas e que constituem o ponto de partida para chegar à **conclusão**, expressa na terceira frase.

A primeira premissa é bastante abrangente (e, no jargão da lógica argumentativa, é denominada *premissa maior*) e a segunda tem menor abrangência (chamada de *premissa menor*).

A consideração de que o ouro é um metal nos permite inferir que ele apresenta a propriedade mencionada, comum aos metais. Assim, consideradas em conjunto, as duas afirmações possibilitam tirar, de maneira lógica, a conclusão apresentada. A estrutura esquemática de uma dedução é:



Vejamos outro exemplo:

*Os peixes são vertebrados.*

*O tubarão é um peixe.*

*Consequentemente, o tubarão é um vertebrado.*

Às vezes, parte dessa estrutura não é explicitamente apresentada. Um exemplo é:

*Os seres vivos necessitam de energia para se manterem vivos.*

*Então, fungos precisam de energia para sobreviver.*

Nesse caso, o falante/escritor deixou implícito que os fungos são seres vivos, e a percepção disso fica a cargo do ouvinte/leitor. (Aqui cabe uma digressão: durante a prática docente, omitir uma passagem do raciocínio pode, para um estudante que não consiga depreendê-la, dificultar o entendimento de como se chegou a determinada conclusão enunciada.)

Dois erros comuns ao realizar uma inferência são a falha lógica e a utilização de uma premissa incorreta. Vejamos um exemplo de cada situação.

O seguinte exemplo contém uma conclusão que **não é válida**, pois cometeu-se um erro de lógica ao realizar a inferência:

*Todas as moscas voam.*

*O morcego voa.*

*Assim, o morcego é uma mosca.*

Já no caso a seguir, embora a dedução seja logicamente consistente com as premissas, a conclusão a que se chegou **não é correta** porque uma das premissas (a primeira) não é verdadeira:

*Todas as aves voam.*

*Os pinguins são aves.*

*Portanto, os pinguins voam.*

A premissa inicial é incorreta, pois nem toda ave voa, a exemplo de emas, avestruzes, cormorões-das-galápagos e (como é de especial interesse nesse caso) pinguins.

Ao solicitar a um estudante que faça uma dedução, estamos solicitando a ele que parta de informações consideradas verdadeiras (fornecidas como parte de um texto, de uma atividade ou conhecidas previamente por ele) para mostrar que delas decorre, de modo lógico, uma conclusão desejada. Assim, deduzir é mostrar que, à luz de um conjunto de informações, determinada conclusão é válida. Realizar uma dedução é extrair das premissas algo que, de certa forma, já estava contido nelas.

Ao pedirmos, por exemplo, que os estudantes expliquem por que um morcego é um mamífero, uma estruturação possível é:

*Mamíferos são animais vertebrados que apresentam pelos na superfície do corpo e cujas fêmeas produzem leite para nutrir os jovens filhotes.*

*Morcegos são vertebrados, têm pelos na superfície do corpo e as fêmeas alimentam os filhotes com o leite que produzem.*

*Então, morcegos são mamíferos.*

Ainda que os estudantes omitam a segunda premissa, ao falar ou escrever, a dedução continuará fazendo sentido. Além disso, eles podem utilizar uma outra construção, começando pela conclusão e, a seguir, enunciando como chegaram a ela, por exemplo:

*Morcegos são mamíferos, pois são animais vertebrados que apresentam pelos na superfície do corpo e cujas fêmeas produzem leite para nutrir os jovens filhotes.*

Ajudar os estudantes a elaborar inferências por dedução consiste em auxiliá-los a: (1) buscar as premissas (no livro do estudante, no enunciado de uma atividade, em seus conhecimentos e/ou mediante busca) e enunciar-las; (2) verificar, em caso de dúvida, se as premissas são verdadeiras (empregando fontes confiáveis); (3) tirar uma ou mais conclusões (que sejam lógicas); e (4) redigir o texto que encadeie corretamente as ideias envolvidas, ou seja, as premissas e as conclusões delas decorrentes.

Em raciocínios mais longos, cada conclusão tirada pode servir de premissa para uma nova dedução:

*Quando a temperatura da água se eleva, a sua capacidade de dissolver gás oxigênio diminui.*

*Poluição térmica de um rio é o aquecimento de suas águas provocado por indústrias, usinas e outras atividades humanas.*

*Logo, a poluição térmica causa redução da concentração de gás oxigênio no rio.*

*Peixes respiram gás oxigênio dissolvido na água.*

*Se a concentração de gás oxigênio na água for drasticamente reduzida, peixes podem morrer.*

*Portanto, a poluição térmica pode matar peixes.*

## Inferência por indução

Além da dedução, outra maneira de realizar inferências é por meio da **indução**, um tipo de raciocínio que vai da parte para o todo, ou seja, partindo de uma amostragem, generaliza-a para a coletividade. Para exemplificar, imaginemos que uma caixa fechada esteja cheia de bolas. Retiramos algumas delas e as examinamos. A partir disso, elaboramos o seguinte raciocínio:

*Das bolas que foram retiradas da caixa e examinadas, todas têm cor roxa.*

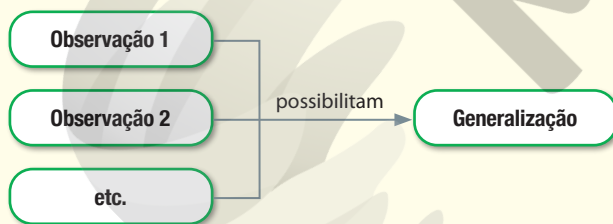
*Portanto, todas as bolas da caixa são roxas.*

Aqui, ao contrário dos casos analisados anteriormente, a primeira sentença (a premissa) não é suficientemente abrangente a ponto de garantir, com total certeza, que a segunda frase (a conclusão) seja verdadeira. A premissa abrange somente as bolas retiradas e examinadas, mas não todas que estavam na caixa. A conclusão só seria seguramente verdadeira se tivéssemos examinado todas as bolas da caixa.

Contudo, não se pode descartar a possibilidade de que a conclusão seja correta. Aqui, entra em cena um aspecto relevante, a **amostragem**. Como o número de bolas na caixa é finito (embora não saibamos qual é), a probabilidade de a conclusão ser verdadeira aumenta a cada nova bola roxa retirada. No entanto, basta uma bola de outra cor para invalidá-la. Uma única bola amarela, e lá se vai a conclusão por água abaixo!

O raciocínio por indução desempenha papel relevante nas Ciências da Natureza, pois possibilita inferir leis a partir de comportamentos sistematicamente observados. Esse é, por exemplo, o método usado para o estabelecimento de leis científicas de base empírica (experimental), como a conservação da massa nas reações químicas, as leis básicas da hereditariedade e o princípio fundamental da dinâmica.

ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES



A indução é importante para as descobertas da ciência, pois permite **generalizar**. Nas generalizações representadas pelas leis científicas, o tamanho da amostragem é, em princípio, infinito, pois mais e mais novas observações podem ser feitas. Assim, o uso da indução é um motivo para que o conhecimento científico seja considerado **permanentemente provisório**, já que novos fatos experimentais podem ser como uma bola amarela saindo da caixa em que “só existem” bolas roxas. Esses novos fatos podem exigir revisão, modificação ou substituição de teorias vigentes.

Até o século XVIII, o mundo ocidental tinha certeza de que todos os cisnes (aves do gênero *Cygnus*) seriam brancos. Isso até que, com o avanço da colonização da Austrália, foi descrita uma espécie de cisne-negro (*Cygnus atratus*).

A bola de cor discrepante saindo da caixa remete a um caso envolvendo Einstein que é relatado por Stephen Hawking em um de seus livros (HAWKING, S. **Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015. p. 232). Diz o autor que, após a publicação do livro *Cem autores contra Einstein* (na Alemanha, em 1931), teriam perguntado ao físico o que ele pensava a respeito. Einstein respondeu com uma pergunta, questionando por que seriam necessários cem, se bastaria um para mostrar que ele estava errado.

Quando os estudantes compreendem a diferença entre dedução e indução, podem ser mais críticos quanto a muitas conclusões cotidianas como esta:

*Toda vez que uso essa camiseta no jogo, a seleção ganha. Então, vou usar no próximo jogo e ela ganhará.*

Ou como esta outra, que certamente merece análise em aula pelo docente de Ciências da Natureza:

*Todas as pessoas que eu conheço que consomem uma laranja por dia não pegaram covid-19.*

*Portanto, uma laranja ao dia previne essa doença.*

Discutir a **não validade** dessa conclusão permite chamar a atenção dos estudantes para a importância da representatividade da amostra e da utilização de metodologia científica adequada. Para que estudos comprovem, por exemplo, que alimentos ou medicamentos são eficazes na prevenção ou na cura de uma doença, é necessário cumprir uma série de critérios estatísticos quanto à amostragem e aos procedimentos. Ainda assim, as conclusões da pesquisa estarão determinadas pelas condições em que o estudo foi realizado e apresentarão determinada validade preditiva (que não será de 100%).

A indução envolve, nesse tipo de estudo, inferir causas a partir dos (seus supostos) efeitos observados.

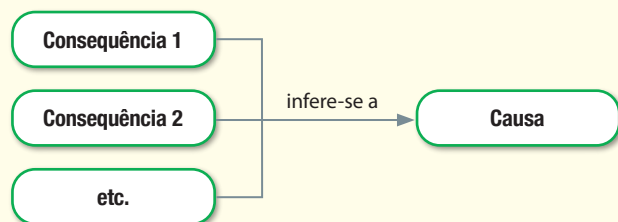


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

No ensino de Ciências da Natureza, expor os estudantes a esse tipo de raciocínio é relevante para que eles possam desenvolver uma visão crítica sobre conclusões que não têm validade porque decorrem de amostragens não representativas. Esse é o caso de atividades pseudocientíficas e de muitas *fake news* que recomendam alimentos miraculosos, terapias não convencionais e dietas infalíveis.

## Elaboração de textos propositivos

É importante que os estudantes consigam identificar e redigir propostas. Em sua forma mais simples e explícita, uma **proposta** (do latim *pro*, diante de, *ponere*, colocar), ou **proposição**, tem a seguinte estrutura:

ILUSTRAÇÃO  
DOS AUTORES



Podemos exemplificar com:

*Todo cidadão deve aprender conceitos científicos fundamentais porque eles permitem tomar decisões mais acertadas em muitas situações cotidianas e zelar pela saúde e pela qualidade de vida, própria e da sociedade.*

Pode haver implícitos e a ordenação pode ser outra:

*Confira (você) a previsão do tempo antes de viajar para que possa escolher roupas adequadas.*

*Devemos (nós) dar destino correto ao lixo reciclável para diminuir a exploração de recursos naturais, consumir menos energia e evitar o impacto ambiental que ele teria se fosse descartado no lixo orgânico ou no meio ambiente.*

*Para não sofrer intoxicação, (nós) jamais devemos ingerir cogumelos coletados no ambiente.*

*Este é um produto novo e revolucionário para emagrecer! (Então, você aí, compre-o já!)*

Nas conversas cotidianas, na política, nos meios de comunicação, na publicidade e nas redes sociais, somos bombardeados por propostas (às vezes, disfarçadas).

Toda proposta tem algumas características, entre elas convocar para uma ação, geralmente em resposta a um problema que existe ou poderá existir, estar focada em quem a ouve/lê, e objetivar o futuro (seja a curto, médio e/ou longo prazo), pois a intenção é que uma ação seja executada e tenha consequências.

Para que os estudantes possam elaborar um texto propositivo, seja oral ou escrito, devem: (1) delimitar o problema que requer solução ou cujo surgimento deve ser evitado; (2) definir o público a que se dirigirão; (3) buscar ideias, enunciá-las e concatená-las; (4) elaborar uma proposta enfática de ação para resolver o problema; e (5) justificar por que a proposta funciona e é realizável.

Essa estruturação é encontrada, por exemplo, em propostas sérias e éticas sobre meio ambiente, hábitos alimentares e cuidados com a saúde. Também está presente em textos publicitários, campanhas políticas, vídeos de influenciadores digitais e *fake news*.

Fatores que podem resultar em maior ou menor grau de credibilidade e de engajamento na ação pretendida são a qualidade, a validade e a força dos argumentos empregados. Então, precisamos discutir aspectos ligados à argumentação.

## Argumentação

Dedução, indução e proposição exemplificam casos de **argumentação**, processo que tem a intenção de influenciar, provocando concordância e adesão. Uma argumentação é convincente quando é **clara** e emprega **argumentos válidos** (que decorrem de modo lógico das premissas usadas) e **aceitáveis**. Um argumento **não** é aceitável se: (1) é facilmente desmentido ou contestado; (2) uma ou mais premissas são falsas; (3) duas ou mais premissas se contradizem; (4) as premissas são vagas, mal expressas ou ambíguas; (5) o raciocínio é circular, saindo de um ponto e chegando ao mesmo ponto. Ao argumentar, é necessário considerar objetivo, contexto e linguagem apropriada. Quando se usam premissas que não sejam de conhecimento geral ou de ampla aceitação, é importante mencionar a fonte, que deve ter credibilidade. Os argumentos podem apelar, por exemplo, à **razão**, à **ética** ou à **emoção**.

Para ajudar os estudantes a elaborar **análises críticas, criativas e propositivas** sobre um tema, explique que:

- Uma **crítica** consiste em fazer uma apreciação, opinar a respeito de algo, avaliar detalhadamente, julgar.
- Uma crítica **criativa** é inovadora, usa pontos de vista interessantes e incomuns, estabelece relações inventivas, não é uma mera reprodução do que outros já fizeram.
- Uma crítica **propositiva** chama para a ação, propõe fazer algo para alcançar determinado objetivo.

Se, por exemplo, você pedir aos estudantes que façam uma **análise crítica, criativa e propositiva** sobre o problema do saneamento básico na região, etapas importantes são: verificar, em fontes confiáveis, dados recentes a respeito do tema (por exemplo, cobertura de distribuição de água tratada, coleta e tratamento de esgotos, coleta de lixo); analisá-los e compará-los aos de outras regiões brasileiras e outros países; verificar de quem é a responsabilidade por tais serviços; acessar opiniões já veiculadas, atentando aos diferentes pontos de vista; refletir sobre aspectos que não foram abordados e ideias que solucionariam problemas; decidir que ações precisam ser tomadas pelo poder público, pela iniciativa privada e pelos cidadãos; ordenar as ideias; elaborar um texto e melhorá-lo até a versão final.

Ajudar estudantes a produzir **análises críticas, criativas e propositivas** envolve, sobretudo, auxiliá-los a argumentar. E a capacidade argumentativa exige ter e organizar ideias. Pesquisa, estudo e leitura são fundamentais nesse processo. Só fala e escreve bem quem possui repertório, tem ideias e consegue articulá-las. O professor mediador deve estimular o aperfeiçoamento dessa capacidade, instigando os estudantes, sempre que possível, a colocarem-na em prática. É algo que eles só aprendem a fazer, fazendo.

Para o docente se aprofundar no tema argumentação, sugerimos FIORIN (2018), GARCIA (2010) e VELASCO (2010), obras listadas no *Referencial bibliográfico comentado*.

# Visitas guiadas

## Razões pedagógicas

Na educação, o diálogo entre as áreas do conhecimento é enfaticamente recomendado. Trabalhar com projetos interdisciplinares é estimulante e ao mesmo tempo desafiador.

Embora essa relação dialógica possa e deva acontecer dentro da sala de aula, vivências realizadas fora do ambiente escolar têm muito a contribuir para a integração dos saberes construídos pelos estudantes.

Nesse sentido, visitas guiadas e pesquisas de campo podem auxiliar bastante. Instituições de pesquisa (como zoológicos, jardins botânicos, parques tecnológicos) e de aplicação (como empresas que utilizam diferentes aspectos da tecnologia) são importantes locais para uma interação entre o conteúdo estudado em sala de aula e a materialidade dos conceitos para os estudantes, assim como para a valorização da produção de conhecimento científico e de sua aplicação como pilares para o desenvolvimento da sociedade.

Essas atividades fora do ambiente físico da escola também podem contribuir para o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades propostas na BNCC. Ao organizar uma saída com caráter pedagógico, que articule habilidades e competências e que seja significativa para o estudante, é necessário clareza dos objetivos propostos e antecedência no planejamento, como será comentado à frente.

Zoológicos são locais que geram muita curiosidade nos estudantes e, por isso, são interessantes para desenvolver a capacidade de observação. Além disso, permitem observar os animais em reproduções de seu ambiente natural.

Os museus históricos têm importância na manutenção de locais marcantes para a sociedade e/ou de acervos referentes a aspectos artísticos, científicos e tecnológicos desenvolvidos pelo ser humano. Existem diversos tipos de museus nas cidades, desde aqueles que abrigam um inventário pessoal de alguma personalidade ou entidade importante para a história local ou mundial até temas mais abrangentes, como geologia, paleontologia, arqueologia, tecnologias (antigas ou contemporâneas), línguas e artes. Museus de história natural, além de fósseis e reconstruções de organismos extintos, costumam ter no acervo modelos de anatomia, bem como pequenos animais (por exemplo, peixes, serpentes, lagartos e tartarugas).

Assim como os zoológicos, as saídas para estudos do meio costumam ser uma boa forma de relacionar os temas estudados às suas ocorrências concretas, além de ajudarem a quebrar o ritmo da sala de aula. Uma saída de campo bem organizada e com objetivos claros pode ajudar a sedimentar os conceitos já trabalhados e potencializar outros por vir.

Existem diversas possibilidades de saídas de campo, desde a ida a uma praça, um parque ou um bosque locais até a visita a uma unidade de conservação que represente parte do bioma característico da região em que se vive.

## Planejamento e desenvolvimento

Visitas a empresas de diferentes ramos de atividade, a zoológicos e a museus de história natural, bem como estudos do meio (em ambientes naturais, locais representativos do bioma local ou trechos urbanos de relevância), oferecem potencialidades extremamente enriquecedoras. A organização de uma atividade fora do ambiente escolar requer planejamento detalhado, pois envolve diversos aspectos pedagógicos, burocráticos e operacionais.

Um primeiro passo é a proposição do trabalho pelos docentes. É recomendável, se possível, que ele envolva mais de uma área, para aproveitar melhor a saída. A área de Ciências da Natureza pode interagir com todas as demais áreas, em inúmeras possibilidades.

Uma visita guiada a uma empresa, na medida em que envolve aspectos ligados ao mundo do trabalho, pode, por exemplo, ser trabalhada com Língua Portuguesa e Língua Inglesa. Se a empresa se relaciona à engenharia ou à tecnologia da informação, a Matemática pode participar e contribuir.

A ida a um museu de história natural pode ser alinhada com Geografia, para que se abordem temas como o passado geológico do planeta, os tipos de rochas e a diversidade da fauna e da flora.

Um estudo do meio em um ambiente representativo do bioma local também pode ser elaborado junto com Geografia e, além dela, também com Arte, na medida em que os resultados podem ser expressos por meio de diferentes produções artístico-culturais.

Uma visita a uma empresa de rádio, de televisão ou de internet, além de contemplar a interdisciplinaridade com Língua Portuguesa e Arte, potencializa saberes de Língua Inglesa, ao se reconhecer a necessidade desse idioma para



a compreensão do que se faz na área de comunicações, e História, para abordar a importância da comunicação humana em diferentes locais e épocas.

Uma visita a um centro de treinamento esportivo possibilita que as Ciências da Natureza abordem saberes referentes à constituição e ao funcionamento do organismo humano, bem como à manutenção da saúde dos atletas, ao mesmo tempo em que constitui uma oportunidade de ação interdisciplinar com Educação Física.

O ideal é estabelecer as parcerias interdisciplinares e propor as saídas antes do planejamento do ano letivo ou durante a sua elaboração.

O contato com os locais de visita e o agendamento das visitas deve ser realizado com antecedência suficiente, assim como a resolução das questões ligadas à logística de transporte e, se necessário, de alimentação.

O número de professores e demais agentes escolares que acompanharão os estudantes deve ser compatível com o tipo de atividade: os estudantes devem permanecer o tempo todo acompanhados de perto. Isso é essencial para a segurança dos estudantes, pois quaisquer situações de risco devem ser evitadas.

Para que tudo corra bem e para que essa atividade externa ao ambiente da escola seja pedagogicamente relevante, alguns pontos fundamentais devem ser seguidos. Sugestões estão elencadas a seguir.

## **1ª etapa - ANTES**

### **1. Obtenha informações sobre o local de visita.**

Pesquise na internet o endereço e os meios de contato. Se for museu, entre no *site* da instituição e saiba mais sobre seu acervo. Verifique se existe um departamento de relações públicas e/ou colaboradores dedicados a receber e guiar os grupos de estudantes durante a visita. Entre em contato e peça esclarecimentos.

**2. Visite previamente.** Faça uma visita junto com os outros docentes envolvidos. Verifique se o local oferece segurança e acolhimento. Esteja atento à existência de sanitários e à acessibilidade. Analise o local de desembarque e de embarque dos estudantes, certificando-se de que ele seja apropriado. Colete o material de divulgação que porventura seja distribuído no local. Assista às palestras que são oferecidas, se houver. Tire fotos de tudo o que ajudar no planejamento.

**3. Roteirize e estabeleça objetivos.** Com base no que coletou, faça um roteiro de objetivos e, se necessário, um mapa de visita (esse é o caso, por exemplo, em museus que não têm guia ou em zoológicos, assim como em ambientes naturais). Se os estudantes precisarem ser divididos em grupos menores (frequentemente é o caso), estabeleça o trajeto dos grupos e certifique-se de haver docentes suficientes para acompanhá-los. Relacione o que você deseja que seja observado pelos estudantes e com quais objetivos. Estabeleça a maneira pretendida para a entrega dos resultados.

**4. Converse com os estudantes sobre a atividade.** Faça uma roda de conversa e lance informações motivadoras sobre o local a ser visitado. Explique, em linhas gerais, como será a visita.

- Quais são os objetivos da visita?
- Que relação ela tem com o que estamos estudando ou vamos estudar?
- O que os estudantes poderão experienciar com essa atividade?
- Que tipo de material os estudantes deverão levar consigo?
- Os estudantes irão de uniforme? Se não, existe alguma recomendação específica sobre o traje?
- O que deverão observar no local?
- Como fazer anotações adequadas das observações?
- Que textos devem ser lidos antes da visita ou que temas devem ser previamente pesquisados?
- Em linhas gerais, como será a entrega dos resultados? (Não há necessidade de se alongar neste aspecto, pois você voltará a ele após a visita. Aqui, você deve fazer indicações genéricas do que será produzido, pois isso pode ter impacto nos registros a serem realizados.)

Se for uma atividade em equipes, atente à divisão dos grupos para que possam contemplar a diversidade de habilidades e proporcionar uma experiência em que os estudantes também aprendam com seus pares.

## **2ª etapa - DURANTE**

**5. Acolha os estudantes.** Receba os estudantes e identifique cada um (com crachás ou etiquetas adesivas). Retome também os pontos da conversa prévia. Crie um ambiente favorável e insista na necessidade de respeito a todos os colegas e às demais pessoas, do grupo ou de fora dele.

Atente a possíveis situações de *bullying* e intervenha imediatamente. Sobre o tema *bullying*, veja o texto reproduzido nesta primeira parte do Manual do professor.

#### 6. **Atente a aspectos relevantes ao chegar ao local.**

Insista que todos os estudantes devem seguir as orientações do educador que acompanhará seu grupo. Nunca conte com o olhar atento dos colaboradores do local visitado; lembre-se de que **a segurança dos estudantes é sua responsabilidade e dos demais agentes escolares envolvidos**. Se for necessário guardar mochilas e demais materiais em um local previamente combinado com a instituição, inicie com isso. Diga aos estudantes o que devem tirar das mochilas e portar durante a visita, com a finalidade de fazer os registros.

#### 7. **Ajude os estudantes a entender a visita.**

Percorra o roteiro pré-definido, dando, a cada etapa, as informações necessárias para que os estudantes possam realizar as observações. Dê tempo e liberdade suficientes para que as realizem, primando sempre pela segurança. Estimule a curiosidade intelectual deles. Faça perguntas compatíveis com a faixa etária. Chame a atenção para aspectos do local. Esclareça dúvidas e, se necessário, corrija rumos. Se for um museu de história natural, explique o contexto, as características e a importância de cada peça ou conjunto delas. Se for um estudo do meio, situe os estudantes sobre vegetação, solo e outras características, associando-as ao que foi estudado em sala, e retome aspectos da vida animal local. Se for uma visita a empresa, siga o trajeto combinado com ela. Nesse tipo de visita, a empresa costuma optar por fazer uma exposição no início e/ou no final. Nos momentos oportunos para dirigir perguntas aos profissionais que lá trabalham, estimule os estudantes a fazê-las. Se estes estiverem tímidos, inicie você mesmo fazendo algumas.

#### 8. **Estimule uma resenha.**

Antes de deixar o local, se possível, faça uma roda de conversa e convide os estudantes a relembrar os pontos principais vistos, fazendo um balanço da visita. Faça também perguntas provocativas: O que você aprendeu hoje e que mais o impressionou? Qual o item do acervo que representaria melhor este museu em uma propaganda dele? De quais animais deste zoológico você nunca tinha ouvido falar? Se você fosse explicar o que se faz nesta empresa, como resumiria isso em uma frase? Você trabalharia aqui? Por quê?

### **3ª etapa - DEPOIS**

9. **Realize uma retrospectiva da visita.** Na próxima aula, retome os aspectos da visita que têm maior relevância para os objetivos delineados inicialmente. Verifique se existem dúvidas que surgiram posteriormente à visita, discuta-as e esclareça-as.

#### 10. **Proponha com clareza o trabalho a ser realizado.**

Explique detalhadamente qual é o trabalho que deverá ser feito, individualmente ou em equipes.

- Haverá uma entrega? Sob qual formato? Pôster em papel? Cartaz digital? Quais formatos serão aceitos? Haverá relatório escrito? Ou produção de um vídeo ou de um áudio para *podcast*? Será uma postagem no *blog*?
- Ocorrerá apresentação em sala? Estarão disponíveis tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) para uso no dia? Existem dúvidas sobre sua utilização? Sobre esse aspecto, dedique o tempo que for necessário em aula para auxiliar os estudantes quanto às formas que podem usar (projeter, conexão com a internet, aplicativos).
- Quais são os aspectos esperados nessa produção cultural? Como os estudantes serão avaliados em função desses aspectos?
- Se desejar oportunizar reflexões adicionais nos materiais a serem entregues ou na exposição a ser feita, proponha-as nesse momento. Essas reflexões não precisam ser iguais para todos os grupos. Podem ser customizadas para proporcionar maior abrangência e enriquecimento do material final.
- Estipule uma data para a entrega e/ou para a apresentação.

#### 11. **Faça uma amarração final.**

Se houver entrega de materiais, é importante que todos possam ter acesso a eles. Nesse caso, estimule os estudantes a analisar detalhadamente a produção intelectual dos colegas. Se o produto final forem apresentações, garanta um ambiente adequado e de respeito mútuo, no qual todos possam ser ouvidos com atenção quando for a sua vez de se expressar. Faça uma roda de conversa para um balanço completo do que se aprendeu e sobre o crescimento que a atividade propiciou. É saliente que o conhecimento não é para ser guardado, mas para ser usado! Os saberes construídos acompanharão os estudantes daquele momento em diante e potencializarão aprendizagens futuras e o desenvolvimento de novas habilidades e competências.

# Textos para reflexão sobre a prática docente

## Sobre a prática reflexiva

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente a perceber a necessidade de refletir permanentemente sobre a docência.

### Por que refletir sobre a própria prática?

“Entre a forma comum de refletir e uma prática reflexiva não há a mesma diferença que aquela existente entre a respiração de qualquer ser humano e a de um cantor ou de um atleta?

Estamos falando, nesse caso, em uma postura e em uma prática reflexivas que sejam a base de uma análise metódica, regular, instrumentalizada, serena e causadora de efeitos; essa disposição e essa competência, muitas vezes, só podem ser adquiridas por meio de um treinamento intensivo e deliberado.

[...]

Vamos apresentar dez motivos ligados, de forma desigual, às evoluções e às ambições recentes dos sistemas educativos. [...] Entre esses motivos, não há cronologia nem hierarquia. Podemos esperar que uma prática reflexiva:

- compense a superficialidade da formação profissional;
- favoreça a acumulação de saberes de experiência;
- propicie uma evolução rumo à profissionalização;
- prepare para assumir uma responsabilidade política e ética;
- permita enfrentar a crescente complexidade das tarefas;
- ajude a vivenciar um ofício impossível;
- ofereça os meios necessários para trabalhar sobre si mesmo;
- estimule a enfrentar a irredutível alteridade do aprendiz;
- aumente a cooperação entre colegas;
- aumente as capacidades de inovação.

[...]

O desenvolvimento de uma prática reflexiva é aprender a obter diversos benefícios da reflexão:

- um ajuste dos esquemas de ação que permita uma intervenção mais rápida, mais direcionada ou mais segura;
- um reforço da imagem de si mesmo como profissional reflexivo em processo de evolução;
- um saber capitalizado, que permite compreender e dominar outros problemas profissionais.

[...]

Para exercer com serenidade uma profissão humanista, é preciso saber perfeitamente o que depende da ação profissional e o que não está ao alcance dela. Não é possível carregar todo o peso do mundo, assumir todas as culpas e sentir-se constantemente culpado; mas, ao mesmo tempo, não podemos fechar os olhos, perceber o que poderíamos ter feito se tivéssemos compreendido melhor o que estava acontecendo, se tivéssemos sido mais ágeis, perspicazes ou convincentes. Aprendemos com a experiência, estreitando cada vez mais a margem em que a competência profissional faz diferença. Para ver tudo isso com maior clareza, às vezes temos de reconhecer que teríamos podido fazer algo melhor, compreendendo ao menos por que não conseguimos. A análise não suspende o julgamento moral, não vacina contra toda culpa; porém, incita o profissional a aceitar que não é uma máquina infalível, a assumir suas preferências, hesitações, lacunas, falhas de memória, preconceitos, desgostos e atrações, entre outras fraquezas inerentes à condição humana.

[...]

A cooperação profissional sempre está na ordem do dia. Seus motivos são muito razoáveis, inclusive o da rejeição da solidão do profissional. No entanto, seus mecanismos são menos transparentes: na cooperação, há transparência e segredo, partilha e concorrência, desinteresse e cálculo, poder e dependência, confiança

e medo, euforia e raiva. Mesmo entre dois técnicos que estão consertando um sistema de aquecimento, entre dois programadores que concebem juntos um determinado *software*, entre dois mecânicos que desmontam um motor, há negociação e espaço para divergências que nem sempre são racionais. Quando convivemos com alunos e com intervenções em grupos, não é de se surpreender que nem sempre a cooperação seja serena e neutra, que nunca seja a simples conjugação eficaz de competências e de forças.

[...]

Nenhum envolvimento de pessoas em um grupo é simples; qualquer grupo, mesmo unido, é ameaçado por divisões, conflitos, abusos de poder, desequilíbrios entre as retribuições e contribuições de seus membros. Essas divergências provocam sensações de injustiça, exclusão, revolta e humilhação. Até mesmo as equipes mais experientes sofrem dessas atribulações; no entanto, em geral, sabem prevê-las e contê-las, evitando que elas resultem em crises. Para garantir esse tipo de funcionamento, é preciso, acima de tudo, *conversar*, de tal forma que não agrave as tensões, os não-ditos ou as mágoas, mas que permita que eles sejam *explicados*.

Os únicos que podem adotar essa forma de metacomunicação são os professores que se dedicam a alguma forma de prática reflexiva e metacognição. Eles compartilham impressões e análises com os colegas, o que não é fácil, mas inicia a discussão.

[...]

Esses dez motivos [anteriormente listados] para formar os professores e para motivá-los a refletir sobre sua prática poderiam ser resumidos em uma ideia principal: a construção do sentido, seja do trabalho e da escola, seja da própria vida, pois dificilmente eles podem ser separados em uma profissão humanista e, em geral, em uma sociedade na qual o trabalho é fonte crucial de identidade e de satisfação, mas também de sofrimento. Talvez haja sentido na imobilidade, na falta de decisão e na mais absoluta rotina. Em outras palavras, uma vida tranquila e metódica pode anestesiar a busca de sentido, levando as pessoas a nunca se

perguntarem o porquê, com que direito e em virtude de que sonhos escolhem determinados caminhos.

O ofício de professor e a escola enfrentam demasiadas mudanças e crises para que essa tranquilidade ainda possa ser defendida. Devido ao avanço no ciclo de vida profissional, à expectativa de alcançar alguns objetivos, à perda de certas ilusões, à usura mental e ao tédio dos profissionais, às tomadas de consciência, às reformas de todo tipo, à heterogeneidade do público escolar, à degradação das condições de trabalho ou de recursos, a questão do sentido do ensino e da escola torna-se ainda mais importante. Ela não pode obter uma resposta satisfatória definitiva. Mesmo no curto período de um ano letivo, ocorrem microacontecimentos, fases de depressão, momentos de euforia, conflitos, chegadas e partidas, decisões difíceis ou satisfações que fazem o moral e o clima flutuarem, fatores que incitam à reconsideração do significado da profissão.

A formação em uma prática reflexiva não responde, como tal, à questão do sentido. No entanto, ela permite suscitar o problema, oferece algumas ferramentas e estimula uma forma de sensatez, a qual consiste em abandonar as certezas, os problemas definitivamente resolvidos e os pareceres egocêntricos. O profissional reflexivo vive na complexidade 'como um peixe dentro d'água', ou, pelo menos, sem revolta e sem a nostalgia incurável do tempo em que tudo representava segurança.

[...]

Portanto, podemos desejar que a prática reflexiva seja um referencial para os inovadores, formadores, autores de recursos e métodos de ensino e também para a direção e que não se perca nenhuma oportunidade de estimulá-la oferecendo espaço e recursos: seminários de análise de práticas, grupos de trocas sobre problemas profissionais, acompanhamento de projetos, supervisão e auxílio metodológico."

## Sobre a produção científica ser colaborativa

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente a conhecer aspectos importantes da epistemologia científica e da importância da interação social entre os estudantes para a construção de saberes científicos. (*Epistemologia* é o estudo da origem, do escopo, dos métodos e dos limites de uma área do conhecimento.)

### A natureza da ciência e a importância da interação coletiva na aprendizagem

“A perspectiva atual da epistemologia da ciência define-a como o conhecimento sobre a natureza que resume os esforços coletivos, as descobertas e a sabedoria da espécie humana em um momento determinado da história da humanidade.

A ciência é mais que um outro nome para designar o conhecimento; é uma atividade humana coletiva cujo objetivo é descobrir a ordem na natureza e averiguar as causas que governam essa ordem.

Ao longo da história, cientistas e pensadores substituíram teorias aceitas como verdadeiras durante muitos anos por outras que proporcionam uma melhor interpretação dos fenômenos. Muitas vezes, as mudanças referem-se a aspectos pontuais das teorias, que mudam de forma gradual. Excepcionalmente, a mudança pode consistir em formulações teóricas radicalmente distintas. De acordo com Kuhn [KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: University of Chicago Press, 1962], um dos representantes da nova epistemologia da ciência, esses dois tipos de mudanças corresponderiam a duas maneiras distintas de ‘fazer ciência’. A primeira seria uma ciência *normal*, e a segunda, uma ciência *revolucionária*.

Segundo Kuhn, a ciência avançaria mediante a combinação dessas duas maneiras de fazê-la. Os trabalhos de Copérnico e Galileu são um bom exemplo do que Kuhn chama de ciência revolucionária. Copérnico tentava explicar a órbita de Marte utilizando a teoria geocêntrica do universo de Ptolomeu, mas com essa teoria era impossível. Ao revisar o sistema de Ptolomeu, pensou que seria muito mais simples postular que o Sol, e não a Terra, é o centro do universo (teoria heliocêntrica). Nesse momento do processo de criação, Copérnico chegou a uma ideia que permitia explicar as órbitas de outros planetas de forma tão satisfatória como Ptolomeu explicava a órbita da Terra. Assim nasceu um novo paradigma. Passaram-se muitos anos até que a teoria heliocêntrica fosse aceita pela comunidade científica, porque em todas as épocas

os intelectuais rebeldes costumam ser silenciados pelo poder estabelecido, embora, ao final, suas ideias científicas acabem sendo reconhecidas.

A análise epistemológica da natureza da ciência deve levar em conta a influência dos fatores ideológicos, econômicos e sociais na construção do conhecimento científico a partir de análises históricas e filosóficas.

Essa perspectiva não é compartilhada habitualmente pelos leigos e, inclusive, por muitos professores dos ensinos fundamental e médio, pois, quando se pergunta a eles o que é a ciência, costumam responder que esta é o que explicam as teorias científicas, que emanam de forma rigorosa dos fatos observados e dos resultados das experiências; afirmam também que a ciência baseia-se naquilo que se pode tocar, ver, sentir, etc., e não em opiniões, preferências pessoais ou em imaginações especulativas, e, finalmente, consideram também que a ciência é objetiva e que o conhecimento científico é confiável porque é um conhecimento provado.

É fundamental que os professores de ciências ajudem seus alunos a entender que as teorias científicas são construções sociais, e que o conhecimento científico não existe porque tenha sido provado, mas sim porque ainda não tinha sido refutado.

Para isso, é necessário, no entanto, que os professores reconheçam o caráter construtivo e humano das ciências e abandonem as concepções dogmáticas muitas vezes ainda vigentes, de forma explícita ou implícita, em determinadas práticas de ensino.

A epistemologia da ciência marcou a mudança nas concepções sobre como se aprende e se ensina ciência. A concepção epistemológica da ciência que considera que esta se constrói socialmente coincidiu com uma perspectiva psicológica construtivista da aprendizagem das ciências, perspectiva esta que se opõe aos modelos de aprendizagem mais receptivos.

A construção de conhecimento científico implica a implementação de uma série de processos que desenvolvem determinadas atitudes, ativam conhecimentos prévios e originam determinadas estratégias que operam sobre o conhecimento e ajudam a solucionar problemas. Tais aspectos da ciência são necessários para construir eficazmente o conhecimento científico. No transcurso dos últimos anos, esses aspectos foram destacados tanto pela pesquisa psicopedagógica como pela metodologia do ensino das ciências.

No momento atual de colaboração interdisciplinar, diversos grupos de formação e tradição de pesquisa distintas compartilham uma mesma proposição construtivista e um princípio comum: estudar os processos de construção e co-construção do conhecimento [...] envolvidos na aprendizagem das ciências a partir da análise de situações concretas de ensino e aprendizagem e da análise do conhecimento científico específico envolvido nessas situações.

De forma similar, as diferentes concepções sobre a natureza da ciência configuraram-se também nos objetivos do ensino das ciências, sobre os quais existe atualmente um certo consenso: pretende-se que todos os cidadãos adquiram uma formação científica que lhes permita desenvolver-se com desembaraço em uma sociedade tecnologicamente avançada.

Esse consenso responde a uma tendência inovadora, denominada Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), que defende a importância da dimensão social da ciência e que se configurou em numerosas propostas curriculares.

A ideia fundamental que subjaz a tais propostas é que o trabalho científico não ocorre à margem da sociedade na qual tem lugar, mas é influenciado pelos problemas sociais e, ao mesmo tempo, influi sobre o meio físico e social em que é realizado.

Para essas propostas, o objetivo prioritário do ensino fundamental, e em particular do ensino médio, não é formar cientistas, mas formar cidadãos críticos diante de uma sociedade que muda rapidamente devido à ação da tecnologia e da ciência.

[...]

Não se pode concluir [este texto] sem mencionar as atividades de ensino e aprendizagem que sustentam a ideia de que a construção de conhecimento científico é uma construção social. Essas propostas partem da premissa de que a cognição é um processo distribuído, isto é, constitui um produto do enriquecimento que se produz quando várias mentes entram em interação, permitindo, ao relacionar diferentes níveis de conhecimento prévio, a criação e a ativação de múltiplas zonas de desenvolvimento proximal.

Nessa linha, [podemos exemplificar] com um programa pedagógico dirigido aos alunos de ensino fundamental baseado no modelo de aprendizagem recíproca. Nesse programa, os alunos pesquisam ciência ambiental, produzem trabalhos em grupo ou individuais e apoiam-se mutuamente em suas pesquisas. Cada aluno centra-se em um tema e torna-se um especialista nesse tema. [Mediante] formulações desse teor, promove-se a integração do conhecimento e a compreensão das ideias complexas. [Sobre isso, veja também, neste Manual do professor, a metodologia *jigsaw*, comentada na seção *Práticas didático-pedagógicas alinhadas ao papel de professor mediador*.]

Muitos dos projetos que promovem a dimensão social da aprendizagem utilizam computadores, ampliando o conceito de cognição distribuída para além das mentes e dando margem às interações da mente humana com o computador. [...]

[...] [Atualmente,] e após um longo período de ignorância mútua entre a psicologia da educação e as didáticas específicas, a psicopedagogia das ciências físico-naturais aparece como um campo de colaboração interdisciplinar com um objetivo compartilhado: estudar os processos escolares de ensino e aprendizagem tomando como unidade de análise a face de interações que se estabelecem entre o aluno, o professor e o conteúdo.

É claro que a ênfase pode ser colocada, e de fato se coloca muitas vezes, em um ou outro vértice do triângulo interativo. Entretanto, seja qual for o vértice ao qual se dê ênfase, o desafio é analisar e compreender as interações que se estabelecem entre eles."

Aqui, transcrevemos um texto que pode auxiliar o docente em aspectos relacionados à importância da etnociência.

### “Etnociências na sala de aula: uma possibilidade para aprendizagem significativa

[...]

As diferentes populações humanas apresentam um arsenal de conhecimentos sobre o ambiente que as cerca. Propriedades terapêuticas e medicinais de animais e plantas, a percepção dos fenômenos naturais, como as estações do ano, tempo para plantar e colher, classificação de animais e plantas, organização de calendários, dicionários, sazonalidade de animais e sua relação com aspectos da natureza são organizações que formam um cabedal de saberes que comumente são chamados de conhecimentos tradicionais.

[...]

Há algum tempo, vemos que os conhecimentos da tradição vêm sendo resgatados de sua condição de conhecimento menor para serem colocados em um patamar de conhecimento diferente. Isso acontece quando, ao receberem uma nova ‘roupagem’ que vem precedida pelo termo *ethnos*, ganham possibilidade de visibilidade no cenário científico sendo alçados ao patamar de ciência. Portanto, é dessa forma que temos a existência de um outro tipo de ciência que reúne um conjunto de saberes agrupados sob o prefixo ‘etno’, que é desenvolvida fora dos laboratórios, por pessoas comuns, ou seja bem distante dos locais e do tipo de pessoas que historicamente associamos à produção do conhecimento científico.

A integração dos conhecimentos tradicionais com a ciência moderna era algo impensável até bem pouco tempo.

[...]

A emergência dos saberes ditos tradicionais no meio acadêmico é um movimento que visa romper com o modelo de racionalidade científica fundamentada na cisão homem/natureza. A discussão sobre a importância e a validade desses conhecimentos tem sido feita por vários autores em um processo de resgate do papel do sujeito na produção do conhecimento dentro de uma tendência que visa fazer desaparecer a distinção hierárquica entre o conhecimento científico (racional) e o conhecimento do senso comum. É nesse contexto que surgem como tendência os estudos em etnociências.

O prefixo *ethnos* (grego) serve para designar identidade de origem e de condição, incluindo-se identidade de crenças, de valores, de símbolos, de mitos, de ritos, de morais, de língua, de códigos e de práticas. Dessa forma, podemos dizer que os estudos em etnociências têm como objeto de investigação o repertório de conhecimentos, saberes e práticas dos povos tradicionais (indígenas, caboclos, ribeirinhos, seringueiros, quilombos, entre outros) em um movimento de documentação, estudo e valorização de suas culturas.

[...]

### As etnociências e a aprendizagem significativa

[...] se os conhecimentos prévios são importantes para construir uma aprendizagem com significados para o estudante é importante resgatá-los no contexto da sala de aula. [...] Se os saberes etnológicos são desprestigiados na academia, por não serem considerados científicos e dessa forma, não fazem parte das discussões nos cursos de formação docente, como esperar que o professor insira esse conhecimento em sua prática cotidiana?

[...] os ‘saberes populares’ são valiosos no processo de ensino-aprendizagem e [...] devem ser acessados pelo contato com a realidade social dos alunos, dessa forma, [...] deve-se utilizar o conhecimento (popular) como uma ferramenta de mobilização cognitiva e afetiva do aluno para a percepção do novo conhecimento curricular (científico) que se lhe apresenta. [...]

[...]

A aprendizagem significativa ocorrerá mediante a confrontação entre os conhecimentos científico e popular em uma possibilidade que visa permitir a mudança conceitual do aluno sobre o mundo que o cerca. Nesse contexto, é importante ressaltar que a intenção ‘não é desconstruir as pré-concepções trazidas pelos alunos, mas garantir a evolução de suas ideias proporcionando uma internalização de novos conceitos.’”

Este é um texto de nossa autoria que pode auxiliar o docente em aspectos relacionados a noções de pensamento computacional.

### Pensamento computacional, algoritmos e fluxogramas

#### Pensamento computacional

O **pensamento computacional** é um processo cognitivo (isto é, relacionado às estruturas mentais do pensamento, da aprendizagem e do raciocínio) que envolve uma maneira lógica de abordar problemas a serem solucionados e proporciona habilidades de **analisar situações, fazer generalizações, identificar padrões e representar conceitos abstratos** de forma simplificada, deixando de lado elementos menos importantes do problema a fim de priorizar aqueles que têm maior relevância.

O pensamento computacional envolve a **modelagem** de determinados tipos de problema e suas soluções, isto é, descrever esses problemas e suas respectivas resoluções de maneira racional, expressando as etapas a serem executadas por meio de palavras e/ou equações.

Durante a modelagem, as situações-problema são desmembradas em **problemas menores**, mais simples de serem resolvidos individualmente. Feito isso, as soluções podem ser reunidas para obter uma solução integrada dessas partes, que resolve o problema maior inicialmente proposto.

Ao aprender fundamentos de pensamento computacional, são desenvolvidas habilidades que podem ser usadas em diversos momentos do estudo de conteúdos escolares e também em diversas situações da sua vida.

#### Algoritmos

O pensamento computacional inclui o **raciocínio algorítmico**, por meio do qual são definidas as **etapas de resolução**, incluindo a explicitação das ações que devem ser seguidas em cada etapa.

Um **algoritmo** é uma sequência de etapas que constituem o procedimento para resolver determinado problema, que pode incluir ações, regras e decisões sobre ramificações da sequência de ações a executar.

Imagine, por exemplo, que desejemos orientar alguém sobre como elaborar a fórmula molecular de uma substância a partir de um modelo que representa sua molécula (um modelo molecular).

As etapas dessa elaboração podem ser expressas sob a forma do seguinte algoritmo:

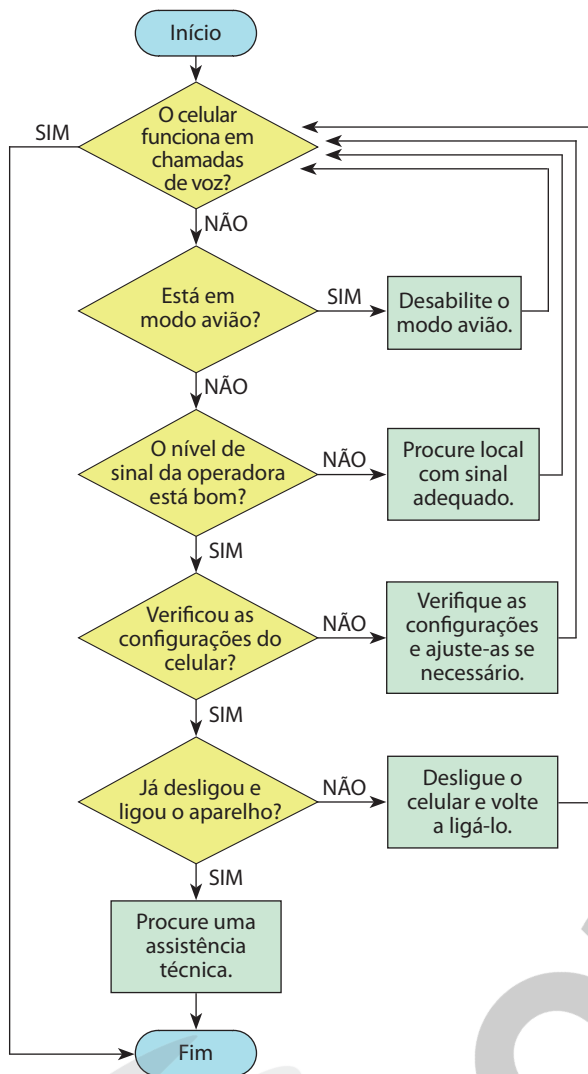
1. Escolha um dos elementos químicos presentes no modelo molecular.
2. Procure na tabela periódica o símbolo que representa esse elemento químico.
3. Escreva o símbolo desse elemento químico.
4. Escreva, à direita do símbolo, um índice (número subscrito) que indique quantos átomos desse elemento existem na molécula. Se o índice for "1", não precisa escrevê-lo.
5. Há um ou mais elementos ainda não considerados? Se houver, escolha um deles e repita as instruções a partir do passo 2.

#### Fluxogramas

Quando for conveniente, um algoritmo pode ser expresso por meio de um **fluxograma**, que é uma representação gráfica da **ordem de execução** das etapas que constituem o algoritmo.

Para exemplificar um algoritmo, imagine que seu telefone celular não está realizando chamadas de voz. Uma possível maneira de executar etapas para resolver esse problema é descrita no fluxograma a seguir. Analise-o e verifique, de acordo com essa proposta, a sequência em que as etapas devem ser realizadas em diferentes situações.





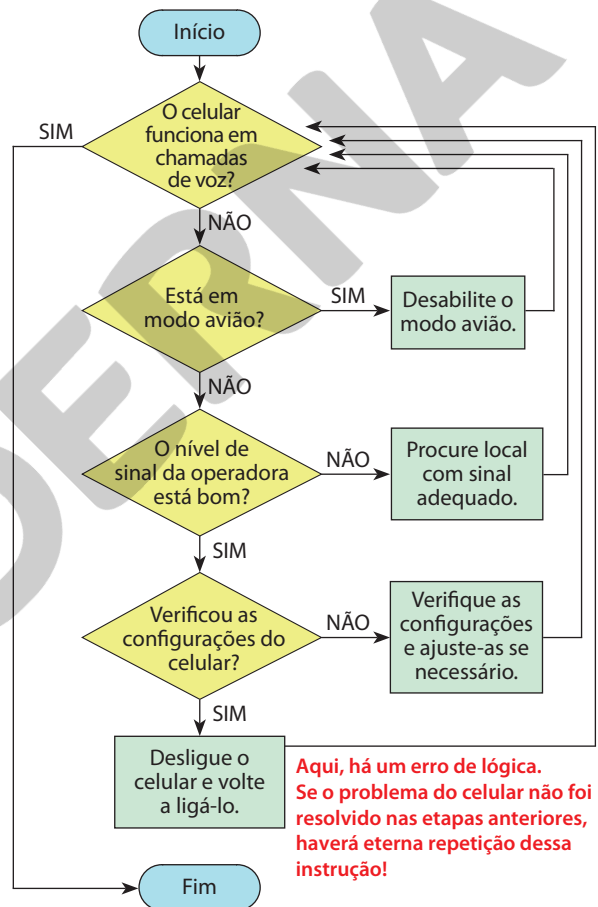
Podem existir diferentes algoritmos que resolvem um mesmo problema. Além disso, um algoritmo pode ser representado graficamente de modos diferentes, isto é, por fluxogramas que parecem visualmente diferentes, mas que expressam a mesma sequência lógica de realização das etapas do algoritmo.

### Erro (ou falha) de lógica

Freqüentemente, ao usar pensamento computacional para resolver determinado problema, o algoritmo elaborado pode conter falhas que inviabilizam a obtenção de uma solução correta. Entre essas falhas podem estar ações incorretamente descritas, erros na ordem das etapas e perguntas (referentes a decisões sobre o caminho a seguir) feitas em momentos não adequados.

Dizemos que um algoritmo contém um **erro de lógica** (ou uma **falha de lógica**) quando as ações propostas nas etapas e/ou o seu encadeamento não conduzem a uma solução satisfatória para o problema.

O fluxograma a seguir expressa outro algoritmo para resolver o problema de um telefone celular que não faz chamadas de voz. Ao contrário do mostrado anteriormente, este contém um erro de lógica que não permite resolver o problema em todas as circunstâncias.



### Fluxogramas e algoritmos dão origem a aplicativos

Usando linguagens de programação de computador adequadas, algoritmos podem ser transcritos em conjuntos de instruções executáveis por computadores. Os resultados são o que denominamos **programas** ou **aplicativos**.

Cada programa que rodamos em computadores ou aplicativo que usamos em celulares e *tablets* é o resultado de centenas, milhares ou milhões

de linhas de código escritas em linguagem de programação a partir de ideias formuladas como algoritmos e fluxogramas.

Uma única linha de código errada pode originar um erro de lógica que faz com que possam acontecer *bugs* durante a utilização do programa.

O procedimento de analisar detalhadamente um algoritmo para eliminar os erros existentes é chamado de **depuração**. O verbo depurar também é empregado pelos programadores para se referirem ao processo de encontrar os erros de um programa de computador e resolvê-los.

## Sobre culturas juvenis

Aqui, transcrevemos um texto que pode auxiliar o docente em aspectos relacionados às culturas juvenis e o mercado de trabalho.

### “Juventude, trabalho e cultura periférica

[...]

As dificuldades enfrentadas pelos jovens são ainda maiores no Brasil. Isso porque, o que poderia ser visto como potência para a formação e a qualificação de novos profissionais para o futuro, acaba se incorporando no mercado de trabalho como barreiras geracionais de oportunidades e os jovens enfrentam desemprego mais elevado e grandes dificuldades para uma boa inserção no mercado de trabalho.

A necessidade de conciliar estudo e trabalho aparece como entrave para a entrada e a permanência dos jovens em empregos de qualidade e, assim, a primeira experiência no mercado muitas vezes ocorre de forma precarizada, justamente pelo pouco incentivo do próprio mercado de trabalho em suas estruturas consolidadas ao processo formativo para o trabalho de forma geral no mercado.

O trabalho ocupa um lugar central na construção das formas de organização do cotidiano e mudanças na sua dinâmica também representam transformações para os indivíduos. Ele é uma baliza importante na vida social como um dos nucleares centros de construção de sentido para as trajetórias sociais. Sua falta, que pode também ser por escolha de não estar em um trabalho remunerado, tem enorme impacto nas formas de socialização, sobretudo nas consequências enfrentadas com as dificuldades de constituir e vislumbrar uma carreira mais linear. Mas também para entradas no mercado

de trabalho mais tardias, que podem tornar ainda mais rebaixadas as experiências laborais, como acontece para muitas mulheres que se tornam mães mais precocemente, por exemplo.

[...]

As novas possibilidades de trabalho através da produção de cultura são disputadas. Se, por um lado, pode-se olhar para o processo como uma disputa por recursos e financiamentos para os projetos pelos editais públicos e privados que constituem um campo de atuação profissional em formação, há também, por outro lado, reivindicações para a formação de maior público e maior abertura de um mercado de produção de cultura na periferia que possa viabilizar esses trabalhos mais autônomos para um número maior de pessoas.

[...]

As novas tecnologias [digitais] da informação e da comunicação [TDICs] e seus usos recentes trouxeram modificações importantes para a produção e divulgação dos produtos culturais mexendo em todo o mercado da cultura. Isso abre grandes oportunidades para que haja uma profissionalização maior na periferia de jovens que se interessam pela produção cultural. Há, sem dúvida, uma democratização desses processos que se tornaram mais acessíveis e criaram e fortaleceram novos modos de se produzir e de divulgar os trabalhos. A internet e as redes sociais são veículos fundamentais nessa cadeia de circulação da cultura [...].

[...]

Para pensar a inserção no mercado de trabalho dos profissionais de cultura na periferia, em grande medida jovens, podemos pensar na qualificação necessária para trabalhos ligados à cultura. A qualificação profissional, muitas vezes, está estruturada sem levar em consideração os anseios dos jovens no mercado de trabalho. Apresentando um cardápio limitado, os cursos de qualificação e formação profissional para jovens são, geralmente, ligados diretamente ao que o empresariado apresenta como demanda. As políticas de qualificação somente conseguem apresentar uma nova perspectiva quando pensadas diretamente para o que os jovens têm interesse. No geral, a gestão pública estabelece parcerias em convênios de execução dos programas de qualificação profissional de um modo bastante tradicional, ligados aos interesses empresariais. [...]

[...]

Nessa medida, a conquista por trabalhos que tragam maior autonomia se apresenta como um

grande desafio e exige atitudes ‘rebeldes’ – que saiam do comum e façam parte da luta pelo direito à cidade [...]. A construção de práticas que tragam esses espaços em que as periferias possam se tornar territórios ativos da cidade é uma conformação que vai conquistando distintos arranjos através de lutas políticas dos seus moradores. Por vezes, somente os jovens podem realizar mudanças de atitudes, pois apresentam menor responsabilidade em relação a toda uma estrutura que vai se apresentando na vida adulta – amarrando os sujeitos nas formas usuais de organização da vida.

A autonomia pode ser apresentada como trabalhos com uso do tempo diferente, mais determinado pelos sujeitos e não tão organizados pelo trabalho remunerado. Os movimentos sociais [...] vêm buscando construir espaços de resistência que possam marcar distinções essenciais na construção da vida dos jovens – novos usos do território, sociabilidades que aproximem, reúnam, dialoguem, além de buscar novas dinâmicas de inserção no mercado de trabalho.

[...]”

Fonte: BERGAMIN, Marta de Aguiar. Juventude, trabalho e cultura periférica: a experiência da Agência Popular de Cultura Solano Trindade. *Cadernos Adenauer XVI*, 2015, n. 1. Escola de Sociologia e Política de São Paulo – FESPSP. Disponível em: [https://ceapg.fgv.br/sites/ceapg.fgv.br/files/bergamin\\_m\\_-\\_juventude\\_trabalho\\_e\\_cultura\\_periferica.pdf](https://ceapg.fgv.br/sites/ceapg.fgv.br/files/bergamin_m_-_juventude_trabalho_e_cultura_periferica.pdf). Acesso em: 12 maio 2022.

## Sobre projeto de vida

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados ao trabalho com projetos de vida.

### “A importância de construir Projetos de Vida na Educação

[...]

O projeto ou plano de vida representa o que o indivíduo quer ser e o que ele vai fazer em certos momentos de sua vida, bem como as possibilidades de alcançá-lo. Projeto de vida, num sentido amplo, é tornar conscientes e avaliar nossas trilhas de aprendizagem, nossos valores, competências e dificuldades e também os caminhos mais promissores para o desenvolvimento em todas as dimensões. É um exercício constante de tornar visível, na nossa linha

do tempo, nossas descobertas, valores, escolhas, perdas e também desafios futuros, aumentando nossa percepção, aprendendo com os erros e projetando novos cenários de curto e médio prazo. É um roteiro aberto de autoaprendizagem, multidimensional, em contínua construção e revisão, que pode modificar-se, adaptar-se e transformar-se ao longo da nossa vida.

O projeto de vida bem desenhado é do interesse de todos, porque nos ajuda a propor perguntas

fundamentais, a buscar as respostas possíveis, a fazer escolhas difíceis e a avaliar continuamente nosso percurso. Isso dará sentido e prazer ao aprender em todos os espaços e tempos e de múltiplas formas, em cada etapa da nossa vida. [...]

Numa sociedade pluralista, o projeto de vida se traduz em propostas diferentes, fruto de filosofias distintas. O importante é que trabalhe com valores fundamentais, de amplo consenso e que não se feche em nichos ideológicos restritivos, preconceituosos, limitadores. O projeto de vida precisa estar num contexto de valorização pessoal, integração social, compreensão das diferenças e promoção da autonomia, a partir de uma visão científica e filosófica aberta e atualizada.

[...]

O projeto de vida na escola faz parte da metodologia de projetos, de aprendizagem ativa de valores, competências para que cada estudante encontre relevância, sentido e propósito no seu processo de aprender, e o integre dentro das suas vivências, reflexões, consciência, visão de mundo. É formado por um conjunto de atividades didáticas intencionais que orientam o estudante a se conhecer melhor, descobrir seu potencial e dificuldades e também os caminhos mais promissores para seu desenvolvimento e realização integral.

### **Passos para desenvolver o projeto de vida dos alunos na escola**

A forma mais rápida de implementação é realizando ações pontuais: palestras, cursos de curta duração, oficinas para professores (e, se possível, também para os pais) sobre questões relacionadas ao projeto de vida. Depois módulos para os alunos em forma de oficinas, como atividades complementares sobre diversos temas como autoconhecimento, criatividade, resolução de problemas, comunicação, empreendedorismo, gestão do tempo, orientação de estudos. Esses módulos podem estar mais integrados dentro do currículo de forma sequencial, constituindo um eixo importante e podem ser oferecidos de forma híbrida (*blended*) parte *online* e parte presencialmente.

Uma ação paralela pode ser criar um tutor de projeto de vida por classe, que discute algumas destas questões com todos os alunos e os acompanha ao longo de um percurso formativo.

Uma forma mais avançada é a criação de um mentor por aluno, que o acompanha permanentemente durante um ciclo específico. Do ponto de vista curricular, inserir o projeto como eixo integrador dos valores, competências socioemocionais, cognitivas, de forma personalizada. O aluno percebe assim que o currículo fala o que lhe interessa, responde aos seus anseios e questionamentos e o ajuda a ampliar a visão de mundo. É um outro modo de ver a organização escolar mais centrada no aluno, que torna a aprendizagem muito mais relevante e significativa para ele.

O projeto deve acompanhar – de várias formas e com diferentes graus de intensidade – cada etapa da evolução da criança para a adolescência e juventude, seus novos questionamentos, descobertas, dificuldades. O projeto precisa ser assumido por gestores e docentes como um todo e, ao mesmo tempo, desenhar como se tornará mais tangível, progressivamente, através de tutoria, oficinas, projetos específicos. Se é um eixo fundamental deve aparecer continuamente como centro do currículo e não só como atividade complementar. [...]

### **Desafios ao trabalhar o projeto de vida**

[...]

O desafio é desenhar o Projeto de Vida dentro do modelo curricular e da cultura de cada escola, integrando-o de uma forma peculiar e adaptando-o ao seu momento e possibilidades. O mais importante é a mudança de mentalidade de todos e a percepção da sua relevância. Algumas ações:

- Conhecer os modelos de integração do Projeto de Vida no currículo feito por outras instituições educacionais.
- Desenhar uma proposta viável no curto prazo e outra de implementação no médio prazo. Para isso é importante envolver as famílias, trazê-las

para esta discussão e também os alunos para que opinem, entendam o processo e ajudem no seu desenho. [...]

O projeto ideal deveria ser construído em estreita colaboração com as famílias, para aproximar visões de mundo, expectativas, procedimentos, respeitando os papéis de cada qual. É importante que comece já desde criança, de forma simples e lúdica, com atividades de autoconhecimento, de elaboração de narrativas de origem (conhecendo nossas famílias), e iniciando-os na explicitação de sonhos, desejos e possibilidades. Quanto mais se exercita o autoconhecimento e o conhecimento dos outros, mais rico é o processo de percepção e integração dos saberes.

No projeto de médio prazo o projeto de vida está no centro de um currículo personalizado; cada aluno tem seu mentor; o currículo é por competências e projetos, híbrido, com metodologias ativas e tecnologias digitais. É complexo, difícil, mas faz sentido no mundo de hoje.

## Principais práticas pedagógicas

[...]

Faz parte da metodologia de projetos, uma das metodologias ativas: projetos que desenvolvam a autonomia e a colaboração, construção de histórias, diversos tipos de jogos e dramatizações, investigação cartográfica (acompanhar a vida nos seus movimentos e onde ela está acontecendo, onde circulamos, vivemos, aprendemos, produzimos e nos relacionamos). Os modelos que fazem mais sentido hoje são os híbridos, onde o aluno aprende com materiais *gamificados* com desafios, missões, estações, vídeos, e com momentos de encontros com um Tutor ou Mentor.

É preciso tornar os alunos mais protagonistas nas decisões, na gestão do curso, na avaliação (portfólio digital, avaliação por pares, autoavaliação) e também formar de forma imersiva e contínua os professores para projetos, entre eles o de vida, formações presenciais e *online*; o ideal é em modelos híbridos, combinando momentos presenciais e outros *online*. [...]"

Fonte: MORAN, José. *A importância de construir Projetos de Vida na Educação*. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/10/vida.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

## Sobre interdisciplinaridade

Aqui, transcrevemos um texto que pode auxiliar o docente em aspectos relacionados ao trabalho com interdisciplinaridade.

### “Sobre a prática pedagógica dos questionamentos como eixo mobilizador do ensino integrado

Partindo da dúvida, a postura interdisciplinar procura reindagar as certezas paradigmáticas resultantes das teorias que configuram a atual ciência escolar, e mais, procura considerar como fundamental à construção dessa ciência, a pesquisa criteriosa sobre as ações comprometidas ocorridas em sala de aula. Essa forma de pesquisa permitirá extrair do cotidiano de práticas bem-sucedidas os fundamentos de novas teorizações. [...]

Muitos autores têm estudado e discutido o sentido do humano em sua potencialidade

interdisciplinar. Reflexões tais como a de Juan Suero permitem-nos nos rever a questão do humano em sua essencialidade. Para Suero, o mais característico e constitutivo do caráter humano do ser encontra-se em seu dinamismo de perguntar. Nesse sentido, se o objetivo for, tal como anunciamos, investigar a intencionalidade da ação interdisciplinar em seu caráter antropológico, seremos obrigados a reindagar o *homo quaerens* – do homem como ser que pergunta e da situação específica do seu ato de perguntar.

O *homo quaerens* constitui-se numa das últimas especificidades do ser-racional homem [...].

O que importa, portanto, não é a forma imediata ou remota de conduzir o processo de inquirição, mas a necessidade de verificarmos o sentido que a pergunta contempla. Existem perguntas cujo objetivo explícito é a obtenção de informações imediatas, às quais Suero denomina intelectuais. Outras, entretanto, são existenciais, pois contemplam todos os compromissos e angústias que movem a vida. [...]

Essa questão da pergunta, do sentido *quaerens*, no homem, conduz-nos à seguinte constatação: o saber perguntar, próprio de uma atitude interdisciplinar, envolve uma arte cuja qualidade extrapola o simples nível racional do conhecimento. O exercício

dessa arte de perguntar, que Sócrates denominara maiêutica, levou-nos em nossas pesquisas a algumas investigações especiais que nos suscitaram muitas dúvidas sobre a forma como se pergunta e se questiona em sala de aula. Nesse percurso, norteamos-nos mais pelas dúvidas do que pelos achados, entretanto, essas dúvidas nos conduziram a descrever e a investigar a sala de aula, da forma como segue.

[...] Cada movimento interdisciplinar é como cada momento vivido – único, por isso sugere a quem dele participa (leitor) outros movimentos, também interdisciplinares, portanto, únicos. Falar de movimento interdisciplinar não é, pois, dizer de modelos, mas de possibilidades, que se iniciam no pesquisado e a partir dele podem se transmutar em múltiplas formas e atos.”

Fonte: FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papyrus, 1994. p. 75-79.

## Sobre cultura de paz

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados à cultura de paz na comunidade escolar e na sociedade.

### “Cultura de paz no Brasil

[...]

A questão da violência no Brasil é uma das maiores preocupações da sociedade. Os índices de violência e de insegurança, especialmente nos grandes centros urbanos, aumentaram nas últimas duas décadas. Atualmente, os homicídios são uma das principais causas de morte entre homens jovens de idades entre 15 e 39 anos, sendo que a maioria das vítimas é constituída por homens negros.

[...]

#### **Educação sem violência**

Mais do que teoria e prática, a não violência deve ser uma atitude que permeia toda a prática de ensino, envolvendo todos os profissionais de educação e os estudantes da escola, os pais e a comunidade, em um desafio comum e compartilhado.

Assim, a não violência integrada confere ao professor outra visão do seu trabalho pedagógico. A escola deve dar lugar ao diálogo e ao compartilhamento, tornando-se um centro para a vida cívica na comunidade.

Para obter um impacto real, a educação sem violência deve ser um projeto de toda a escola, o qual deve ser planejado, integrado em todos os aspectos do currículo escolar, na pedagogia e nas atividades, envolvendo todos os professores e profissionais da escola, assim como toda a estrutura organizacional da equipe de tomada das decisões educacionais. As práticas de não violência devem ser coerentes e devem estar refletidas nas regras e na utilização das instalações da escola.

Vista pelo ângulo da não violência, a educação ajuda a:

- aprender sobre as nossas responsabilidades e obrigações, bem como os nossos direitos;
- aprender a viver juntos, respeitando as nossas diferenças e similaridades;
- desenvolver o aprendizado com base na cooperação, no diálogo e na compreensão intercultural;
- ajudar as crianças a encontrar soluções não violentas para resolverem seus conflitos, experimentarem conflitos utilizando maneiras construtivas de mediação e estratégias de resolução;
- promover valores e atitudes de não violência – autonomia, responsabilidade, cooperação, criatividade e solidariedade;
- capacitar estudantes a construir juntos, com seus colegas, os seus próprios ideais de paz.

### Diálogo intercultural

[...]

É fundamental promover e disseminar valores, atitudes e comportamentos que conduzem ao diálogo, à não violência e à aproximação das culturas, em consonância com os princípios da Declaração Universal da Diversidade Cultural, segundo a qual: ‘Em nossas sociedades cada vez mais diversificadas, é essencial garantir uma interação harmoniosa entre pessoas e grupos com identidades culturais plurais, variadas e dinâmicas, bem como sua disposição de viver juntos. Políticas para a inclusão e participação de todos

os cidadãos são garantias de paz, coesão social e vitalidade da sociedade civil’.

Hoje, a paz exige investimentos ativos, liderança esclarecida, valores educacionais poderosos, pesquisa extensiva em inovação social e um ambiente progressista da mídia. [...]

### Aprender a viver juntos

[...] a paz duradoura reside em uma rede complexa e frágil de práticas diárias incorporadas em contextos locais, bem como nas realizações mais efêmeras e criativas de indivíduos e comunidades, que se inspiram na convicção de que constituem as condições sustentáveis para viver juntos com dignidade e prosperidade compartilhada.

Em uma época de desafios e ameaças mundiais crescentes, como a desigualdade, a exclusão, a violência e o sectarismo, agravados pelas tensões e pelos conflitos locais que minam a coesão da humanidade, o ‘aprender a viver juntos’, entre todos os membros da comunidade mundial, torna-se um fator mais atual do que nunca.

Os indivíduos se tornam competentes em termos interculturais por meio da aprendizagem e das experiências de vida na complexidade moderna de nosso mundo heterogêneo e, conseqüentemente, tornam-se preparados para apreciar a diversidade e para administrar conflitos, de acordo com os valores do pluralismo e da compreensão mútua.

[...]

Fonte: UNESCO. **Cultura de paz no Brasil**. Brasília. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasilia/expertise/culture-peace>. Acesso em: 12 maio 2022.

## Sobre bullying

Aqui, transcrevemos um texto que pode auxiliar o docente em aspectos relacionados à violência escolar, em especial o *bullying*.

### “O problema – O que é a violência escolar?”

A violência escolar inclui a violência física, psicológica, violência sexual e o *bullying*; é praticada e vivenciada por estudantes, professores e outros funcionários da escola.

Considera-se violência física qualquer forma de agressão física com a intenção de machucar, e ela inclui o castigo físico e o *bullying* corporal praticados por adultos e outras crianças. No castigo físico, a

força física é usada com a intenção de causar algum grau de dor ou desconforto e é frequentemente usada para punir o fraco desempenho acadêmico ou corrigir mau comportamento.

A violência física inclui a agressão verbal e o abuso emocional, que se manifestam nos atos de isolar, rejeitar, ignorar, insultar, difamar, contar mentiras, xingar, ridicularizar, humilhar e ameaçar e também na forma do castigo psicológico. Este último envolve tipos de castigo que não são físicos, mas que humilham, difamam, elegem um bode expiatório, ameaçam, assustam ou ridicularizam a criança ou o adolescente.

[...]

O *bullying* caracteriza antes um padrão de comportamento do que incidentes isolados, e com frequência se agrava caso não seja controlado. Pode ser definido como o comportamento intencional e agressivo recorrente contra uma vítima, em uma situação em que há um desequilíbrio real ou percebido de poder e as vítimas se sentem vulneráveis e impotentes para se defenderem. Comportamentos de *bullying* podem ser físicos (golpes, chutes e a destruição de bens), verbais (provocação, insulto e ameaça), ou relacionais (difamação e exclusão de um grupo).

[...]

O *bullying* também inclui o *cyberbullying*, que representa uma dimensão a mais de risco e dor. O *cyberbullying* envolve a postagem e envio de mensagens eletrônicas, incluindo textos, fotos ou vídeos, com o objetivo de assediar, ameaçar ou atingir outra pessoa por meio de uma variedade de mídias e plataformas sociais, como redes sociais, salas de bate-papo, *blogs*, mensagens instantâneas e mensagens de texto. O *cyberbullying* pode incluir a difamação, postagens contendo informações falsas, mensagens ofensivas, comentários ou fotos constrangedoras, ou a exclusão de alguém das redes sociais ou outro sistema de comunicação. O *cyberbullying* permite que os agressores permaneçam anônimos, podendo atingir a vítima a qualquer hora e em qualquer dia com mensagens e imagens que podem ser rapidamente visualizadas por uma vasta audiência.

[...]

## **Crianças e adolescentes podem ser tanto vítimas quanto agressores**

Algumas crianças e adolescentes vivenciam a violência e o *bullying* em casa e na escola, e tanto no mundo real como no virtual. A fronteira entre o mundo real e o virtual torna-se cada vez mais indistinta, conforme as novas tecnologias [digitais] de informação e comunicação [TDICs] passam a integrar a vida diária de crianças e adolescentes. Os que relatam ter praticado *cyberbullying*, normalmente relatam também ter sofrido este tipo de *bullying*, e muitas vítimas *online* também sofrem *bullying* pessoalmente.

Os praticantes do *bullying* com frequência têm problemas subjacentes; aqueles que cometem o *bullying* o fazem devido à frustração, humilhação, raiva ou para obter *status* social.

[...]

## **Algumas vítimas da violência escolar e do bullying não contam a ninguém sobre isso**

Com frequência, as crianças e adolescentes mais vulneráveis e que mais precisam de apoio, são as menos propensas a denunciar os incidentes ou a procurar ajuda. Entre as razões para não contar a ninguém ou denunciar a violência e o *bullying* estão a falta de confiança nos adultos, em particular professores, o medo de repercussões ou represálias, o sentimento de culpa, a vergonha ou confusão, e o receio de não serem levadas a sério ou de não saberem onde procurar ajuda.

As crianças e adolescentes normalmente acreditam que os adultos, incluindo os professores, não enxergam o *bullying*, mesmo quando ele acontece em sua frente, ou não consideram como *bullying* determinadas ações, embora estas sejam reconhecidas como tal pelas crianças. No caso de os agressores serem os professores ou outros funcionários, denunciar a violência ou abuso torna-se particularmente desafiador.

[...]

## **A violência escolar e o bullying tem um impacto negativo na qualidade e no desempenho educacionais**

Os efeitos educacionais nas vítimas da violência escolar e do *bullying* são significativos. A violência e



o *bullying* cometidos por professores ou outros estudantes podem fazer com que as crianças e adolescentes tenham medo de ir à escola, bem como interferir em sua capacidade de concentração em sala de aula ou na participação de atividades escolares. Seu efeito nas testemunhas pode ser semelhante.

As consequências incluem [...] evitar atividades escolares, faltar a aulas ou abandonar completamente a escola, o que afeta negativamente o desempenho e resultados acadêmicos, bem como futuras possibilidades de emprego. As crianças e adolescentes que são vítimas da violência podem tirar notas baixas e serem menos propensas a alcançar o ensino superior. Análises de avaliações internacionais de aprendizagem salientam o impacto do *bullying* nos resultados de aprendizagem. Elas mostram claramente que o *bullying* reduz o desempenho dos estudantes em matérias essenciais como a matemática, e outros estudos também documentaram um impacto negativo da violência escolar e do *bullying* no rendimento escolar.

As testemunhas e o ambiente escolar como um todo também são afetados pela violência escolar e pelo *bullying*. Ambientes de aprendizagem não seguros criam um clima de medo e insegurança e a percepção de que os professores não têm controle ou não se importam com o bem-estar dos estudantes, o que reduz a qualidade da educação para todos os estudantes.

[...]

### **A resposta**

O setor de educação, em seu trabalho conjunto com outros setores e partes interessadas, tem a responsabilidade de proteger as crianças e jovens da violência e oferecer um ambiente de aprendizagem seguro e inclusivo para todos os estudantes. A escola também é um lugar onde o comportamento violento pode ser modificado e o comportamento não violento aprendido; tanto o ambiente de aprendizagem quanto o conteúdo educativo podem transmitir uma compreensão dos direitos humanos, igualdade de gênero, valores de respeito e solidariedade e habilidades para se comunicar, negociar e resolver os problemas pacificamente. Além disso, as escolas sem violência também podem promover a não violência na comunidade em geral.

[...] As evidências mostram que as respostas com base em uma abordagem que envolve todo o setor (e toda a escola), bem como intervenções que previnem e combatem este problema, podem fazer a diferença. Esse tipo de abordagem não apenas reduz a violência escolar e o *bullying*, mas também contribui para reduzir o absenteísmo, promovendo a melhora do desempenho acadêmico e aperfeiçoando as habilidades sociais e bem-estar das crianças. Uma abordagem efetiva e abrangente do setor de educação face à violência escolar e o *bullying* inclui todos os elementos a seguir:

**Liderança** inclui: desenvolver e colocar em prática leis e políticas nacionais que protejam as crianças e adolescentes da violência escolar e do *bullying* nas escolas; e alocar recursos adequados para combater esse problema.

**Ambiente escolar** inclui: criar um ambiente de aprendizagem seguro e inclusivo; forte gestão; desenvolver e colocar em prática políticas e códigos de conduta escolares e garantir que os funcionários que os violem sejam penalizados.

**Capacidade** inclui: treinamento e suporte para professores e outros funcionários, garantindo que tenham o conhecimento e habilidades necessários para colocar em prática programas de prevenção à violência e respondam aos incidentes de violência escolar e ao *bullying*; desenvolver o potencial das crianças e adolescentes; desenvolver conhecimento, atitudes e habilidades apropriados à prevenção da violência entre crianças e adolescentes.

**Parcerias** inclui: promover a conscientização sobre o impacto negativo da violência escolar e do *bullying*; colaboração com outros setores em âmbito nacional ou local; parcerias com professores e sindicatos de professores, trabalho com famílias e comunidades; participação ativa de crianças e adolescentes.

**Serviços e apoio** inclui: fornecer mecanismos de denúncia e informação acessíveis, confidenciais e sensíveis às crianças; disponibilizar orientação e apoio; e encaminhamento a serviços de saúde, entre outros.

**Evidência** inclui: implementação de amplo conjunto de dados; monitoramento e avaliação rigorosos para acompanhar o progresso e os resultados; e pesquisa para estabelecer uma base de informações para a elaboração de programas e intervenções.

[...]

### **Ambiente escolar**

A adoção de uma sólida gestão escolar por conselhos de administração escolares e diretores, e de políticas escolares voltadas aos funcionários e estudantes sobre a violência e o *bullying* e seus códigos de conduta são fundamentais para criar escolas acolhedoras e ambientes de aprendizagem seguros, solidários e inclusivos.

Entidades administrativas e estruturas de gestão escolares têm o dever da proteção e a necessidade de transmitir uma mensagem clara de que a violência e o *bullying* são inaceitáveis. [...] Os estudantes e funcionários precisam garantir que as transgressões resultem em sanções, daí a necessidade de a gestão escolar assegurar que as políticas escolares e códigos de conduta existam e sejam colocados em prática.

As políticas escolares devem identificar quais são as responsabilidades e ações dos funcionários para que previnam a violência e o *bullying* e interfiram quando necessário. Os códigos de

conduta voltados aos professores precisam fazer menção à violência e ao abuso de forma explícita, e assegurar que as penalidades sejam estipuladas claramente e sejam consistentes com as estruturas jurídicas em prol dos direitos e proteção das crianças. [...] Códigos de conduta, políticas escolares e procedimentos para combater a violência e *bullying* devem, idealmente, ser integrados em lições nas salas de aula.

As escolas que acolhem todos os estudantes e funcionários também são caracterizadas por uma cultura inclusiva e reflexiva, que inclui: uma liderança comprometida com valores inclusivos e um estilo de liderança participativo; um alto nível de colaboração dos funcionários e solução conjunta de problemas; e valores similares compartilhados por estudantes, pais e a comunidade. Pesquisas sugerem que o incentivo a uma cultura inclusiva, da parte de autoridades escolares, depende da promoção de novos sentidos sobre a diversidade, práticas inclusivas nas escolas e a construção de uma ligação entre comunidade e escolas. Em tal ambiente, os estudantes não somente se tornam mais preparados para reconhecer situações de violência ou abuso, mas se sentem mais confortáveis em reportar incidentes de violência ou *bullying* sofridos ou testemunhados na escola para um professor ou outro adulto de confiança.

[...]"

Fonte: UNESCO. **Violência escolar e bullying**: relatório sobre a situação mundial. Brasília, 2019. Disponível em: [https://sites.usp.br/sp-proso/wp-content/uploads/sites/526/2019/07/violencia\\_escolar\\_bullying\\_unesco.pdf](https://sites.usp.br/sp-proso/wp-content/uploads/sites/526/2019/07/violencia_escolar_bullying_unesco.pdf). Acesso em: 16 maio 2022.

## **Sobre automutilação em adolescentes**

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados à automutilação sob o enfoque do contexto escolar.

### **“O que é e como lidar com a automutilação na escola**

Lâminas de apontador, compassos, estiletes. Esses simples objetos que fazem parte do material escolar têm sido usados por adolescentes para automutilação, também conhecido por *cutting*. Essa prática foi reconhecida como transtorno mental em 2013 pela Sociedade Americana de

Psiquiatria e pode ser definida como uma agressão ao próprio corpo sem intenção consciente de suicídio. Segundo a psicóloga Cláudia Paiva de Magalhães [...], pesquisas feitas nos Estados Unidos mostram que os casos ficaram mais frequentes na última década.

Como muitos deles ocorrem no início da adolescência, a escola precisa estar atenta a esses movimentos entre os alunos para tomar as medidas necessárias. Confira abaixo as principais dúvidas sobre o tema e maneiras de lidar com isso.

### **O que é automutilação?**

A automutilação é uma prática de agredir o próprio corpo, que pode acontecer de diferentes formas. A mais comum é fazer pequenos cortes na pele, mas a pessoa também pode se bater, se queimar com cigarro, arrancar os cabelos, se furar com agulhas ou praticar qualquer outra autolesão. 'Os ferimentos costumam ser feitos em lugares que podem ser escondidos, como braço, perna e barriga. Os adolescentes tentam escondê-los com pulseirinhas, deixam de usar *shorts* e passam a usar mais mangas longas', explica Jackeline Giusti, psiquiatra assistente do ambulatório de adolescentes com problemas de automutilação, do Instituto de Psiquiatria da Universidade de São Paulo (USP).

### **O que motiva esse comportamento?**

Muito diferente do que as pessoas acham, o autor não busca a dor física pelo prazer de senti-la. 'Na maioria dos casos, a automutilação é reflexo de uma incapacidade de lidar com seus próprios sentimentos, como angústias, medos, tristeza e conflitos. Os adolescentes veem nessa prática a saída mais rápida para aliviar esse intenso sofrimento. É uma troca da dor emocional pela dor física', explica a psicóloga Cláudia. O ato também pode ter relação com se punir por alguma atitude, raiva ou com a autoestima baixa. Em algumas situações, pode estar associado à depressão. 'Não precisa existir um transtorno psiquiátrico, mas, geralmente, há uma tristeza envolvida', aponta Jackeline, da USP.

Para João Paulo Braga, doutor em Sociologia pela Universidade Federal do Ceará e autor da tese 'Autolesão na Era da Informação: uma abordagem sociológica do *cutting* entre subculturas urbanas', apesar dos estudos se concentrarem na área médica, é preciso considerar as razões sociais que levam ao crescimento do fenômeno. 'A base do *cutting* está no empobrecimento das relações interpessoais das crianças logo no início da adolescência, somado a um grau de exigência muito

grande, não só de estudo, mas de beleza física', diz. Ele afirma que, apesar do aumento dos casos, a automutilação não é um modismo adolescente. 'Quase todos os relatos que obtive durante os cinco anos de pesquisa apontam problemas familiares como abandono de um ou ambos os pais, rejeição e agressão pelo fato de serem homossexuais, abuso sexual, humilhações que o indivíduo sofre por parte de um dos genitores ou mesmo a vivência com pais excessivamente individualistas e ausentes', indica.

[...]

### **Existe um perfil de pessoas que se automutilam?**

A prática costuma se iniciar no começo da adolescência, por volta dos 12 anos, e vai perdendo força à medida que o adolescente se aproxima dos 18 ou 19 anos. Apesar de ser mais frequente entre meninas, Jackeline, do Instituto de Psiquiatria da USP, alerta que a automutilação costuma ser mais agressiva entre os meninos. 'Às vezes, a intenção é fazer cortes superficiais, mas pela impulsividade e força, acabam fazendo lesões mais sérias do que planejadas', diz.

### **O que fazer quando um aluno está se automutilando?**

A instituição precisa estar atenta aos possíveis sinais – como blusas de frio em altas temperaturas, isolamento, sintomas de baixa autoestima ou depressão, uma vez identificado um caso, chamar aluno e responsáveis para conversar. 'Muitas vezes, os familiares acabam não percebendo isso dentro de casa, o que pode acabar agravando o quadro na medida em que o tempo passa. Muitos acham que usar roupas de mangas longas, se isolar, ou ficar deprimido é *coisa de adolescente* ou *modinha*, mas não é', comenta Cláudia.

Na hora de conversa com o estudante que se automutila, é necessário ter uma atitude acolhedora, sem julgamentos, se mostrar disposto a ouvi-lo e tentar entender. 'Às vezes, o sofrimento está associado à uma dificuldade dele na escola, como não conseguir passar de ano, e uma conversa franca pode diminuir a tensão', sugere Jackeline. A atitude acolhedora também vale para os pais que, geralmente, não sabem como reagir à situação.

A escola também pode sugerir que o jovem seja encaminhado a um especialista – psicólogo ou psiquiatra – para análise do caso e, se necessário, iniciar um tratamento até que o quadro seja estabilizado.

### **A escola deve trabalhar o tema, mesmo sem identificar um caso de automutilação?**

Sim. Para Jackeline, a abordagem na escola tem que começar antes do problema. ‘Muitos dos adolescentes

que eu recebo no ambulatório sofreram *bullying* por muito tempo. Por isso, é fundamental realizar um trabalho *antibullying* e atividades que melhorem a autoestima, desenvolvendo habilidades para expor ideias e lidar com as diversidades e adversidades’, explica. Essas atividades melhoram a capacidade de expressão e o sentimento de pertencimento dos estudantes durante essa fase da vida.”

Fonte: SEMIS, Laís. O que é e como lidar com a automutilação na escola. *Nova Escola*. São Paulo, 25 nov. 2016. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/3384/cutting-o-que-e-como-lidar-com-automutilacao-na-escola>. Acesso em: 18 maio 2022.

## **Sobre violência contra a mulher**

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados ao compromisso educacional em relação à violência contra meninas e mulheres.

### **“Escola que empodera: uma vida sem violência para meninas e mulheres se faz com educação**

A violência contra meninas e mulheres é uma mazela perene de nossa sociedade, fruto de nossa sociedade patriarcalista, e que segue perpetuada pelo machismo estrutural. Embora saibamos que as vitórias jurídicas conquistadas com muita luta e movimento sejam de extrema importância para enfrentarmos e combatermos as muitas e diferentes violências, entendemos que uma mudança cultural é o que realmente vai conseguir transformar essa realidade que coloca o Brasil entre os países que mais matam mulheres – o 5º do *ranking* mundial em número de feminicídios.

A Lei Maria da Penha – LMP (Lei nº 11 340, de 7 de agosto de 2006) e a tipificação penal do feminicídio (Lei nº 13 104, de 9 de março de 2015) são avanços significativos para essa mudança cultural, mas é de fácil percepção que os remédios legais, tão somente, não conseguem a mudança almejada, afinal o prevenido não precisa ser remediado. Essa transformação precisa abranger todos os espaços da sociedade, e com maior importância, precisa ser central no ambiente escolar, pois na escola existem inúmeras manifestações da diversidade e uma escolarização em que os saberes formais e práticas pedagógicas

voltam-se para a formação crítica e emancipadora, pautada no respeito às diferenças, é um instrumento inigualável na busca pela desconstrução das desigualdades ou, ao contrário, pode agir na manutenção de preconceitos e fomentando discriminações. Não raro o diferencial social atribuído a meninas e meninos no ambiente escolar, as barreiras que lhes são impostas provocam exclusão, críticas e isolamentos daquelas/es que não se enquadram nos padrões pre-determinados. O sexismo é encarado como natural e necessário para o controle dos corpos. Machismo e as intimidações às expressões de gênero são incluídas no pacote do *bullying*.

Porém, a instituição escolar possui responsabilidade legal e social de promover diálogos e reflexões que permitam um descortinar de olhares com vistas à construção de uma educação e, sobretudo, de uma sociedade, mais fraterna e inclusiva. [...] O Currículo em Movimento da Educação Básica da SEEDF [Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal], em seus Pressupostos Teóricos, propõe Eixos Transversais que possibilitam uma organização curricular que aborde temas atuais e importantes para se promover o reconhecimento e respeito às diferenças, de forma a

contribuir com uma cultura de paz nas escolas, dos quais destaco 'Educação para a Diversidade' e 'Cidadania e Educação em e para os Direitos Humanos', por trazerem relevo ao entendimento da Secretaria quanto às relações de gênero e sua abordagem no ambiente escolar:

[...] se as relações entre homens e mulheres são um fenômeno de ordem cultural, podem ser transformadas, sendo fundamental o papel da educação nesse sentido. Por meio da educação, podem ser construídos valores, compreensões e regras de comportamento em relação ao conceito de gênero e do que venha a ser mulher ou homem em uma sociedade, de forma a desconstruir as hierarquias historicamente constituídas. O conceito de gênero também permite pensar nas diferenças sem transformá-las em desigualdades, sem que estas sejam ponto de partida para as discriminações e violências (DISTRITO FEDERAL. **Currículo em Movimento da Educação Básica**. Pressupostos Teóricos, 2014, p. 42).

A inclusão desses eixos, para além do currículo prescrito, dá vida a uma educação integral por proporcionar visibilidade ao 'ser humano multidimensional' provocando uma ruptura estrutural na lógica do poder segregante e fortalecer, assim, a responsabilização da escola com a Educação para a Diversidade, com a Cidadania e com os Direitos Humanos, asseverando que a escola deve ser vista como 'um lugar de instrução e socialização, de expectativas e contradições, ou seja, um ambiente onde as diversas dimensões humanas se revelam e são reveladas' (DISTRITO FEDERAL, 2014, p. 10). [...]

É na escola, portanto, que encontramos o espaço propício para tratar das questões da diversidade uma vez que são narrativas historicamente excluídas, mas que possuem implicações profundas no desenvolver social, cultural, econômico e político de toda sociedade. É na escola que devem prevalecer as orientações legítimas e científicas sobre problemáticas concretas como é a da violência contra meninas e mulheres.

Nesse sentido, além de 'normativas' internacionais, como a Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Contra a Mulher (CEDAW) e a Convenção de Belém do Pará, nacionais, como o Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM) e a própria LMP, destaco legislações locais que não só orientam, como determinam e nos provocam, para uma atuação como agentes de transformação das desigualdades entre meninas e meninos, mulheres e homens e que, uma vez sob o Currículo em Movimento que aqui falamos brevemente e no qual destaca-se o compromisso com a diversidade, encontramos ainda mais respaldo para o trato com tais questões junto à comunidade escolar.

[...] além do currículo é preciso levar em consideração o contexto no qual professoras/es foram formados e se formam continuamente, uma vez que toda pessoa carrega uma bagagem que precisa ser considerada. Considerando que tais valores e conhecimentos também foram construídos sob nosso contexto machista, há que se refletir sobre as diversas habilidades que lhes são cobradas e, desse modo, oferecer subsídios para que possam desconstruir ideias preconceituosas, por vezes arraigadas, e assim atuar de maneira assertiva no enfrentamento à violência contra meninas e mulheres. [...]"

Fonte: MACEDO, Aldenora Conceição de. **Escola que empodera: uma vida sem violência para meninas e mulheres se faz com educação**. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/informacoes/cidadania/nucleo-judiciario-da-mulher/parceiros/artigos-1/escola-que-empodera-uma-vida-sem-violencia-para-meninas-e-mulheres-se-faz-com-educacao-por-aldenora-conceicao-de-macedo-professora-seedf.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.

Este é um esquema que pode auxiliar o docente a orientar os estudantes em aspectos relacionados ao trabalho com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs).

# PRODUZINDO MÍDIAS DIGITAIS

MENSAGEM	PÚBLICO-ALVO	PRODUÇÃO	INTERAÇÃO	FERRAMENTAS
O que eu quero comunicar? Pense no conteúdo que vai transmitir, no seu formato e nos meios pelos quais será divulgado, ou seja, na mídia.	Identifique quem vai ter contato com a sua publicação. Isso ajuda na escolha adequada da mídia.	Escolha a mídia, procure informações confiáveis, providencie autorizações para uso de sons, textos e imagens.	Faça uma publicação convidativa que chame a atenção. Saiba ouvir sugestões e aceitar críticas.	Prefira aplicativos gratuitos que tenham tutoriais disponíveis e sejam fáceis de usar.



## BLOG

É uma página *on-line* na qual os usuários podem trocar informações relacionadas com uma determinada área de interesse.

### NELE PODEM SER PUBLICADOS



IMAGENS



TEXTOS



ÁUDIOS



VÍDEOS



### PESQUISA

- Busque informações sobre o assunto em fontes confiáveis, que tenham uma origem identificável (autor, instituição, grupo de pesquisa etc.) e que sejam veiculadas por um meio de comunicação reconhecido e isento.
- Não copie o texto de outra pessoa. Copiar textos e ideias é o que se chama plágio, um procedimento que é crime. Busque por imagens com direito de uso livre, evitando assim utilizar imagens com direito de uso restrito. Isso também vale para vídeos e áudios.

Verifique a data da informação para usá-la adequadamente.

### ELABORAÇÃO

- O primeiro passo para iniciar os trabalhos é escolher o estilo de texto que será utilizado. Sinta-se livre para explorar as possibilidades, como:
  - dissertação;
  - reportagem;
  - poema;
  - entrevista.
- Crie um título chamativo, que deixe claro o assunto que será abordado. Faça uma contextualização do assunto e destaque o que considerar importante.

Com o texto pronto, peça que alguém faça uma leitura buscando apontar formas de deixá-lo melhor.



## PODCAST \*

É um arquivo digital de áudio, que tem como propósito compartilhar informações. Ele costuma ser transmitido através da internet.

### ETAPAS DE PRODUÇÃO

- 1 Escolha o assunto que você irá abordar e dê enfoque às informações que façam sentido ao ouvinte.
- 2 Defina o formato do *podcast* (entrevista, debate, apresentação, entre outros).
- 3 Para deixar o *podcast* mais dinâmico e interessante, você pode convidar outras pessoas que entendam sobre o assunto!

Com essas definições, elabore um **roteiro** do que vai falar. Ele pode apresentar apenas os tópicos principais ou anotações mais detalhadas, como dados difíceis de memorizar.

### DICAS DE GRAVAÇÃO

- Você pode gravar com o seu celular. Se possível, utilize também um microfone acoplado ao fone de ouvido. Escolha um local silencioso para obter um áudio sem ruídos.

Com o roteiro em mãos, treine tudo o que você pretende falar. Isso vai ajudá-lo a se expressar com fluidez e segurança. Você pode gravar um áudio prévio durante esse treino.

### EDIÇÃO

- Utilize aplicativos ou programas para a edição. Elimine ruídos, regule o volume das vozes e inclua efeitos e trilhas sonoras, sempre respeitando as licenças de uso.

\*Podcast é uma junção de *pod*, do inglês "personal on demand" (de demanda pessoal), com *cast*, de "broadcast" (radiodifusão).

## PUBLICAÇÃO

Existem plataformas específicas para a hospedagem de *blogs*, áudios e vídeos, sendo muitas delas gratuitas. Informe-se a respeito. Para usar a plataforma, crie uma conta com um endereço de *e-mail* ativo e efetue seu cadastro. Compartilhe sua publicação!



## VÍDEO

Permite compartilhar informações por meio da gravação e da reprodução de imagens que podem estar acompanhadas de sons.

### ETAPAS DE PRODUÇÃO

- 1 Escolha o tema para apresentar.
- 2 Pesquise sobre o assunto a ser abordado.
- 3 Produza um roteiro, isso pode tornar o seu vídeo mais organizado.

Crie uma identidade visual, o que facilita o reconhecimento de seu vídeo.

### DICAS DE GRAVAÇÃO

- Defina o cenário e fique atento à iluminação e aos ruídos do local.
- Escolha o equipamento para a captação de áudio e imagem. É possível produzir um vídeo com qualidade de som e imagem com um celular e iluminação natural.
- Durante a gravação, se errar, continue gravando; erros podem ser retirados durante a edição.

Um segundo celular pode ser utilizado para captar o som.

### EDIÇÃO

- Utilize aplicativos ou programas de computador para a edição de seus vídeos.
- Você pode incluir efeitos visuais e trilhas sonoras.

Você pode optar por utilizar trilhas sonoras gratuitas.

Elaborado com dados obtidos de: WILCOX, C.; BROOKSHIRE, B.; GOLDMAN, J. G. (ed.). *Science blogging: the essential guide*. New Haven: Yale University Press, 2016; GEOGHEGAN, M. W.; KLASS, D. *Podcast solutions: the complete guide to audio and video podcasting*. 2. ed. Berkeley: Apress, 2007; BIRLEY, S. *The vlogger's handbook*. Londres: Quarto Publishing, 2019.

## Abordagem teórico-metodológica no desenvolvimento de habilidades e competências

A seguir, são apresentadas, por unidade, práticas didático-pedagógicas e objetos de conhecimento relacionados às habilidades propostas na BNCC a serem desenvolvidos pelo estudante do 9º ano.

### Unidade A

Nessa unidade, os temas contemplam habilidades de Ciências propostas pela BNCC para o 9º ano. Conceitos e habilidades dos anos anteriores também são ampliados e aprofundados, promovendo o desenvolvimento do estudante nos objetos de conhecimento e habilidades do ano atual.

Os capítulos da unidade estão focados na unidade temática *Matéria e energia*, propondo o estudo de temas fundamentais da Química, como a composição e as propriedades das substâncias químicas, as reações químicas e a estrutura da matéria, e introduzindo o conceito de radiações eletromagnéticas e suas aplicações. Durante toda a unidade, o livro do estudante estimula uma reflexão sobre a perspectiva histórica da construção do conhecimento a partir do estudo de diferentes modelos atômicos.

No fechamento da unidade, propõe-se uma atividade de investigação e reflexão na qual os estudantes devem buscar informações sobre os diferentes elementos químicos, em uma perspectiva ampla que abranja desde a história do seu descobrimento até suas aplicações para a sociedade e seus impactos na saúde humana. Assim, a atividade estimula o estudante a compreender a construção histórica do conhecimento científico e a importância do estudo da Química para a vida em sociedade.

O livro do estudante apresenta como estratégias algumas práticas didático-pedagógicas, tais como: experimentação, construção de conceitos a partir de pesquisa, trabalho em equipe, registro reflexivo, questões discursivas e outras atividades que podem ser realizadas individualmente ou em grupo e compartilhamento de conhecimentos em plataforma digital.

O quadro a seguir apresenta, de forma sucinta, os principais objetivos de cada capítulo dessa unidade e sua justificativa.

Capítulo 1	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Retomar os conceitos de temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade, algumas das propriedades que caracterizam substâncias.</li> <li>Saber mais sobre transformação química, reagentes e produtos.</li> <li>Aprender sobre Lei de Lavoisier, Lei de Proust e Teoria Atômica de Dalton.</li> <li>Reconhecer a diferença entre elementos químicos e substâncias químicas.</li> <li>Saber o que é símbolo (de elemento) e fórmula (de substância).</li> <li>Aprender o que é equação química.</li> </ul>	<p>Mostrar a Lei de Lavoisier (conservação da massa) e a Lei de Proust (proporções constantes) como generalizações de fatos experimentais. Propiciar o entendimento de como a Teoria Atômica de Dalton explicou essas duas leis. Favorecer a compreensão de modelos moleculares e de equações químicas.</p>
Capítulo 2	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manipular materiais simples para realização de um experimento de eletrização por atrito.</li> <li>Saber que cargas elétricas interagem atrativa ou repulsivamente; cargas de sinais opostos se atraem e cargas de mesmo sinal se repelem.</li> <li>Aprender a consultar a tabela periódica dos elementos de modo a obter informações sobre o nome, símbolo e número atômico dos elementos.</li> <li>Determinar para certo átomo neutro, o número de prótons, de elétrons e de nêutrons.</li> </ul>	<p>Por meio do experimento que abre o capítulo, manipular materiais simples para realizar um experimento de eletrização por atrito, a fim de compreender a existência de interações entre cargas elétricas. A seguir, partindo dos conhecimentos adquiridos sobre cargas elétricas, entender um modelo científico que descreve o átomo com núcleo e eletrosfera.</p>
Capítulo 3	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquirir noções sobre a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.</li> <li>Reconhecer a presença de ondas eletromagnéticas em nosso cotidiano.</li> <li>Aprender sobre espectros atômicos.</li> <li>Conhecer o modelo atômico de Bohr.</li> <li>Reconhecer fatos cotidianos explicáveis pelo modelo de Bohr.</li> <li>Conhecer a distribuição eletrônica nas camadas para elementos representativos e a distribuição eletrônica e tabela periódica.</li> </ul>	<p>Fornecer uma noção sobre as ondas eletromagnéticas e sua importância, possibilitando a compreensão de que ondas eletromagnéticas podem interagir com a matéria, por exemplo, sendo absorvidas nas excitações eletrônicas e emitidas no retorno ao estado fundamental de elétrons excitados.</p>



## Unidade B

Na segunda unidade, os temas contemplam a unidade temática *Matéria e energia*. O livro do estudante propõe o estudo das ligações químicas, integrando-o aos conhecimentos sobre a estrutura da matéria desenvolvidos na primeira unidade; das ondas sonoras, suas propriedades e aplicações; e da luz e de manifestações associadas a ela, incluindo a percepção das cores dos objetos. O estudante é instigado a refletir sobre a relação entre a intensidade dos sons e o desenvolvimento de problemas auditivos e a investigar o princípio de funcionamento dos instrumentos musicais.

No fechamento da unidade, propõe-se uma atividade para que o estudante investigue os principais mecanismos envolvidos na transmissão e na recepção de imagem e

som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana. Ele também é estimulado a pesquisar e apresentar argumentos sobre a importância das ondas sonoras e eletromagnéticas para o diagnóstico e o tratamento de enfermidades.

Como estratégias para desenvolver as habilidades propostas, o livro do estudante apresenta algumas práticas didático-pedagógicas, tais como: pesquisa temática, construção de conceitos a partir de pesquisa, trabalho em grupo, experimentação, questões discursivas que podem ser respondidas individualmente ou em grupo e compartilhamento de conhecimentos em plataforma digital.

O quadro a seguir apresenta, de forma sucinta, os principais objetivos de cada capítulo dessa unidade e sua justificativa.

Capítulo 4	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obter noções sobre ligações químicas.</li><li>• Aprender sobre algumas substâncias químicas de importância cotidiana.</li><li>• Ter noção de que a distribuição eletrônica nas camadas possibilita a previsão de ligações químicas.</li><li>• Obter noções sobre substâncias iônicas, moleculares e metálicas e suas propriedades.</li><li>• Reconhecer a importância de elementos químicos no cotidiano.</li><li>• Relacionar (de modo introdutório) valência e tabela periódica.</li></ul>	Estabelecer a noção de que as substâncias podem ser classificadas em três categorias (iônicas, moleculares e metálicas), de acordo com o tipo de ligação química presente, e ser capaz de realizar a previsão da fórmula que pode representar algumas substâncias iônicas e moleculares.
Capítulo 5	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender sobre som, ondas sonoras e intensidade sonora.</li><li>• Reconhecer os efeitos da intensidade sonora sobre o ser humano.</li><li>• Relacionar frequência de um som e altura (grave/agudo).</li><li>• Aprender os princípios básicos de funcionamento dos instrumentos musicais de corda, de sopro e de percussão.</li><li>• Entender que a velocidade do som depende do material no qual ele se propaga.</li><li>• Saber o que são reflexão e absorção do som.</li><li>• Aprender o conceito de eco.</li><li>• Saber o que é ultrassom e conhecer algumas de suas aplicações.</li></ul>	Caracterizar o som como uma manifestação que se propaga pelo ar (e também por outros materiais) por meio de ondas que não podem ser vistas, mas cujos efeitos podem ser detectados, por exemplo, pela nossa audição. Investigar e compreender os princípios em que se fundamentam os instrumentos musicais.
Capítulo 6	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender que a luz se propaga em linha reta.</li><li>• Saber mais sobre raio de luz, fonte luminosa e corpo iluminado.</li><li>• Compreender que a luz branca é composta de várias cores.</li><li>• Aprender sobre reflexão, absorção e refração da luz.</li><li>• Relacionar a absorção da luz à cor dos objetos iluminados.</li><li>• Reconhecer cores primárias de luz e de corantes.</li><li>• Compreender como se dá a propagação retilínea da luz e a formação de sombras e de penumbra.</li><li>• Obter noções sobre espelhos planos, espelhos côncavos e espelhos convexos e a presença deles no cotidiano.</li><li>• Entender a formação do arco-íris.</li></ul>	Diferenciar cores primárias de luz de cores primárias de corante. Com fundamentação nesses conceitos, compreender a composição das cores em televisores, monitores de computador e telas de celulares, bem como na impressão em cores. Adquirir noções sobre a formação de imagens em diferentes tipos de espelho.

## Unidade C

Nessa unidade, os temas contemplam habilidades propostas para o 9º ano, além de conceitos e habilidades dos anos anteriores, ampliados e aprofundados, promovendo o desenvolvimento do estudante nos objetos de conhecimento e habilidades do ano atual.

Os capítulos dessa unidade estão focados na unidade temática *Terra e Universo*, propondo o estudo do Sistema Solar e de seus componentes, estrutura e localização, ressaltando a Via Láctea como uma das galáxias que compõem o Universo e apresentando o processo de evolução estelar. O estudante é levado a refletir a respeito do planeta Terra no Sistema Solar e na Galáxia, bem como sobre o modo como diferentes povos e culturas utilizavam o conhecimento astronômico e a possibilidade de existir vida extraterrestre, considerando os pré-requisitos para esse fenômeno. Ao longo da unidade, conceitos de cinemática e as Leis de Newton são apresentados como arcabouço para a compreensão dos movimentos dos corpos celestes.

No fechamento da unidade, o livro do estudante propõe uma atividade de investigação e argumentação

sobre a viabilidade da sobrevivência do ser humano fora da Terra a partir da análise das características dos demais planetas do Sistema Solar, com coleta de informações sobre missões astronáuticas já planejadas. Propõe também uma pesquisa sobre as relações de diferentes povos e culturas com as leituras do céu, suas explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar e a maneira como aplicavam ou ainda aplicam esses conhecimentos às suas necessidades. A atividade estimula o estudante a tomar consciência dos avanços científicos em relação à exploração espacial e, por outro lado, da importância da cultura e dos saberes populares que nascem da percepção e da vivência dos povos.

O livro do estudante apresenta, como estratégias para desenvolver as habilidades propostas, algumas práticas didático-pedagógicas, dentre as quais podemos citar: atividade reflexiva, registro no caderno, trabalho em equipe, pesquisa temática e compartilhamento de conhecimentos em plataforma digital.

O quadro a seguir apresenta, de forma sucinta, os principais objetivos de cada capítulo dessa unidade e sua justificativa.

Capítulo 7	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender o conceito de queda livre e as ideias de Galileu sobre esse tema.</li><li>• Distinguir movimento com velocidade constante de movimento acelerado.</li><li>• Saber mais sobre aceleração da gravidade.</li><li>• Aprender sobre queda livre e queda sob resistência do ar.</li></ul>	Capacitar os estudantes a diferenciar velocidade (escalar) de aceleração (escalar), compreender o que é trajetória e descrever movimentos retilíneos como acelerados ou não.
Capítulo 8	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Saber mais sobre grandezas escalares e grandezas vetoriais.</li><li>• Reconhecer o conceito de força.</li><li>• Aprender sobre as contribuições de Newton para o entendimento da relação entre massa, força e aceleração.</li><li>• Compreender os conceitos de massa e inércia.</li><li>• Diferenciar massa de peso.</li><li>• Conhecer o dinamômetro.</li></ul>	Possibilitar a compreensão da diferença entre as grandezas escalares e as vetoriais, das três Leis de Newton e de vários casos cotidianos que podem ser explicados por elas.
Capítulo 9	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obter noções triviais da dinâmica do movimento circular e noções de gravitação universal.</li><li>• Diferenciar o modelo geocêntrico do modelo heliocêntrico.</li><li>• Conhecer as contribuições de Galileu e de Newton para a Astronomia.</li><li>• Aprender sobre o Sistema Solar e seus principais constituintes.</li><li>• Distinguir planetas telúricos de planetas jovianos.</li><li>• Reconhecer as principais características do Sol e obter noções sobre a origem da energia solar.</li><li>• Aprender sobre Via Láctea e outras galáxias.</li><li>• Obter noções sobre as dimensões da Via Láctea e a localização do Sistema Solar nela.</li><li>• Relacionar a temperatura com a cor das estrelas.</li><li>• Aprender sobre luminosidade estelar e o ciclo evolutivo das estrelas.</li><li>• Saber sobre o tempo aproximado de permanência do Sol na sequência principal, sua transformação em gigante vermelha e seu destino como anã branca.</li></ul>	Apresentar o conceito de força centrípeta de modo conceitual, possibilitando o entendimento de que um movimento circular ocorre sob a ação de uma resultante que aponta para o centro de curvatura da trajetória. A partir disso, abordar a constituição do Sistema Solar, localizando-o na Via Láctea, e discutir o ciclo de evolução estelar, contextualizando o Sol nesse estudo.

## Unidade D

Nessa unidade, os temas contemplam habilidades de Ciências propostas pela BNCC para o 9º ano, com foco na unidade temática *Vida e evolução*. O livro do estudante propõe a compreensão do surgimento da diversidade da vida na Terra a partir do estudo da transmissão das características genéticas, a hereditariedade, aliada ao estudo da evolução fundamentada no conceito de seleção natural. Ao longo dos capítulos, o estudante é estimulado a tomar consciência do seu protagonismo na conservação dessa biodiversidade, refletindo sobre a importância das unidades de conservação ambiental e sendo convidado a propor iniciativas, individuais e coletivas, para a sustentabilidade planetária. Além disso, é instigado a refletir sobre os impactos e as implicações éticas envolvidas em possíveis manipulações do material genético em procedimentos de reprodução assistida, engenharia genética e biotecnologia. Assim, as atividades propostas evidenciam a competência geral relacionada à responsabilidade e à cidadania, permitindo ao professor explorá-la com a turma.

No fechamento da unidade, o livro do estudante propõe uma atividade para que o estudante investigue a importância da conservação ambiental e da biodiversidade e apresente argumentos a respeito desse assunto, justificando a relevância das unidades de conservação para a preservação e estimulando-o a criar alternativas, tanto individuais quanto coletivas, para solucionar problemas. A atividade visa desenvolver no estudante a consciência sobre sua responsabilidade ambiental e sua capacidade de sugerir e executar estratégias para promover a sustentabilidade do planeta.

O livro do estudante apresenta, como estratégias para desenvolver as habilidades propostas, algumas práticas didático-pedagógicas, tais como: pesquisa temática, construção de conceitos a partir de pesquisa, trabalho em grupo, experimentação, questões discursivas que podem ser respondidas individualmente ou em grupo e compartilhamento de conhecimentos em plataforma digital.

O quadro a seguir apresenta, de forma sucinta, os principais objetivos de cada capítulo dessa unidade e sua justificativa.

Capítulo 10	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecer os experimentos de Mendel sobre hereditariedade.</li><li>• Aprender sobre cromossomos e genes.</li><li>• Saber mais sobre célula haploide e célula diploide.</li><li>• Aprender sobre cromossomos homólogos.</li><li>• Saber o que são alelos.</li><li>• Distinguir genótipo de fenótipo.</li><li>• Reconhecer a influência do meio sobre o fenótipo.</li><li>• Obter noções sobre doenças hereditárias e aneuploidia.</li></ul>	Fazer os estudantes perceberem que genes são transmitidos segundo padrões definidos por leis probabilísticas, que valem para todos os seres vivos, inclusive para os seres humanos e as ervilhas.
Capítulo 11	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconhecer os fósseis como objetos de estudo científico e registros da história evolutiva.</li><li>• Compreender o conceito de evolução e a explicação de Lamarck e de Darwin para ela.</li><li>• Identificar as adaptações dos seres vivos ao ambiente como decorrência da evolução por meio da seleção natural.</li><li>• Diferenciar seleção natural de seleção artificial.</li><li>• Aprender sobre árvores filogenéticas.</li><li>• Obter noção da concepção científica sobre a origem da vida.</li></ul>	Favorecer o entendimento do conceito biológico de evolução, destacando a Teoria da Seleção Natural, de Darwin, como a que é aceita atualmente pela comunidade científica para explicá-la. Oportunizar a compreensão de árvores filogenéticas como uma maneira de expressar relações evolutivas entre seres vivos.
Capítulo 12	
Objetivos	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender sobre desenvolvimento sustentável.</li><li>• Conhecer os principais obstáculos à sustentabilidade.</li><li>• Identificar o que são unidades de conservação e sua relevância.</li><li>• Diferenciar recursos renováveis de recursos não renováveis.</li><li>• Compreender os problemas agravados pelo crescimento populacional e reconhecer a importância do consumo consciente, bem-estar, ética e cidadania.</li></ul>	Propiciar o entendimento das consequências da exploração descontrolada dos recursos naturais e os desafios para que a humanidade atinja o desenvolvimento sustentável.

# BNCC • Competências gerais • 9º ano

Competências gerais	Desenvolvimento neste volume
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.	Capítulos 3, 4, 5, 7, 9, 10 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D
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.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e suplemento de projetos
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.	Capítulos 2, 4, 5, 6 e 9
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.	Capítulos 1, 2, 4, 5, 6, 10, 12 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D
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.	Capítulos 2, 4, 6 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D
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.	Capítulos 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e atividades de encerramento das unidades B e C
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.	Capítulos 8, 9, 11, 12 e atividade de encerramento da unidade D
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.	Capítulo 10
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.	Capítulos 1, 6, 10, 11, 12, atividades de encerramento das unidades A, B, C e D e suplemento de projetos
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.	Capítulos 8, 10, 12, atividades de encerramento das unidades A, B, C e D e suplemento de projetos

# BNCC • Competências específicas • 9º ano

Competências específicas	Desenvolvimento neste volume
1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10 e 11
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.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 e suplemento de projetos
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.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 e suplemento de projetos
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.	Capítulos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D
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.	Capítulos 3, 8, 12, atividade de encerramento da unidade D e suplemento de projetos
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.	Capítulos 2, 4, 6, 12 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D
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.	Capítulos 3, 10 e atividades de encerramento das unidades A e B
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.	Capítulos 8, 10, 12 e atividades de encerramento das unidades A, B, C e D

# BNCC • Habilidades de Ciências • 9º ano

	Objetos de conhecimento	Habilidades	Desenvolvimento neste volume
Unidade temática: <b>Matéria e energia</b>	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.	Capítulos 1 e 4
		(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.	Capítulo 1
		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.	Capítulos 1, 2 e 3
		(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.	Capítulo 6
		(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.	Capítulo 3 e atividade de encerramento da unidade 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.	Capítulo 3 e atividade de encerramento da unidade B
		(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 <i>laser</i> , infravermelho, ultravioleta etc.).	Capítulos 3 e 5 e atividade de encerramento da unidade B
Unidade temática: <b>Vida e evolução</b>	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.	Capítulo 10
		(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.	Capítulo 10
		(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.	Capítulo 11
		(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.	Capítulo 11
		(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.	Capítulo 12 e atividade de encerramento da unidade D
		(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.	Capítulo 12 e atividade de encerramento da unidade D
Unidade temática: <b>Terra e Universo</b>	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar	(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).	Capítulo 9
		(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.).	Capítulo 9 e atividade de encerramento da unidade C
		(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.	Capítulos 7 e 9 e atividade de encerramento da unidade C
		(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.	Capítulo 9

# Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) na BNCC

Em consonância com as competências gerais, as competências específicas e as habilidades de Ciências da Natureza na BNCC, os Temas Contemporâneos Transversais se fazem presentes em diferentes momentos ao longo do volume, com o intuito de contribuir para a formação cidadã dos estudantes, para a construção de uma sociedade mais igualitária, ética e justa.

Nesse sentido, os Temas Contemporâneos Transversais têm a condição de explicitar a ligação entre os diferentes componentes curriculares de forma integrada, bem como de fazer sua conexão com situações vivenciadas pelos estudantes em suas realidades, contribuindo para trazer contexto e contemporaneidade aos objetos de conhecimento descritos na BNCC.

Dentre os vários pesquisadores que investigam e discorrem sobre a relevância e responsabilidade da educação, parece ser consenso que, para atingir seus objetivos e finalidades há que se adotar uma postura que considere o contexto escolar, o contexto social, a diversidade e o diálogo.

Por fim, cabe esclarecer que os Temas Contemporâneos Transversais na BNCC também visam cumprir a legislação que versa sobre a Educação Básica, garantindo aos estudantes os direitos de aprendizagem, pelo acesso a conhecimentos que possibilitem a formação para o trabalho, para a cidadania e para a democracia e que sejam respeitadas as características regionais e locais, da cultura, da economia e da população que frequentam a escola.

BRASIL. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos.** Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf). Acesso em: 13 maio 2022.

As macroáreas de Temas Contemporâneos Transversais contempladas ao longo do volume são:

Capítulo	Macroárea(s) de TCTs
1	Economia, Ciência e Tecnologia
2	Ciência e Tecnologia
3	Economia, Ciência e Tecnologia
4	Cidadania e Civismo, Ciência e Tecnologia
5	Ciência e Tecnologia
6	Ciência e Tecnologia
8	Cidadania e Civismo
9	Multiculturalismo, Ciência e Tecnologia
10	Saúde, Ciência e Tecnologia
11	Economia, Multiculturalismo
12	Meio Ambiente, Economia, Cidadania e Civismo

# Propostas de avaliação

## Unidade A - 1º bimestre

### Questão 1

Ao longo do tempo, diversos cientistas propuseram modelos atômicos para explicar a constituição da matéria. Relacione os nomes desses cientistas a suas respectivas contribuições para o desenvolvimento dos modelos atômicos.

A. Dalton

B. Bohr

C. Rutherford

I. Átomo com núcleo e eletrosfera

II. Átomo esférico e indivisível

III. Átomo com núcleo e eletrosfera dividida em camadas (níveis) de energia

### Questão 2

A professora Jussara apresentou o seguinte quadro na aula de Ciências.

Composto	Temperatura de fusão (°C) à pressão de 1 atm	Temperatura de ebulição (°C) à pressão de 1 atm
Etano	-171	-93
Propano	-190	-45
Butano	-135	0,6
Pentano	-131	36

Ao analisarem as informações, levando em consideração a temperatura de 25 °C e 1 atm de pressão atmosférica, os estudantes fizeram as afirmações a seguir.

Pedro: Todos os compostos estão na fase sólida.

Marcel: Todos os compostos estão na fase líquida.

Murilo: Todos os compostos estão na fase gasosa.

Andreia: O pentano está na fase líquida, e os outros compostos estão na fase gasosa.

Qual estudante fez a afirmação correta?

### Questão 3

Existem figurinhas adesivas que brilham no escuro. Isso é possível graças à presença de uma substância chamada sulfeto de zinco. Ela é capaz de emitir um brilho próprio amarelo-esverdeado depois de ser exposta à luz.

Sabendo que essa emissão de luz é, na verdade, uma propriedade dos átomos que constituem o sulfeto de zinco, explique-a utilizando as ideias propostas no modelo atômico de Bohr.



#### Questão 4

O gás neônio é um elemento químico com número atômico 10 e representado pelo símbolo Ne. É um gás incolor e inodoro, que foi descoberto por volta de 1900 e se tornou popular porque uma das suas propriedades é emitir uma luz brilhante de diferentes tonalidades ao ser atravessado por uma corrente elétrica sob baixas pressões. Ele é usado em lâmpadas fluorescentes, letreiros luminosos, *lasers*, lâmpadas de aviso de equipamentos eletrônicos etc.

Assinale a afirmação correta sobre esse elemento químico.

- a) É considerado um semimetal e está localizado no 3º período da tabela periódica.
- b) Possui dez prótons e doze elétrons.
- c) Pertence à família dos metais alcalinoterrosos e apresenta três elétrons na última camada eletrônica.
- d) Na última camada eletrônica de seus átomos, encontram-se seis elétrons.
- e) Sua distribuição eletrônica é K – 2, L – 8.

#### Questão 5

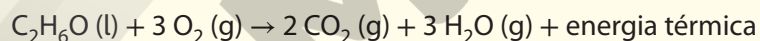
O mercúrio, um metal tóxico, reage com o enxofre formando o sulfeto de mercúrio (II), um composto insolúvel em água. Por isso, em casos de acidentes ambientais envolvendo o derramamento de mercúrio, é comum espalhar enxofre no local para removê-lo. Em condições controladas:

- caso 1: 25 g de mercúrio em contato com 5 g de enxofre reagem formando 29 g de sulfeto de mercúrio (II), restando 1 g de enxofre;
- caso 2: 60 g de mercúrio reagem com 9,6 g de enxofre formando 69,6 g de sulfeto de mercúrio (II).

Demonstre que os dois casos estão de acordo com a lei da conservação da massa (Lei de Lavoisier) e com a lei das proporções definidas (Lei de Proust).

#### Questão 6

A queima dos combustíveis é uma reação química que contribui significativamente para a poluição ambiental e o agravamento do efeito estufa. Cada um de nós acaba contribuindo com esse problema toda vez que faz uso de um. A queima dos combustíveis resulta na liberação da energia que faz os carros funcionarem, mas também resulta na produção de outras substâncias. Analise a reação química da queima do etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), equacionada a seguir, e responda às questões.



- a) Quais são os reagentes necessários para que essa reação química ocorra?
- b) Qual produto dessa reação está relacionado à intensificação do efeito estufa? Justifique.
- c) Dê exemplos de outras situações que envolvem combustão que você conhece ou tem contato no dia a dia.

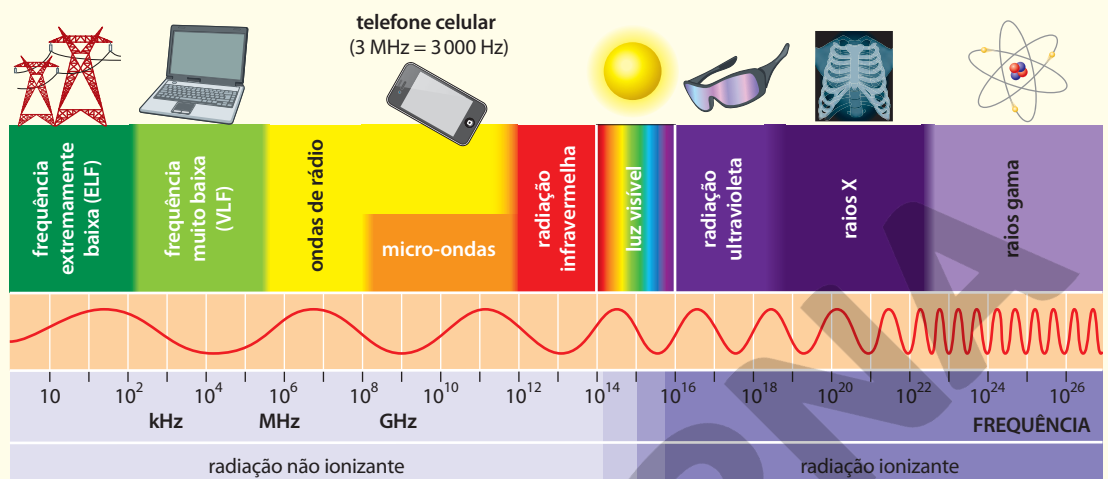
#### Questão 7

As emissoras de rádio FM são conhecidas pelo nome, mas também por uma das características das ondas eletromagnéticas que utilizam para transmitir sua programação. São essas ondas que sintonizamos em nossos aparelhos receptores de rádio. Assinale a alternativa que indica a característica física específica dessas ondas que permite que elas sejam utilizadas por diferentes emissoras.

- a) Intensidade
- b) Polarização
- c) Amplitude
- d) Frequência

### Questão 8

Ondas de rádio, raios X, micro-ondas e a luz visível, embora tenham características e aplicações distintas, têm em comum o fato de serem ondas eletromagnéticas. Observe a imagem e verifique a frequência de cada tipo de radiação. Em seguida, responda à questão.



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

- Cite uma faixa de frequência do espectro eletromagnético que pode oferecer risco à nossa saúde.
- Indique a faixa de frequência das micro-ondas.

### Questão 9

Leia o trecho a seguir:

Uma pesquisa realizada recentemente indicou que cerca de quatro em dez passageiros admitiram nem sempre desligar seus aparelhos eletrônicos nos aviões durante os voos.

As companhias aéreas costumam solicitar aos passageiros que mantenham aparelhos eletrônicos desligados ou em modo avião durante os voos. O objetivo é evitar interferências potencialmente perigosas envolvendo a emissão e a recepção de ondas eletromagnéticas entre os sinais desses equipamentos e os sistemas eletrônicos de bordo, ambos envolvendo a emissão e a recepção de ondas eletromagnéticas.

Que propriedade das ondas eletromagnéticas é semelhante entre as ondas de celular e as do sistema de bordo dos aviões e justifica essa orientação das companhias aéreas?

- Frequência.
- Velocidade de propagação.
- Intensidade.
- Cor.

### Questão 10

Durante uma apresentação sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas na Medicina Diagnóstica, Luana afirmou em um dos slides: "Os raios X são ondas eletromagnéticas potencialmente perigosas para a saúde humana em consequência da radioatividade que emitem, mesmo sendo amplamente utilizados nos exames radiológicos". Essa afirmativa está correta? Justifique sua resposta.

## **Gabarito comentado**

### **Questão 1**

Sequência correta: A-II; B-III; C-I.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender os diferentes modelos atômicos propostos ao longo da história por diversos cientistas. Além disso, precisam distinguir esses modelos atribuindo a cada um deles suas características representativas. Caso os estudantes apresentem dificuldades, retome o item 6, *A Teoria Atômica de Dalton*, do capítulo 1; o item 8, *Modelo atômico de Rutherford*, do capítulo 2; o item 4, *Modelo atômico de Bohr*; e o item 5, *Algumas aplicações do modelo de Bohr*, do capítulo 3 do livro do estudante.

### **Questão 2**

Andreia.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender os conceitos de temperatura de fusão e temperatura de ebulição e ser capazes de aplicá-los em situações do cotidiano. Caso tenham dificuldade, retome o conteúdo apresentado no item 1, *Recordando mudanças de fase da água*, do capítulo 1 do livro do estudante.

### **Questão 3**

Quando o ambiente está iluminado, alguns elétrons que compõem os átomos do sulfeto de zinco absorvem energia luminosa e são excitados para níveis de maior energia. No retorno ao estado fundamental, ocorre emissão de energia luminosa, o que permite visualizar a figura em um ambiente escurecido. Esse comportamento dos átomos é explicado pelo modelo atômico de Bohr, que propõe que um átomo é composto de um núcleo positivo rodeado por uma eletrosfera em que os elétrons podem estar em diferentes níveis energéticos. Os elétrons de uma mesma camada possuem o mesmo nível de energia, mas podem saltar para um nível maior ao receberem energia a partir de uma fonte externa. É o que acontece com os átomos constituintes do sulfeto de zinco na figurinha, ao receberem energia de uma fonte luminosa. O modelo de Bohr também prevê que esses elétrons que saltam para uma camada de maior energia tendem a retornar para sua camada de origem, emitindo a energia que receberam em forma de luz, exatamente como ocorre com as figurinhas no escuro. Para responder à questão, os estudantes devem compreender o modelo atômico de Bohr, assim como suas premissas. Também devem ser capazes de estabelecer relações a partir desse entendimento para formular a resposta.

### **Questão 4**

Alternativa correta: E.

Caso os estudantes selecionem as alternativas **A**, **B**, **C** ou **D**, é possível que ainda não saibam utilizar a tabela periódica ou não tenham compreendido o processo de distribuição eletrônica. Se julgar necessário, retome o conteúdo apresentado no item 6, *Distribuição eletrônica nas camadas*, e no item 7, *Distribuição eletrônica e tabela periódica*, do capítulo 3 do livro do estudante, e peça a eles que resolvam a questão 9 da seção *Use o que aprendeu* do mesmo capítulo.

### **Questão 5**

Pela lei da conservação da massa (Lei de Lavoisier), a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos.

• Caso 1:

Considerando que 1 g de enxofre sobrou sem reagir, deduzimos que 4 g reagiram. Então, 25 g de mercúrio reagiram com 4 g de enxofre, produzindo 29 g de produto.

Logo, o total de massa dos reagentes (29 g) é igual à massa do produto (sulfeto de mercúrio) (29 g).

• Caso 2:

Nesse caso, 60 g de mercúrio reagiram com 6,9 g de enxofre para formar 69,9 g de sulfeto de mercúrio.

Logo, o total de massa dos reagentes (69,6 g) é igual à massa do produto (69,6 g).

Pela lei das proporções definidas (Lei de Proust), as massas dos reagentes e dos produtos participantes de uma reação mantêm uma proporção constante.

$$\frac{\text{massa de mercúrio do caso 1}}{\text{massa de enxofre do caso 1}} = \frac{25 \text{ g}}{4 \text{ g}} = 6,25 \text{ g}$$

No caso 1, é importante o estudante saber que apenas 4 g de enxofre reagem com o mercúrio e 1 g é excesso.

$$\frac{\text{massa de mercúrio do caso 2}}{\text{massa de enxofre do caso 2}} = \frac{60 \text{ g}}{9,6 \text{ g}} = 6,25 \text{ g}$$

Caso os estudantes apresentem dificuldades para responder à questão, retome o item 4, *A Lei da Conservação da Massa*, e o item 5, *A Lei das Proporções Constantes*, do capítulo 1 do livro do estudante. Ambos trazem cálculos similares aos da atividade proposta, com explicações detalhadas a respeito do tema. Se julgar necessário, peça aos estudantes que respondam às questões 22 e 23 da seção *Explore diferentes linguagens* do mesmo capítulo.

### Questão 6

- O etanol (combustível) e o gás oxigênio (comburente).
- O gás carbônico. Ele contribui para a intensificação do efeito estufa, pois absorve parte da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, impedindo que ela escape para o espaço e aquecendo a superfície da Terra.
- Os estudantes podem citar: a queima de uma vela; a queima de um palito de fósforo; a formação da chama do fogão, a partir da queima do gás de cozinha; a queima de outros combustíveis, como a gasolina; a formação da chama do lampião pela queima de querosene etc. Alguns desses exemplos são mencionados no livro do estudante.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender o conceito de reação química e ser capazes de reconhecer uma reação de combustão identificando os reagentes (combustíveis e comburentes) e os produtos desse tipo de reação. Caso apresentem dificuldades, retome o item 3, *Recordando o que é reação química*, do capítulo 1 do livro do estudante.

### Questão 7

Alternativa correta: D.

Cada emissora FM tem sua frequência específica. Quando um ouvinte sintoniza determinada emissora, está na verdade selecionando sua frequência. Caso os estudantes tenham alguma dificuldade em responder à questão, retome o item 1, *Ondas*, e os tópicos *Rádio AM e Rádio FM e tevê* do item 3, *Características e aplicações das ondas eletromagnéticas*, do capítulo 3 do livro do estudante.

### Questão 8

- Os tipos de radiação que oferecem risco são os de maior frequência (mais energéticos), da faixa de frequência entre  $10^{16}$  Hz e  $10^{26}$  Hz (ultravioleta, raios X e raios gama).
- De acordo com o esquema, as micro-ondas correspondem à faixa de frequência de  $10^8$  Hz a  $10^{10}$  Hz.

A imagem apresentada relaciona os diferentes tipos de radiação às suas frequências. Espera-se que os estudantes associem as baixas frequências a situações do dia a dia (por exemplo, telecomunicações) que (em princípio) não oferecem riscos, e as altas frequências, como no caso da radiação ultravioleta, dos raios X e dos raios gama, a situações que exigem maior atenção e cuidado. Os estudantes devem relacionar as informações do enunciado com as respectivas frequências presentes na ilustração. Caso apresentem dificuldade em resolver a questão, peça que observem a ilustração e explique novamente as faixas do espectro eletromagnético.

### Questão 9

Alternativa correta: A.

Espera-se que os estudantes reconheçam que os diversos aparelhos eletrônicos usados em comunicações emitem e recebem ondas eletromagnéticas. Podem ocorrer interferências se as ondas dos aparelhos eletrônicos dos passageiros forem captadas durante o voo pelos equipamentos de comunicação dos pilotos com a torre de controle, se apresentarem frequências próximas. Caso os estudantes tenham dificuldade para responder à questão, retome o esquema que mostra o espectro eletromagnético do item 2, *Ondas: mecânicas versus eletromagnéticas*, do capítulo 3 do livro do estudante.

### Questão 10

Não. Luana provavelmente confundiu os conceitos de radiação e radioatividade. Os raios X são ondas eletromagnéticas e, também, um tipo de radiação que pode ser perigoso para a saúde humana em caso de excesso de exposição. No entanto, os raios X não emitem radioatividade, como afirma Luana. O conceito de radioatividade está relacionado à emissão espontânea de radiação pelo núcleo de determinados elementos químicos. Um equipamento de raios X, utilizado em exames radiológicos, emite radiação em forma de raios X, não sendo, portanto, radioativo.

Caso os estudantes tenham dificuldade em responder à questão ou em justificá-la, retome o conteúdo apresentado nos tópicos *Raios X e Raios gama*, do item 3, *Características e aplicações das ondas eletromagnéticas*, do capítulo 3 do livro do estudante.

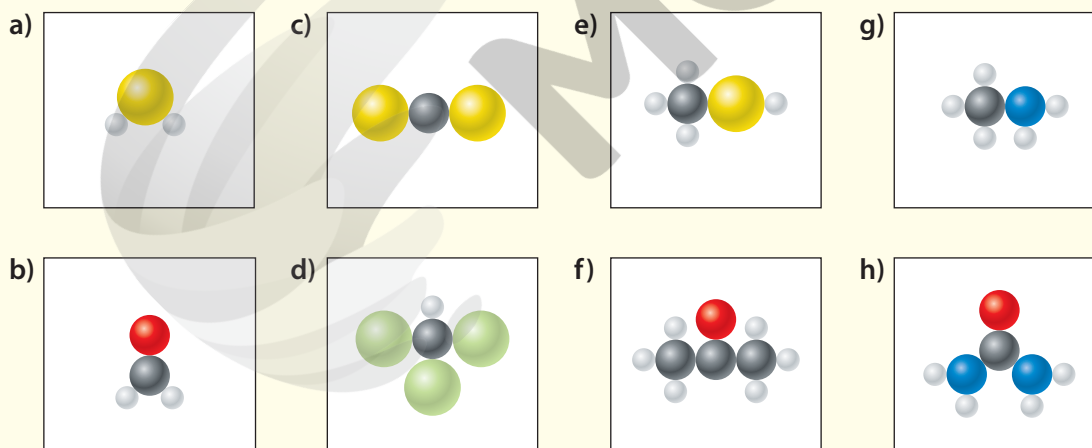
## Unidade B - 2º bimestre

### Questão 1

Considerando o código:



escreva a fórmula que representa cada uma das seguintes substâncias moleculares.



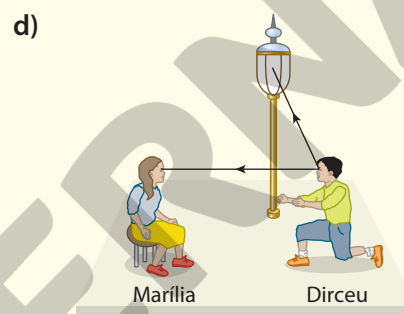
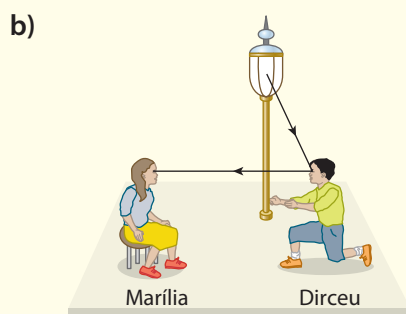
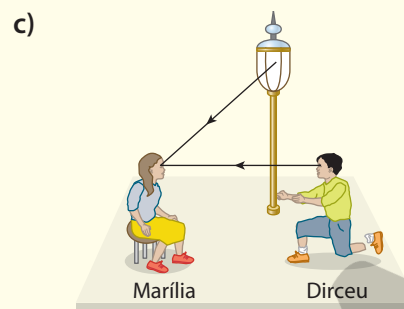
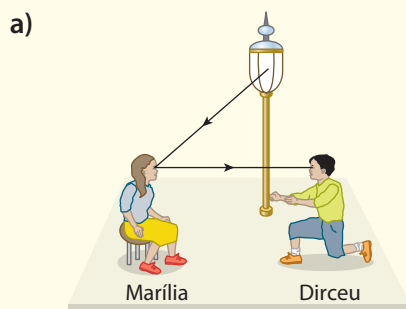
ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Questão 2

A luz branca pode ser composta por três cores primárias de luz que, quando combinadas de diferentes maneiras, formam diversas cores e tonalidades. Quais são as três cores primárias da luz e como elas são utilizadas para produzir essa variedade de cores na tela de computadores, celulares e televisores?

### Questão 3

(Extraído do vestibular da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – MG.) Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Indique a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Questão 4

Analise a afirmação e, a seguir, indique a alternativa que responde corretamente à questão. Quando iluminado pela luz do Sol, um objeto apresenta a cor verde. Se esse mesmo objeto for levado a outro ambiente com uma iluminação diferente, podemos enxergá-lo de outra cor?

- a) Sim, pois em outras condições o objeto poderá produzir outras cores de luz que atingirão nossos olhos.
- b) Não, pois a cor de um objeto está associada aos pigmentos e tintas que foram utilizados em sua fabricação, e a mudança de ambiente ou iluminação não altera essas características.
- c) Não, pois, independentemente da luz incidente, o objeto sempre vai refletir a luz verde para o ambiente, sendo essa uma de suas características.
- d) Sim, pois, dependendo da luz incidente no objeto, pode não ocorrer a reflexão da luz verde para o ambiente.

### Questão 5

Considere as sentenças a seguir sobre fenômenos cotidianos relacionados à luz.

- I. Estando fora da piscina, observar um objeto que está no fundo dela.
- II. Olhar para a superfície calma da água de um lago e ver nela uma ave que voa no céu.
- III. Observar o próprio rosto usando uma colher.
- IV. Observar o arco-íris.

Indique a alternativa que associa corretamente as situações descritas com os fenômenos da reflexão da luz e da refração da luz.

- a) III e IV: reflexão da luz; I e II: refração da luz
- b) II e III: reflexão da luz; I e IV: refração da luz
- c) I e III: reflexão da luz; II e IV: refração da luz
- d) I e II: reflexão da luz; III e IV: refração da luz

### Questão 6

Durante uma aula de Ciências sobre o som, alguns estudantes fizeram os comentários a seguir.

Jéssica: O limiar da dor para o ouvido humano é de 90 decibéis.

Verena: Quanto maior for a frequência de uma onda sonora, mais grave será o som.

Tales: Corpos que vibram com frequências mais altas produzem sons mais agudos.

Felipe: A intensidade permite ao ser humano diferenciar e classificar os sons em graves e agudos.

Qual estudante fez o comentário conceitualmente correto?

- a) Jéssica
- b) Verena
- c) Tales
- d) Felipe

### Questão 7

Considere os elementos químicos apresentados a seguir e suas respectivas famílias ou grupos na tabela periódica.

Elementos químicos	Famílias
Alumínio (Al)	Família do boro
Sódio (Na)	Metais alcalinos
Lítio (Li)	Metais alcalinos
Oxigênio (O)	Calcogênios
Cloro (Cl)	Halogênios
Magnésio (Mg)	Metais alcalinoterrosos
Flúor (F)	Halogênios

Alguns desses elementos realizam ligações entre si, formando compostos iônicos. Indique qual das fórmulas a seguir representa corretamente um composto iônico formado a partir desses elementos.

- a)  $\text{Al}_3\text{O}_2$
- b)  $\text{LiO}$
- c)  $\text{MgCl}_2$
- d)  $\text{NaF}_2$

### Questão 8

Uma modelo participou de um desfile de moda vestindo um macacão que havia usado, anteriormente, em um ensaio fotográfico publicado por uma revista. Na fotografia, era possível perceber que a cor da roupa, iluminada pela luz solar, era vermelha. O interessante é que, durante o desfile, a modelo usou o mesmo macacão e ninguém percebeu, pois a passarela foi iluminada com uma luz monocromática verde.

Qual foi a cor do macacão percebida pelo público do desfile?

- a) Azul, devido à mistura entre as cores vermelho e verde.
- b) Verde, pois essa é a cor absorvida pelo macacão.
- c) Preto, devido ao fato de o macacão só refletir a cor vermelha.
- d) Vermelho, porque a cor do macacão percebida pelo público não depende da radiação incidente.

### Questão 9

Um estudante segurou o seguinte cartaz diante de um espelho.

LIVRO

Qual a imagem do cartaz que ele viu no espelho?

a) LIVRO

c) LIVRO

b) ORVIL

d) ORVIL

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Questão 10

Celulares, *tablets* e computadores armazenam e reproduzem (executam) músicas em formato digital. O que é armazenado é uma sequência de números que permite produzir vibrações nos fones de ouvido (cada fone tem um pequeno alto-falante) ao longo do tempo, quando a música é executada.

Alguns desses aparelhos podem atingir elevado volume sonoro, da ordem de 120 dB, colocando em risco a saúde auditiva.

- Por que essa vibração do alto-falante dos fones produz som?
- As ondas produzidas pelos fones são transversais ou longitudinais? Justifique.
- O decibel (dB) é usado para expressar o resultado de medidas de qual propriedade do som?

### Gabarito comentado

#### Questão 1

- $H_2S$
- $CH_2O$
- $CS_2$
- $CHCl_3$
- $CH_4S$
- $C_3H_6O$
- $CH_5N$
- $CH_4N_2O$

Nesse nível de escolaridade, outras ordenações dos símbolos dos elementos químicos ao escrever as fórmulas (tais como  $SH_2$  e  $OCH_2$ ) são perfeitamente aceitáveis. Caso os estudantes apresentem dúvidas em escrever as fórmulas moleculares, retome o item 4, *Ligação covalente*, do capítulo 4.

#### Questão 2

Cada pequeno filete que compõe o visor ou a tela dos aparelhos eletrônicos corresponde a uma cor primária de luz: vermelho, verde e azul. Esses filetes emitem luzes com intensidade variável, formando uma variedade de cores e tonalidades.

Caso os estudantes tenham apresentado dificuldade para responder à questão, retome o conteúdo do tópico *Teve em cores e monitores de computador*, no item 3 do capítulo 6 do livro do estudante.



### Questão 3

Alternativa correta: **A**.

É essencial que os estudantes entendam que os raios de luz são emitidos por corpos luminosos (fontes de luz) e são percebidos pela visão humana quando chegam aos olhos. Assim, a visão não depende de raios de luz emitidos pelos olhos, mas de raios de luz recebidos por eles. No caso da questão, a luz emitida pela lâmpada chega até Marília, iluminando-a. Parte dessa luz é refletida difusamente e pode chegar até os olhos de Dirceu, possibilitando que ele a enxergue. Se os estudantes apresentarem dificuldades em encontrar a alternativa correta, retome o conteúdo do item 1, *Conceitos introdutórios à Óptica*, do capítulo 6 do livro do estudante.

### Questão 4

Alternativa correta: **D**.

Como o enunciado diz que o objeto apresenta a cor verde quando é iluminado pelo Sol, espera-se que os estudantes entendam que esse objeto não emite luz própria, o que torna a alternativa **A** incorreta. As alternativas **B** e **C** se baseiam na ideia de que a cor é uma propriedade exclusivamente determinada pelos materiais, não sendo influenciada pela luz incidente. Caso os estudantes tenham encontrado dificuldade para responder à questão, retome os experimentos sugeridos na seção *Motivação* do capítulo 6 do livro do estudante para investigar a cor dos objetos a partir das luzes verde e vermelha.

### Questão 5

Alternativa correta: **B**.

Caso os estudantes tenham optado pelas alternativas **A** ou **D**, esclareça que a visualização da ave se deve à reflexão da luz na superfície da água, e não à refração. A escolha da alternativa **C** pode estar relacionada à dificuldade de compreender a reflexão da luz em superfícies curvas. Se for necessário, retome o conteúdo do capítulo 6 do livro do estudante.

### Questão 6

Alternativa correta: **C**.

Para responder à questão, os estudantes precisam compreender que altura, timbre e intensidade são as propriedades do som e caracterizam as ondas sonoras presentes em nosso cotidiano. Caso tenham encontrado dificuldades, retome o item 2, *Propriedades do som*, do capítulo 5 do livro do estudante.

### Questão 7

Alternativa correta: **C**.

Caso os estudantes tenham selecionado as alternativas **A**, **B** ou **D**, é provável que não saibam identificar o número de elétrons na camada de valência de um átomo a partir de sua família na tabela periódica. Também é possível que não tenham compreendido que, em uma ligação iônica, os átomos perdem ou recebem elétrons para se estabilizar. Se julgar necessário, retome o conteúdo do capítulo 4 do livro do estudante.

### Questão 8

Alternativa correta: **C**.

Para responder à questão, é necessário que os estudantes compreendam que a cor de um objeto resulta da cor da luz que ele é capaz de refletir. Quando a modelo fez o ensaio fotográfico, o macacão, sob a luz branca (policromática), pôde ser visto com a cor vermelha, pois refletiu difusamente a luz dessa cor e absorveu todas as outras luzes. Entretanto, ao receber iluminação monocromática verde, o macacão absorveu a radiação, e o público o percebeu na cor preta (ausência de luz refletida).

Caso os estudantes tenham dificuldade para resolver a questão, conduza uma discussão para sanar as dúvidas.

### Questão 9

Alternativa correta: **B**.

Espera-se que os estudantes reconheçam a reversão de imagem causada por um espelho plano. Caso haja dúvidas, retome o item 8, *Imagens em espelhos planos*, do capítulo 6 do livro do estudante.

### Questão 10

- a) As vibrações dos fones são transmitidas ao ar, colocando-o em vibração. As ondas criadas no ar são as ondas sonoras.
  - b) Como as ondas produzidas são ondas sonoras, estas ondas são longitudinais.
  - c) O decibel (dB) é usado para expressar o resultado de medidas de intensidade sonora.
- Se os estudantes tiverem dúvidas ao responder aos itens dessa questão, retome o conteúdo trabalhado no item 1, *Som e ondas sonoras*, e no item 2, *Propriedades do som*, do capítulo 5 do livro do estudante.

## Unidade C - 3º bimestre

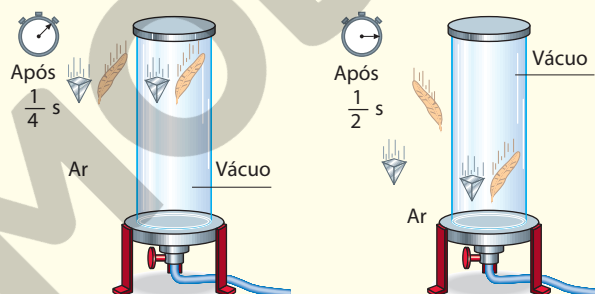
### Questão 1

Sobre as galáxias, assinale V para verdadeiro e F para falso.

- ( ) As galáxias são também chamadas de nebulosas, por apresentarem-se como manchas difusas no Universo.
- ( ) Apesar de apresentarem tamanho e número de estrelas diferentes, todas as galáxias têm forma espiral.
- ( ) A Via Láctea é a principal galáxia do Sistema Solar, constituída por milhões de estrelas.
- ( ) Assim como os planetas giram em torno do Sol no Sistema Solar, os astros pertencentes a uma galáxia também giram ao redor do seu centro.

### Questão 2

Os esquemas a seguir mostram as posições de uma pena e de um objeto de chumbo soltos simultaneamente no ar e no vácuo.



- a) Por que, no ar, os dois não caem simultaneamente?
- b) Em qual dos casos, no ar ou no vácuo, o objeto de chumbo cai mais lentamente? Qual é a explicação?
- c) Em qual dos casos tem-se, verdadeiramente, queda livre? Explique.

### Questão 3

As estrelas são corpos celestes em constante processo de modificação. O fenômeno, observado pelos astrônomos, é conhecido como evolução estelar.

Qual das alternativas a seguir descreve a ordem correta do ciclo de vida de uma estrela como o Sol?

- a) Protoestrela; supergigante vermelha; nebulosa planetária; anã negra e estrela de nêutrons.
- b) Estrela pequena; gigante vermelha; supernova; anã branca e buraco negro.
- c) Estrela pequena; estrela gigante; supergigante vermelha; supernova e anã branca.
- d) Protoestrela; estrela; gigante vermelha; nébula planetária e anã branca.

#### Questão 4

Muitos povos indígenas, com base na observação do céu, dos movimentos dos astros, das fases da Lua e das constelações, constroem seus calendários, marcando a época dos trabalhos agrícolas, de floração e frutificação, da reprodução dos peixes e outros animais.

Assinale a alternativa que demonstra como os povos indígenas se relacionavam com esse conhecimento desde tempos antigos.

- a) Os indígenas transmitem seu conhecimento astronômico por meio de histórias e mitos contados aos descendentes, sendo esse um conhecimento etnocientífico.
- b) A astronomia indígena é uma ciência exata e essencialmente teórica.
- c) A maioria dos trabalhos envolvendo astronomia indígena foi publicada em revistas científicas renomadas, apoiando o trabalho desenvolvido pelos indígenas.
- d) Os povos mencionados não percebem regularidades celestes e não relacionam eventos astronômicos a acontecimentos terrestres.

#### Questão 5



A força com que a Terra atrai o gato e a força com que o gato atrai a Terra:

- a) são iguais em módulo, mas diferentes em direção e sentido.
- b) são iguais em módulo, direção e sentido.
- c) constituem um par ação-reação.
- d) atuam sobre o mesmo corpo.

#### Questão 6

A partir de seus estudos, o cientista Galileu Galilei se convenceu de que a Terra girava em torno do Sol e passou a defender o modelo heliocêntrico, mas foi a Lei da Gravitação Universal de Newton que permitiu que o heliocentrismo fosse definitivamente aceito pela comunidade científica.

A respeito da Lei da Gravitação Universal, escolha a alternativa verdadeira.

- a) A atração da gravitação é tanto maior quanto menor for a massa dos objetos e maior for a distância entre eles.
- b) A partir dos trabalhos de Kepler, Newton descreveu as forças que mantêm os planetas em suas órbitas.
- c) Uma maçã que cai de uma árvore é atraída em direção à Terra com uma força mais intensa do que a Terra é atraída em direção à maçã.
- d) Como a força gravitacional depende somente da massa do Sol, a aceleração da gravidade é igual em todos os planetas.

#### Questão 7

As três Leis de Newton são a base para o estudo da Mecânica Clássica, área da Física que permite entender como se comportam objetos em repouso e em movimento.

No quadro a seguir, são apresentadas três situações cotidianas. Leia cada uma delas com atenção, associando-as com as Leis de Newton. Em seguida, marque a alternativa que mostra a sequência correta de associações.

Situações cotidianas	Leis de Newton
1. Quando o motorista pisa no acelerador do carro, o velocímetro indica variações de velocidade.	A. Primeira Lei, ou Princípio da Inércia
2. João machucou o pé ao chutar uma pedra.	B. Segunda Lei, ou Princípio Fundamental da Dinâmica
3. Quando um ônibus faz uma curva ou freia, os passageiros que viajam em pé devem se segurar.	C. Terceira Lei, ou Princípio da Ação e Reação

- a) A1, B2, C3
- b) A2, B1, C3
- c) A2, B3, C1
- d) A3, B1, C2

### Questão 8

Ao decidir modificar a posição dos móveis do seu quarto, a mãe pediu ao filho que a ajudasse, movendo o armário de lugar. O filho, que estava cansado e era estudante do 9º ano do Ensino Fundamental, disse que havia aprendido na escola que, se puxasse o armário, o armário o puxaria de volta, de acordo com a terceira Lei de Newton. E, portanto, mesmo que quisesse, seu esforço não ajudaria efetivamente na tarefa que a mãe estava propondo. A mãe, que sempre foi uma excelente estudante na sua época de escola, soube apontar de imediato o erro de interpretação do filho, explicando a ele que:

- a) a força de reação é menor que a força de ação e, assim, o armário pode ser movido.
- b) o par de forças de ação e reação não atua sobre um mesmo objeto; portanto, ele poderia ajudá-la a mover o armário.
- c) a força resultante aplicada sobre o armário seria sempre nula; por esse motivo, o armário poderia ser movido.
- d) o chão exerceria uma força compensatória sobre o menino, fazendo o armário se mover ao ser empurrado.

### Questão 9

Na aula de Ciências, a professora fez a seguinte pergunta aos estudantes: "Um passageiro sentado em uma poltrona do ônibus, a 80 km/h em uma estrada, está em movimento?". O que você responderia à professora?

### Questão 10

Valinhos é um município do interior do estado de São Paulo que fica distante 90 km da capital, São Paulo. Juliana, uma professora muito dedicada, dá aulas nesses dois municípios. Numa manhã de quarta-feira, ela terminou sua aula em São Paulo com o compromisso de chegar a Valinhos em 2 horas e meia para sua próxima aula.

Qual é a menor velocidade média, em metro por segundo, com que a professora Juliana precisa se deslocar no trajeto de 90 km para que não chegue atrasada?

- a) 0,10 m/s
- b) 10 m/s
- c) 36 m/s
- d) 225 m/s

## **Gabarito comentado**

### **Questão 1**

A sequência correta, de cima para baixo, é: F; F; F; V.

Espera-se que os estudantes tenham entendido o conceito de galáxia, incluindo seus componentes, e compreendido que a Via Láctea, nossa galáxia, é apenas mais uma dentre bilhões que existem no Universo. Além de tamanhos diferentes, as galáxias apresentam formas diferentes, não somente a espiral, uma característica da Via Láctea. Se os estudantes tiveram dificuldade de responder à questão, retome o conteúdo apresentado no item 7, *Galáxias*, do capítulo 9 do livro do estudante.

### **Questão 2**

- a) Porque a resistência do ar atua de modo desigual sobre ambos os objetos.
- b) No ar, graças à atuação da resistência do ar.
- c) Apenas no vácuo, pois se considera queda livre a queda sob ação exclusiva da atração gravitacional terrestre.

Caso os estudantes tenham dúvidas na resolução da questão, pode-se trabalhar novamente o item 7, *Queda livre*, e o item 8, *Aceleração da gravidade*, do capítulo 7 do livro do estudante. Dê ênfase à retomada dos textos *Em destaque* do item 8.

### **Questão 3**

Alternativa correta: D.

Para responder à questão, os estudantes precisam ter compreendido o ciclo de vida estelar, bem como o destino do Sol a partir de suas fases.

Caso os estudantes tenham dificuldades, retome a discussão recorrendo ao item 9, *Ciclo de vida das estrelas*, do capítulo 9 do livro do estudante.

### **Questão 4**

Alternativa correta: A.

A questão trabalha com a identificação e o reconhecimento das influências e do uso de referências celestes na cultura indígena e de como esses povos colocavam em prática e utilizavam no dia a dia percepções e conhecimentos extraídos da sua observação do céu e dos astros. Esse conhecimento é transmitido entre os indígenas e seus descendentes por meio de histórias e mitos (transmissão verbal) e representam saberes etnocientíficos.

### **Questão 5**

Alternativa C.

É muito comum que estudantes que tomam contato pela primeira vez com enunciados desse tipo tenham a concepção de que as forças de atração entre o gato e a Terra são diferentes. No entanto, relembre os estudantes que a Terceira Lei de Newton é válida em toda interação que envolve forças. Para relembrar os conceitos estudados, você pode retomar o item 10, *Terceira Lei de Newton*, do capítulo 8 do livro do estudante.

### **Questão 6**

Alternativa correta: B.

Para responder à questão, os estudantes precisam compreender qualitativamente o que diz a Lei da Gravitação Universal e entender que essa Lei explica o movimento de corpos celestes que orbitam ao redor de outros. Além disso, devem entender que a atração gravitacional depende das massas dos objetos que se atraem.

Caso os estudantes tenham dificuldades para responder à questão, retome a discussão recorrendo ao item 3, *A Lei da Gravitação Universal*, do capítulo 9 do livro do estudante.

### Questão 7

Alternativa correta: D.

Para responder à questão, os estudantes precisam compreender as três Leis de Newton e saber aplicá-las às situações cotidianas. Caso tenham alguma dificuldade com relação ao tema, retome o capítulo 8 do livro do estudante, promovendo uma discussão a partir das situações apresentadas. Você também pode solicitar a resolução das atividades da seção *Use o que aprendeu* do mesmo capítulo.

### Questão 8

Alternativa correta: B.

Para responder à questão, os estudantes precisam compreender a Lei da Ação e Reação de Newton, sabendo aplicá-la às situações cotidianas. Caso os estudantes tenham apresentado dificuldade, retome o conteúdo do item 10, *Terceira Lei de Newton*, do capítulo 8 do livro do estudante.

### Questão 9

A pessoa pode estar em movimento ou não, dependendo de como a situação é analisada. Para ser caracterizado o estado de movimento de um objeto, é preciso adotar um referencial e verificar se a posição do objeto em relação a esse referencial se altera com o decorrer do tempo. No caso da pergunta da professora, se adotarmos como referencial, por exemplo, um ponto fixo na rodoviária à qual esse ônibus se destina, podemos considerar que o passageiro da poltrona está se movendo porque ele está dentro do ônibus que se desloca a 80 km/h. No entanto, do ponto de vista de alguém que esteja sentado na poltrona ao lado, o passageiro está em repouso.

Caso os estudantes tenham encontrado alguma dificuldade, promova uma discussão a partir das situações apresentadas no item 2, *Conceitos introdutórios à Mecânica*, do capítulo 7 do livro do estudante.

### Questão 10

Alternativa correta: B.

A questão trabalha as grandezas velocidade, distância e tempo, bem como a conversão de grandezas de quilômetro para metro e de hora para segundo. Assim, os estudantes precisam determinar o valor da velocidade média a partir de sua fórmula:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .

Transformando quilômetro em metro:

$$1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$$

$$90 \text{ km} = 90\,000 \text{ m}$$

Transformando hora em segundo:

$$1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$$

$$2,5 \text{ h} = 9\,000 \text{ s}$$

$$v = \frac{90\,000 \text{ m}}{9\,000 \text{ s}}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

Caso os estudantes tenham dificuldade para resolver a questão, retome o item 3, *Velocidade média*, do capítulo 7 do livro do estudante, e promova uma discussão em aula aproveitando os exemplos apresentados.

## Unidade D - 4º bimestre

### Questão 1

Sobre os experimentos de Mendel com ervilhas, assinale a alternativa incorreta.

- Ao cortar os estames das flores de ervilha, Mendel impedia a autopolinização.
- Mendel transferiu o pólen da flor de algumas plantas de ervilha para a flor de outras plantas de ervilha, a fim de cruzar indivíduos cujas características conhecia.

- c) Mendel observou que, ao cruzar uma planta de flor azul com uma planta de flor amarela, a característica “flor amarela” desaparecia para sempre.
- d) Mendel constatou que certas características podiam não se manifestar na geração seguinte, mas voltar a aparecer em gerações posteriores.
- e) A herança genética está relacionada a unidades que são transferidas de ambos os pais para cada um de seus descendentes.

### Questão 2

Em um experimento de genética, o cruzamento da geração parental foi feito entre os seguintes organismos:

Planta I: produz vagens verdes de constituição genética VV;

Planta II: produz vagens amarelas de constituição genética vv.

As sementes produzidas foram plantadas e originaram, na primeira geração, apenas plantas com vagens verdes. Plantas da primeira geração foram cruzadas entre si e suas sementes produziram plantas com vagens verdes (75%) e plantas com vagens amarelas (25%).

- a) Indique o fenótipo e o genótipo das plantas da geração parental.
- b) Quais são os alelos envolvidos no cruzamento da geração parental?
- c) Indique o genótipo das plantas da primeira geração. Faça um esquema mostrando a disposição dos alelos no par de cromossomos em uma célula da planta.
- d) Qual é a característica dominante, vagens verdes ou vagens amarelas? Justifique com base nos resultados dos cruzamentos.
- e) Indique os genótipos das plantas da segunda geração, mencionando se são homocigóticas ou heterocigóticas.

### Questão 3

Em humanos, a característica lóbulo da orelha solto é dominante em relação à característica lóbulo da orelha preso. Um homem com lóbulo da orelha solto e heterocigótico para essa característica casa-se com uma mulher com lóbulo da orelha preso. Esse casal pode ter filhos com lóbulo da orelha preso? Justifique mostrando o esquema do cruzamento.

### Questão 4

O cariótipo de um indivíduo é o conjunto de seus cromossomos, cujos número e morfologia são característicos da espécie à qual pertence. Observe o cariótipo humano a seguir.



Representação esquemática do cariótipo de um indivíduo da espécie humana. (Em cores fantasiosas e fora de proporção.)

- a) A pessoa cujo cariótipo está representado apresenta uma aneuploidia. Defina essa alteração e o que ela provoca no indivíduo portador.
- b) Indique o sexo do indivíduo. Justifique.
- c) Explique a diferença entre a alteração mencionada no item A e algumas doenças hereditárias, como a fenilcetonúria.

### Questão 5

Considere a seguinte afirmação:

Entre as características do bagre-cego de Iporanga (*Pimelodella kronei*) estão: ausência de pigmentação, olhos atrofiados ou até inexistentes e olfato apurado.

Qual das afirmações a seguir está de acordo com a teoria da evolução elaborada por Lamarck? E qual se relaciona à teoria da evolução biológica elaborada por Darwin?

- a) A falta de uso dos olhos pelos peixes que vivem na escuridão das cavernas levou à perda progressiva desses órgãos, assim como a perda da pigmentação da pele está relacionada à ausência de luz. Já a necessidade de reconhecer o ambiente pelo cheiro levou ao desenvolvimento dos órgãos olfativos.
- b) A redução ou ausência dos olhos, a despigmentação da pele e o olfato apurado desses peixes são resultantes da ação da seleção natural sobre uma variabilidade natural presente na população dessa espécie. A presença dessas características proporcionou, aos indivíduos da população que a apresentavam, uma vantagem em relação aos demais, aumentando suas chances de sobrevivência e de gerar descendentes.

### Questão 6

O desvio súbito de um curso de rio separou uma população de lagartos que vivia em determinada região em dois grupos: população A1 e população A2. As condições ambientais em cada margem do rio eram diferentes uma da outra. Ao longo de muitas gerações, os indivíduos da população A1 foram se diferenciando dos indivíduos da população A2 e deram origem, respectivamente, às populações B1 e B2. Em laboratório, indivíduos das populações B1 e B2 foram cruzados, produzindo descendentes estéreis.

A respeito da situação descrita, foram feitas as afirmações a seguir.

- I. O isolamento dos grupos de lagartos em ambientes distintos foi essencial para a formação de duas novas espécies.
- II. B1 e B2 podem ser consideradas duas espécies distintas, pois, apesar de terem cruzado em laboratório, produziram descendentes estéreis.
- III. B1 e B2 continuam pertencendo à mesma espécie, pois houve o cruzamento entre os indivíduos.

Assinale a alternativa que indica as afirmações corretas.

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

### Questão 7

Leia o texto e, em seguida, responda às questões.

Um criador de cabras utilizava o leite dos animais para a produção de queijo. Com o objetivo de aumentar a produção, passou a selecionar as cabras que produziam mais leite para cruzar com o único macho que possuía. Ele fez essa seleção das cabras fêmeas por sucessivas gerações até obter um rebanho de cabras que produziam muito leite.

- a) Qual é o nome do processo descrito no texto?
- b) Como a observação de processos desse tipo (respondido no item anterior) influenciou as ideias evolucionistas de Darwin?
- c) Cite outros dois exemplos em que esse tipo de processo (respondido no item A) é aplicado.



### Questão 8

Considerando a importância das unidades de conservação para os seres humanos, assinale a alternativa incorreta.

- a) As unidades de conservação podem estar associadas à regulação da quantidade e da qualidade da água ao preservar nascentes e outros corpos hídricos.
- b) As unidades de conservação ajudam a regular o clima e a manter a qualidade do ar ao preservar as áreas de florestas.
- c) As unidades de conservação auxiliam na proteção de recursos de valor real ou potencial para a produção de medicamentos.
- d) Algumas categorias de unidades de conservação destinam grandes áreas para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.
- e) A presença de unidades de conservação em áreas de elevada declividade está relacionada à prevenção de acidentes por deslizamentos de encostas.

### Questão 9

A hidrelétrica de Belo Monte, instalada na bacia do rio Xingu, no Pará, foi inaugurada em 2016. A concepção e a construção da usina geraram diversas polêmicas em razão dos danos ambientais que seriam causados à Floresta Amazônica e dos impactos sociais sobre as populações indígenas e ribeirinhas da região.

Considerando os princípios do desenvolvimento sustentável, **NÃO** podemos afirmar que:

- a) a instalação de uma usina hidrelétrica prevê o represamento de um rio, e, com isso, o alagamento de uma grande área, causando prejuízos ambientais.
- b) além do desenvolvimento de soluções mais sustentáveis para a produção de energia elétrica, o consumo consciente deve ser incentivado.
- c) a produção de energia elétrica por meio de hidrelétricas é ideal, pois usa um recurso renovável e não gera danos ao ambiente.
- d) além dos impactos ambientais, é comum que, nas áreas próximas à instalação de uma hidrelétrica, as populações humanas sofram com os danos sociais.

### Questão 10

Leia o texto e, em seguida, responda às questões.

A conta não fecha...

A humanidade já consome mais recursos do que a capacidade do planeta de renová-los.

Além do crescimento populacional observado nas últimas décadas, nossos padrões de consumo são insustentáveis.

Precisamos urgentemente repensar e mudar nossos hábitos.

- a) Ao dizer que consumimos mais recursos do que a capacidade da Terra de renová-los, a que tipo de recursos o texto se refere? Cite dois exemplos.
- b) Desde a Revolução Industrial, a população humana tem aumentado rapidamente; no entanto, a partir de 1960, esse aumento foi intensificado. Cite duas razões para o aumento do crescimento populacional nas últimas décadas.
- c) Explique por que é importante repensar nossos hábitos com relação ao consumo. Cite dois hábitos que podem ser mudados individualmente para impactar de forma positiva o planeta.

### Gabarito comentado

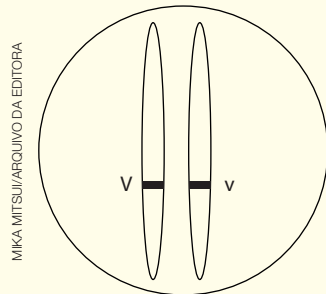
#### Questão 1

Alternativa a ser assinalada (que expressa uma ideia incorreta): C.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender os experimentos realizados por Mendel e como as características hereditárias são transmitidas dos ancestrais para seus descendentes. Caso tenham selecionado outra alternativa em vez da C, retome os conceitos trabalhados na atividade utilizando os esquemas ilustrados do item 1, *Mendel e as ervilhas*, do capítulo 10 do livro do estudante.

### Questão 2

- Planta I: genótipo  $VV$ ; fenótipo vagens verdes. Planta II: genótipo  $vv$ ; fenótipo vagens amarelas.
- Planta I: alelo  $V$ . Planta II: alelo  $v$ .
- O genótipo é  $Vv$ .



- A característica dominante é vagem verde, pois do cruzamento entre plantas com vagens verdes ( $VV$ ) e plantas com vagens amarelas ( $vv$ ) nasceram apenas plantas com vagens verdes ( $Vv$ ). Assim, a característica vagem verde é dominante em relação à característica vagem amarela, que só se manifesta em homozigose.
- Plantas com vagens verdes podem ter genótipo  $VV$  ou  $Vv$ , sendo homozigóticas ou heterozigóticas. Já as plantas com vagens amarelas são todas  $vv$ , ou seja, homozigóticas.

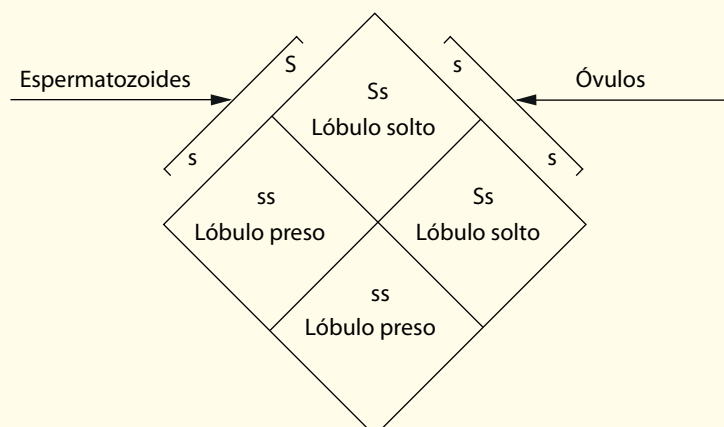
Para responder às questões, os estudantes devem ter noções de hereditariedade e compreender conceitos básicos da genética: genótipo, fenótipo, cromossomos, alelos, dominância e recessividade gênica, homozigose e heterozigose. Se necessário, revise o conteúdo abordado solicitando que façam as atividades da seção *Amplie o vocabulário* do capítulo 10 do livro do estudante. Nessas atividades, eles vão debater o significado de vários conceitos da genética básica e redigi-los com suas palavras.

### Questão 3

Homem com lóbulo da orelha solto e heterozigoto é  $Ss$  e produz espermatozoides com alelos  $S$  e espermatozoides com alelo  $s$ .

Mulher com lóbulo da orelha preso é  $ss$  e seus óvulos terão apenas o alelo  $s$ .

Sim, o casal pode ter filhos com a característica lóbulo da orelha preso.



Para responder à questão, os estudantes devem associar os gametas à transmissão das características hereditárias do casal para seus filhos. Além disso, é necessário que eles compreendam os conceitos de heterozigose e homozigose e a relação de dominância entre genes na determinação de algumas características.

Caso tenham encontrado dificuldade, faça com eles a atividade 5 do tópico *Probabilidades*, da seção *Explore diferentes linguagens*, do capítulo 10 do livro do estudante.

#### Questão 4

- a) A aneuploidia, no caso em questão, é a presença de um cromossomo 21 a mais, que provoca a síndrome de Down.
- b) Sexo masculino, pois o indivíduo tem um cromossomo X e um cromossomo Y.
- c) A síndrome de Down é uma aneuploidia, alteração no número de cromossomos em relação ao valor normal (no caso, um cromossomo a mais). Já a fenilcetonúria é causada pela combinação de dois alelos recessivos, que determinam uma característica que leva ao distúrbio.

Para responder à questão, os estudantes devem conhecer o mecanismo de produção dos gametas e a importância da separação dos cromossomos homólogos durante esse processo. Também é necessário que eles compreendam que algumas doenças hereditárias ocorrem devido à transmissão e à manifestação de características determinadas por genes; outras, as aneuploidias, ocorrem devido a problemas no processo de formação dos gametas.

Observe as respostas apresentadas e, se julgar necessário, retome o conteúdo abordado na atividade solicitando aos estudantes que façam uma ficha-resumo dos conceitos apresentados no item 13, *Doenças hereditárias e aneuploidia*, do capítulo 10 do livro do estudante.

#### Questão 5

- a) Teoria de Lamarck.
- b) Teoria de Darwin.

Para responder à questão, os estudantes devem conhecer as ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin, comparando-as e identificando as diferenças entre elas. Observe as respostas apresentadas e, se julgar necessário, retome o conteúdo respondendo com os estudantes às atividades 2 e 3 da seção *Use o que aprendeu* do capítulo 11 do livro do estudante.

#### Questão 6

Alternativa correta: A.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender como ocorre a formação de novas espécies e o papel da seleção natural nesse processo. Caso eles apresentem dificuldades, retome o conteúdo abordado utilizando os esquemas ilustrados do item 5, *Como se formam novas espécies?*, do capítulo 11 do livro do estudante.

#### Questão 7

- a) Seleção artificial.
- b) Darwin, ao observar o processo de seleção artificial conduzido pelos seres humanos para selecionar características que lhes interessavam em animais e plantas, percebeu que a natureza também exercia uma seleção entre indivíduos de uma mesma espécie e que os mais aptos tinham mais chances de sobreviver e se reproduzir.
- c) Os estudantes podem citar vários exemplos, como a produção de gado de corte e leite, a seleção de raças de animais de estimação, tais como cães e gatos, e a seleção de variedades de plantas utilizadas na agricultura.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender o conceito de seleção artificial e sua aplicação pelos seres humanos. Além disso, é necessário que entendam como Darwin, ao observar esse processo, percebeu os preceitos da seleção natural.

Observe as respostas apresentadas e, se necessário, retome o conteúdo abordado na atividade utilizando o item 6, *Evolução não é um processo individual*, e o item 7, *Darwin inspirou-se na seleção artificial*, do capítulo 11 do livro do estudante.

### Questão 8

Alternativa a ser assinalada (que expressa uma ideia incorreta): **D**.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender quais são os objetivos propostos com a criação de unidades de conservação e associá-los aos benefícios diretos e/ou indiretos proporcionados aos seres humanos.

Ao selecionar outras alternativas em vez da **D**, é provável que os estudantes não tenham compreendido corretamente a importância das unidades de conservação para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e, conseqüentemente, para a sobrevivência dos seres humanos. Nesse caso, retome o conteúdo apresentado no item 3, *A importância das unidades de conservação*, do capítulo 12 do livro do estudante.

### Questão 9

Alternativa a ser assinalada (que expressa uma ideia incorreta): **C**.

Para responder à questão, os estudantes devem compreender os princípios do desenvolvimento sustentável e identificar ações humanas que desencadeiam problemas ambientais e sociais e representam desafios para que consigamos alcançá-lo. Ao selecionar outras alternativas em vez da **C**, é provável que eles não tenham compreendido corretamente o conteúdo abordado. Nesse caso, solicite que façam a atividade 1 da seção *Explore diferentes linguagens* do capítulo 12 do livro do estudante.

### Questão 10

- a) O texto refere-se aos recursos renováveis. Entre eles estão: água e ar não poluídos, solo fértil e seres vivos (animais, plantas, fungos etc.).
- b) Os estudantes podem citar: redução da mortalidade infantil e aumento da expectativa de vida proporcionados pelo avanço da Ciência e da tecnologia e pela oferta de saneamento básico.
- c) É importante refletir sobre nossa forma de consumo, pois o planeta tem uma quantidade finita de recursos e capacidade limitada de renová-los e de reciclar os resíduos gerados. Espera-se que os estudantes citem vários hábitos que podem ser mudados, como: usar transporte coletivo ou alternativo em vez de individual, separar adequadamente os resíduos, comprar apenas o necessário, reciclar e reutilizar objetos e aderir aos movimentos de troca de produtos (livros, roupas etc.).

Para responder à questão, os estudantes devem compreender os conceitos de recursos naturais renováveis e não renováveis e reconhecer as causas e os problemas associados ao aumento da população humana e aos padrões de consumo estabelecidos na atualidade. Além disso, eles devem elaborar argumentos para justificar a necessidade de repensar hábitos de consumo e propor ações individuais que possam impactar o planeta de forma positiva. Observe as respostas apresentadas e, se julgar necessário, retome o conteúdo propondo as atividades da seção *Use o que aprendeu* e do tópico *Gráfico* da seção *Explore diferentes linguagens*, do capítulo 12 do livro do estudante.

# Aprofundamento ao professor

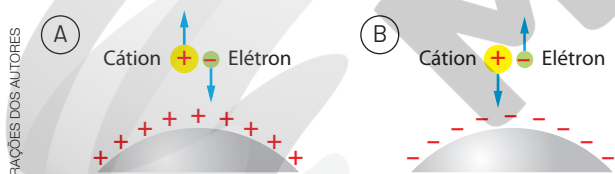
## Referente ao capítulo 2

Este é um texto de nossa autoria que pode auxiliar o docente quanto ao funcionamento dos para-raios.

### Por que os para-raios são pontudos?

Considere um condutor metálico esférico, em contato com o ar, portador de carga elétrica. Essa carga não passa para o ar porque ele é um **dielétrico**, ou seja, **não é condutor elétrico**. No entanto, se a carga no condutor for muito alta (positiva ou negativa), o campo elétrico nas proximidades poderá atingir um valor suficientemente alto (em módulo) para provocar a formação de íons, ou seja, a **ionização** do ar. Nesse momento, o ar se torna condutor.

Vejamos como ocorre a ionização. Se a carga da esfera for positiva (esquema (A)), ela atrai elétrons das moléculas de ar, arrancando alguns deles e criando íons positivos (cátions). Tanto os elétrons desprendidos, atraídos em direção à esfera, quanto os íons positivos, repelidos por ela, podem colidir com outras moléculas de ar, ionizando-as também. Esse é um processo em cadeia que amplifica o número de íons e subitamente torna o meio condutor de corrente elétrica (pela movimentação dos íons). Porém, se a carga na esfera for negativa (esquema (B)), ela repele elétrons das moléculas de ar, podendo arrancar alguns deles e gerar íons positivos. Os elétrons ejetados, repelidos pela esfera, e os íons positivos, atraídos por ela, colidem com outras moléculas de ar, também desencadeando um processo que produz muitos íons e torna o meio condutor.



Representação esquemática da ionização do ar por uma esfera metálica suficientemente eletrizada com carga positiva (A) ou carga negativa (B).

Fonte do esquema: Elaborado a partir de BREITHAUPT, J. *Physics*. 4. ed. Londres: Palgrave, 2015. p. 254.

A ionização de um dielétrico submetido a um campo elétrico muito intenso é denominada **ruptura dielétrica** e o potencial elétrico necessário para que isso ocorra é chamado **rigidez dielétrica**. Para o ar, a rigidez dielétrica é da ordem de  $3 \times 10^6 \text{ V/m}$  (ou  $3 \times 10^6 \text{ N/C}$ )\*

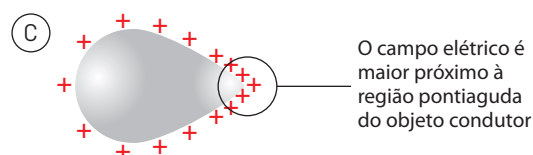
\* V/m (volt por metro) equivale a N/C (newton por coulomb).

Se um objeto condutor eletrizado, imerso no ar, tiver uma carga tão elevada que o campo elétrico na sua superfície chegar a  $3 \times 10^6 \text{ V/m}$ , ocorrerá a ruptura dielétrica do ar e este, tornando-se condutor, permitirá o escoamento da carga para fora do objeto. A descarga elétrica para fora do objeto é um **arco elétrico**, ou **arco voltaico**.



Arcos voltaicos, como esses entre os eletrodos metálicos da foto, são descargas elétricas que ocorrem quando há ruptura dielétrica.

A carga em um condutor esférico se distribui uniformemente em sua superfície. Porém, verifica-se que, em condutores não esféricos, a distribuição da carga não é uniforme. Ocorre **maior concentração de cargas nas regiões pontiagudas** (esquema (C)), o que faz com que o **campo elétrico seja maior nas proximidades dessas regiões**.



O campo elétrico é maior próximo à região pontiaguda do objeto condutor

Em um condutor eletrizado, há maior concentração de cargas nas regiões pontiagudas. (Representação esquemática.)

Fonte do esquema: GIAMBATTISTA, A. *Physics*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 610.

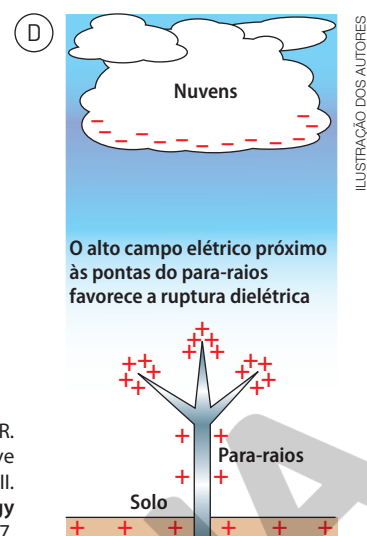
Isso significa que, se um condutor de forma irregular receber continuamente carga elétrica até que haja ruptura dielétrica do ar ao seu redor, esta ocorrerá próximo a uma região pontiaguda, pois aí o campo elétrico é maior.

INVENTOR/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES PLUS

ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

Durante uma tempestade, estabelece-se grande diferença de potencial elétrico entre a parte inferior das nuvens e o solo (esquema ④). Como os para-raios estão aterrados, eles, do ponto de vista elétrico, são parte do solo. A ruptura dielétrica do ar é mais provável nas proximidades das pontas dos para-raios do que em outros locais do solo ou de outros objetos aterrados. Assim, para cumprirem bem seu papel, os para-raios precisam ser pontiagudos.

Fontes do esquema: Elaborado a partir de FEYNMAN, R. *et al. The Feynman lectures on Physics*: definitive edition. San Francisco: Addison Wesley, 2006. v. II. p. 6-13 e 9-10; AHRENS, C. D.; HENSON, R. *Meteorology today*. 12. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 406, 407.



### Referente ao capítulo 3

Este é um texto de nossa autoria sobre deslocamento espectral e velocidade estelar em relação à Terra.

#### Como se mede a velocidade com que uma estrela se afasta da Terra?

A luz proveniente de uma estrela pode ser decomposta ao passá-la por uma fresta e, a seguir, por um prisma de cristal. O “arco-íris” resultante é um **espectro da luz visível** e contém luzes de várias cores e tonalidades diferentes. Em uma extremidade, os tons de vermelho correspondem às frequências mais baixas e comprimentos de onda mais longos. Na outra ponta, os tons de violeta têm frequências altas e comprimentos de onda pequenos. O espectro da luz visível está esquematizado na figura ①.

Muitas estrelas estão se afastando da Terra. As ondas eletromagnéticas emitidas por uma estrela que se afasta de nós sofrem diminuição de frequência devido a um fenômeno conhecido como efeito Doppler. Assim, todo o espectro de frequências emitido por essa estrela desloca-se para frequências menores. Algumas componentes vermelhas da luz emitida por essa estrela acabam caindo no infravermelho (porção não visível do espectro com frequência abaixo do vermelho). E um trecho do espectro original que estava no ultravioleta (porção não visível com frequência acima do violeta) acaba sendo deslocado para a faixa visível do violeta. Toda essa redução das frequências é denominada **deslocamento para o vermelho**. Quanto mais acentuado, maior a velocidade com que a estrela se afasta de nós.

No entanto, há algumas estrelas que estão se aproximando da Terra. Nesse caso, os astrônomos dizem que o espectro sofre **deslocamento para o azul** (talvez fosse mais didático que eles dissessem deslocamento para o **violeta**).

Porém, surge uma dúvida. Todas as componentes mudaram de lugar, em direção ao vermelho ou ao violeta, mas o espectro continua sendo obtido inteiro. Então, como se constata que houve deslocamento?

A resposta está nas linhas espectrais de absorção. A luz emitida por uma estrela se origina em suas camadas internas, muito quentes. Quando a luz atravessa camadas mais externas, em que o gás está relativamente mais frio, átomos de elementos presentes absorvem luz de apenas algumas frequências específicas, características desses elementos químicos. No espectro da estrela, aparecem linhas escuras nas frequências absorvidas, chamadas **linhas espectrais de absorção**. A figura ② esquematiza o espectro com duas linhas (genéricas). No espectro obtido com a luz de uma estrela que se afasta da Terra, as linhas espectrais estão deslocadas para o vermelho, como esquematizado em ③. Já no caso de uma estrela que se aproxima, as linhas espectrais estão deslocadas para o azul, como em ④.

Quanto maior a velocidade da estrela, maior o deslocamento. A medida experimental do deslocamento permite aos astrônomos calcular a velocidade de afastamento ou de aproximação de uma estrela, ou mesmo de uma galáxia.



Esquema de linhas de absorção no espectro visível e de seu deslocamento para o vermelho e para o azul.

Fonte do esquema: Elaborado a partir de KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 681.

Este é um texto de nossa autoria sobre o funcionamento do GPS.

### Como funciona o GPS?

GPS é a sigla de *Global Positioning System*, um sistema de navegação baseado em um conjunto de 24 satélites operacionais (há outros, sobressalentes), que têm órbitas com raio aproximado de 20 mil quilômetros e que completam aproximadamente duas voltas ao redor da Terra por dia. As órbitas são arranjadas de modo a possibilitar que, em um ponto qualquer da superfície terrestre, pelo menos quatro satélites estejam "visíveis", ou seja, acima da linha do horizonte.

Cada satélite transmite continuamente um sinal de micro-ondas que inclui sua identificação, informações de sua órbita e o instante de tempo (horário) em que a transmissão foi feita, com precisão de um bilionésimo de segundo\*. Quando o sinal chega a um receptor GPS, este, com base nas informações do sinal, calcula a que distância do satélite ele se encontra. É necessário receber o sinal de no mínimo três satélites para que o receptor determine a longitude e a latitude.

A necessidade de três sinais pode ser explicada com uma analogia. Imagine que você quer determinar sua localização no mapa da página seguinte. Se você souber apenas que está a 270 m da estátua do centro da praça e a 200 m do mastro da bandeira da escola, isso só permite concluir que pode ser o ponto A ou o B (veja o esquema). Mas, se você conhecer também a distância a um terceiro ponto de referência, então a localização será inequívoca. Por exemplo, se você souber que está a 100 m do poste ao lado da banca de jornais, então sua posição só pode ser o ponto A.

Similarmente, se um receptor GPS está informado da distância a três satélites, então pode determinar sua latitude e longitude. Nos aparelhos que fornecem velocidade e direção de movimentação, estas são determinadas pela comparação de sucessivas posições ao longo do tempo. Se o aparelho receber o sinal de um quarto satélite, isso possibilita determinar, além da latitude e da longitude, também a altitude local.

\* A precisão do sistema requereu que os satélites fossem equipados com relógios atômicos e que a sincronização dos seus horários levasse em conta efeitos relativísticos.

O conjunto de satélites GPS, mantido pelo governo estadunidense, tornou-se operante em 1992. Na época, o sinal era codificado e, para os civis, permitia precisão da ordem de 45 metros. A codificação foi removida em 2000 e, a partir de então, houve grande disseminação do uso de receptores GPS.

A precisão da localização varia de acordo com o modelo do receptor. Em geral, quanto maior a precisão de um GPS, mais caro ele é. Alguns, bem precisos, têm erro inferior a um metro. Aprimorando-se quesitos eletrônicos, é teoricamente possível chegar a uma precisão de um centímetro!



ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

Analogia para determinação de coordenadas usando sinal GPS.

Fonte do esquema: Elaborado a partir de SHIPMAN, J. T. *et al.* *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021. p. 446.

Este é um texto de nossa autoria sobre o funcionamento do radar policial.

### Como funciona o radar policial?

Em muitas localidades brasileiras, há dispositivos fotográficos fixados em postes e conectados a sensores no chão da via. Esses sensores têm um determinado espaçamento entre si e são pressionados sucessivamente por um veículo em movimento, transcorrendo certo intervalo de tempo entre o pressionamento de cada um. Se um veículo estiver acima da velocidade máxima permitida na via, o intervalo de tempo será inferior a um mínimo predeterminado e isso disparará a máquina fotográfica para registrar a infração. Embora alguns chamem esses dispositivos de "radares", a denominação não é correta.

O termo **radar** (do inglês *radio detection and ranging*) designa um dispositivo que emite ondas de rádio ou micro-ondas e que as capta em seu retorno, após serem refletidas em um objeto. Com isso, radares possibilitam a detecção da presença de objetos, bem como de sua posição e direção de movimento.

Radares também podem medir a velocidade de objetos. É o que ocorre nos radares usados para flagrar motoristas em excesso de velocidade. Tais radares não dependem de sensores instalados no chão e, por isso, são popularmente conhecidos como "radares móveis".

As ondas eletromagnéticas emitidas por um dispositivo desse tipo têm certa frequência. Ao atingirem um veículo em movimento, essas ondas são refletidas. É como se o veículo fosse uma fonte emissora de ondas eletromagnéticas.

As ondas refletidas sofrem alteração de frequência devido ao efeito Doppler. O radar capta essas ondas em seu retorno e mede sua frequência. Um programa de computador compara-a à frequência originalmente emitida e, com base na diferença entre ambas, calcula a velocidade do veículo. Então, em caso de infração, uma máquina fotográfica acoplada registra o flagrante.



## Referente ao capítulo 4

Este é um texto de nossa autoria sobre o alótropo do carbono denominado grafeno.

### O que é grafeno?

A Academia Real Sueca de Ciências escolheu como vencedores do Prêmio Nobel de Física 2010 dois cientistas nascidos na Rússia e que trabalham na Universidade de Manchester, Reino Unido. Andre Geim e Konstantin Novoselov foram escolhidos pelo sucesso obtido na produção, isolamento, identificação e caracterização do **grafeno**.

Essa variedade alotrópica do carbono é constituída de uma monocamada de átomos do elemento ligados em arranjo hexagonal. (A grafite e o diamante são variedades alotrópicas naturais do elemento carbono.) De fato, o grafeno nada mais é do que uma das inúmeras camadas que constituem a grafite. Um cristal de grafite com 1 mm de espessura consiste de três milhões de camadas de grafeno sobrepostas, unidas por interações intermoleculares. Embora filmes com a espessura de cem camadas tivessem sido isolados anteriormente, acreditava-se que uma única camada não poderia ser produzida ou isolada.

Em um artigo publicado na revista *Science*, Geim e Novoselov revelaram que tal camada podia ser isolada em quantidade suficiente para verificar suas propriedades e era estável. Em uma das etapas do trabalho, eles utilizaram fita adesiva para remover camadas de grafeno de cristais de grafite. Segundo comunicado da Academia, o grafeno é “o primeiro material cristalino verdadeiramente bidimensional e é representativo de toda uma classe de materiais 2D que inclui, por exemplo, monocamadas de nitreto de boro (BN) e de dissulfeto de molibdênio ( $\text{MoS}_2$ )”.

Camadas de 70 cm de largura de grafeno já foram obtidas. O material apresenta propriedades interessantes. É praticamente transparente; deixa passar 97,7% da luz visível. É mais resistente que uma amostra de aço de mesma dimensão e estica até 20% sem romper. Uma rede hipotética de  $1 \text{ m}^2$  do material teria apenas 0,77 mg e, estendida, suportaria um objeto de 4 kg. (O comunicado da Academia foi ilustrado com uma rede de dormir feita de grafeno, com um gato sobre ela.) O grafeno conduz calor e corrente elétrica melhor que o cobre, o que pode ser atribuído aos elétrons

deslocalizados — o alótropo pode ser encarado como constituído de muitos anéis benzênicos condensados, nos quais há ressonância.

O novo material tem aplicações promissoras. É um condutor transparente, flexível e mecanicamente resistente, que poderia ser usado em telas ultrafinas, flexíveis e sensíveis ao toque para tevê, computadores, celulares e livros digitais. Transistores de grafeno seriam mais rápidos que os de silício (um protótipo já foi construído) e *chips* com maior capacidade de processamento poderiam ser fabricados.

É a segunda vez que a produção e a caracterização de um novo alótropo do carbono rendeu o Nobel. Em 1996, o prêmio de Química foi conferido a três cientistas pela descoberta e pelo estudo dos fulerenos.

Andre Geim já ocupou as manchetes por uma “honraria” menos digna de orgulho. Em 2000, foi agraciado com o Ig Nobel (para “pesquisas que fazem as pessoas rirem e, então, pensarem”) por ter levitado um sapo empregando campos magnéticos intensos. Geim é o primeiro indivíduo a conquistar ambos os prêmios.

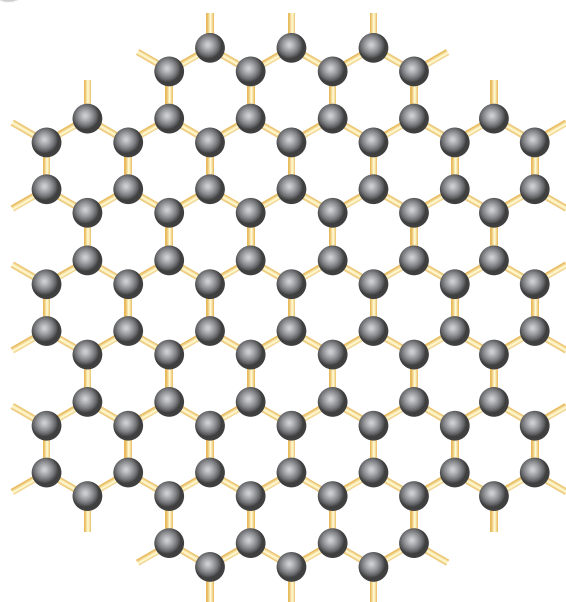


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

Modelo molecular do grafeno. (Representação esquemática, fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Fonte da ilustração: BROWN, T. L. *et al.* *Chemistry: the central science*. 15. ed. Nova York: Pearson, 2022. p. 602.

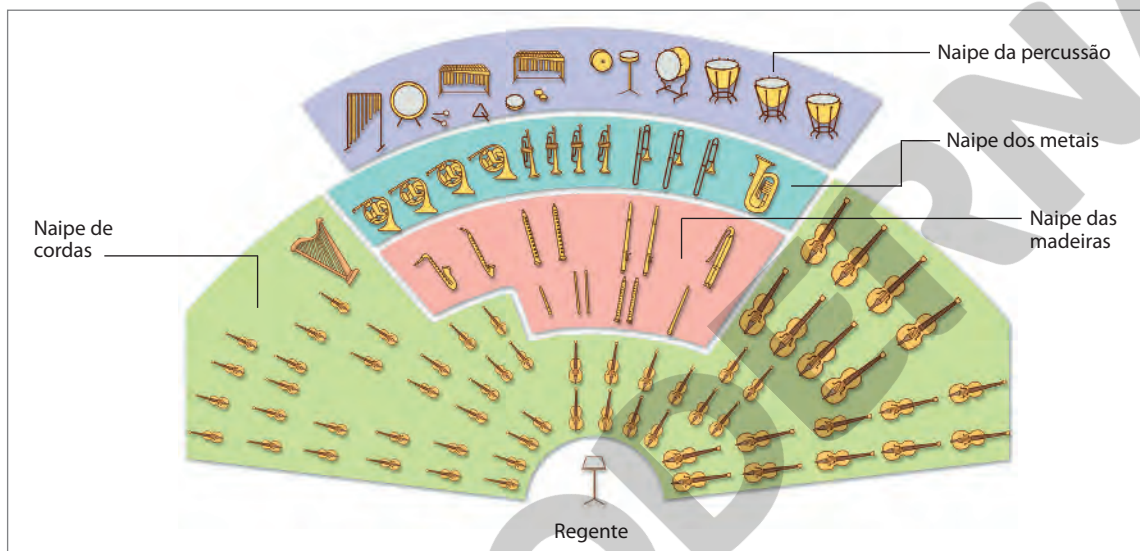
## Referente ao capítulo 5

Aqui, transcrevemos um texto sobre a organização dos instrumentos em uma orquestras.

### Orquestras

“Orquestras tais como as conhecemos apareceram pela primeira vez no século XVII, mas eram geralmente muito pequenas. Durante o século XIX, as técnicas de fabricação de instrumentos musicais melhoraram muito e o tamanho das orquestras aumentou. Hoje uma orquestra média contém de 40 a 70 músicos. Cada uma das quatro seções de uma orquestra tem um papel diferente. Os instrumentos de corda, que quase sempre correspondem à

maior das divisões, usualmente proporcionam a melodia. Os instrumentos de sopro de madeira às vezes sustentam a melodia, porém mais frequentemente dão vivacidade e calor ao conjunto do som. Os instrumentos de sopro de metal comumente adicionam contraste e ênfase às passagens dramáticas, enquanto a seção de percussão provê o suporte rítmico para a orquestra. O regente conduz o tempo musical, o volume e o balanço da peça.”



Esquema da distribuição dos instrumentos de uma orquestra durante apresentação.

Fonte do texto e da ilustração: DK ILLUSTRATED Oxford Dictionary. Londres: Dorling Kindersley/Oxford University, 1998. p. 575. (Tradução dos autores.)

Aqui, transcrevemos um texto sobre a reflexão sonora.

### Reflexão sonora. Reforço, reverberação e eco

“A **reflexão do som** pode dar origem ao reforço, à reverberação ou ao eco, dependendo do intervalo de tempo entre a percepção, pelo ouvinte, do som direto e do som refletido.

A ocorrência de um ou de outro desses fenômenos deve-se ao fato de só conseguirmos distinguir dois sons que nos chegam com um intervalo de tempo superior a 0,1 s (um décimo de segundo). [...]

Se o obstáculo que reflete o som estiver muito próximo, o som direto e o som refletido chegam praticamente no mesmo instante. O ouvinte terá então a

sensação de um som mais forte. A esse fenômeno se dá o nome de **reforço**.

Quando o obstáculo refletor está mais afastado, de modo que o intervalo entre a percepção do som direto e a do som refletido é menor que 0,1 s, mas não é desprezível, ocorre o fenômeno da **reverberação**. Nesse caso, o som refletido chega ao sistema auditivo, enquanto a sensação do som direto ainda não se extinguiu. O ouvinte tem então a impressão de um prolongamento do som. Nos auditórios, a reverberação, desde que não exagerada, auxilia o entendimento do que está sendo falado.

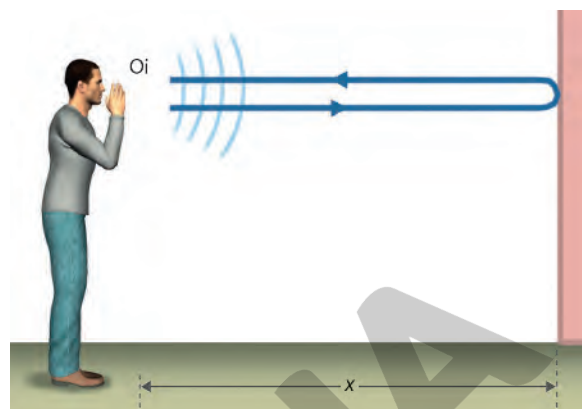
O **eco** ocorre quando o som refletido é recebido pelo ouvinte depois que o som direto já se extinguiu. Assim, o ouvinte percebe dois sons distintos. Para que isso aconteça, o intervalo de tempo entre a percepção dos dois sons (direto e refletido) deve ser maior que 0,1 s. Considere a situação da figura: uma pessoa situada a uma distância  $x$  de uma parede grita um monossílabo. Para haver eco, devemos ter  $\Delta t > 0,1$  s.

Como  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , temos:  $\Delta t = \frac{\Delta s}{v}$ . A condição para que ocorra o eco é  $\frac{\Delta s}{v} > 0,1$  s.

Sendo  $v = 340$  m/s a velocidade do som no ar e  $\Delta s = 2x$  (ida e volta), vem:

$$\frac{2x}{340} > 0,1 \Rightarrow x > 17 \text{ m}$$

Portanto, um ouvinte percebe o eco desde que sua distância ao obstáculo refletor seja superior a 17 m no ar."



Para haver eco, deve-se ter  $x > 17$  m.

Fonte do texto e da figura: RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Os fundamentos da Física*. 11. ed. São Paulo: Moderna, 2015. v. 2. p. 524.

Este é um texto de nossa autoria sobre o efeito Doppler sonoro.

### O som de uma sirene é diferente quando ela se aproxima ou se afasta de nós. Por quê?

As ondas sonoras são ondas longitudinais em que a pressão local do meio oscila durante a propagação. As cristas podem ser interpretadas como máximos de pressão, e os vales, como mínimos. Na discussão apresentada, consideraremos que o ar está parado em relação ao solo.

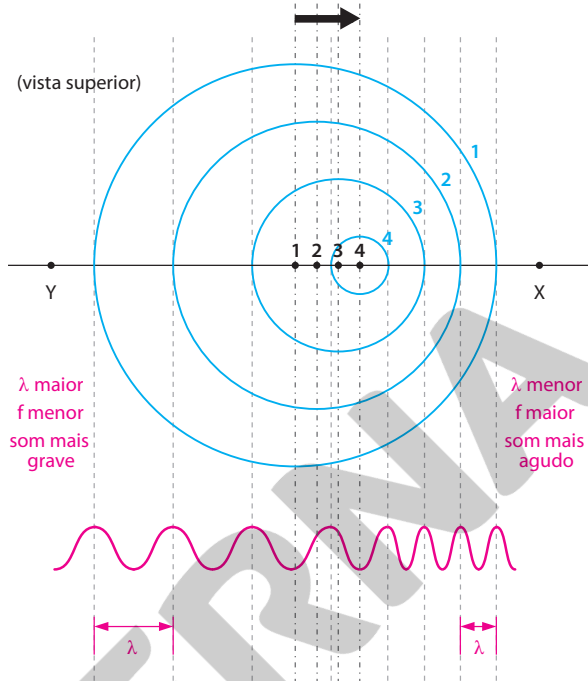
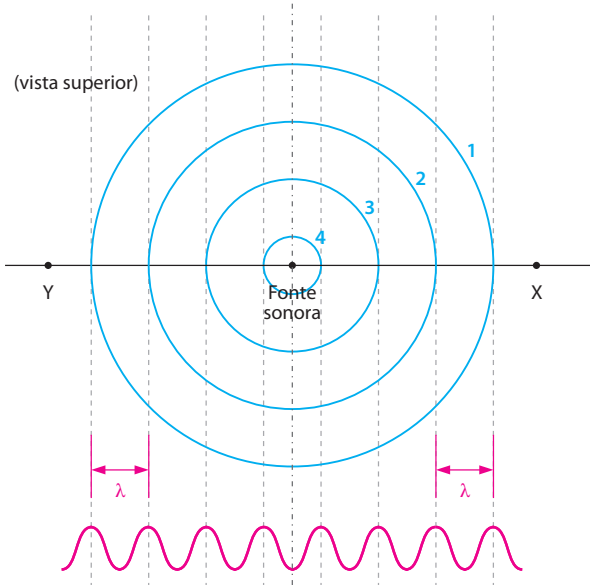
A ambulância do esquema A está parada e sua sirene é ligada. As ondas sonoras que ela passa a emitir propagam-se no ar em todas as direções e consistem de sucessivas cristas e vales. Quando as primeiras cristas de onda emitidas atingem a distância 1 da fonte sonora, as cristas de onda imediatamente seguintes atingem a distância 2, e assim por diante. Um indivíduo em repouso no ponto X e outro no ponto Y recebem as ondas sonoras com mesmo comprimento de onda ( $\lambda$ ) e, portanto, percebem o som com a mesma frequência ( $f$ ).

Se, no entanto, a fonte sonora estiver se movendo para a direita, ocorre o que está esquematizado em B. As primeiras cristas foram emitidas quando a fonte estava no ponto 1. Quando as cristas seguintes foram emitidas, a fonte sonora já estava no ponto 2. Quando as cristas de onda emitidas na posição 1 chegam ao

círculo 1, as seguintes chegam ao círculo 2 etc. Nesse caso, os círculos não são concêntricos. Cada um está centrado no ponto em que a fonte sonora estava no momento da emissão.

O indivíduo em X recebe o som com comprimento de onda menor e, portanto, com uma **frequência maior**. Em outras palavras, para o observador em X, o som parece mais **agudo**. Já o indivíduo situado em Y recebe o som com comprimento de onda maior e **frequência menor**. Para ele, o som parece mais **grave**. Essa alteração da frequência decorrente do movimento da fonte é o **efeito Doppler**, descrito primeiramente pelo físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853). O efeito Doppler também ocorre se o observador estiver em movimento.

Imagine que o som da sirene de uma ambulância tenha frequência 500 Hz. Se você estiver parado(a) na calçada e esse veículo vier pela rua em sua direção a 60 km/h, você ouvirá o som a 526 Hz. E, depois que a ambulância tiver passado e estiver se afastando, a frequência mudará para 477 Hz. O som fica mais agudo na aproximação e mais grave no afastamento.



ILUSTRAÇÕES DOS AUTORES

Fontes do esquema: LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J. *The atmosphere*. 13. ed. Hoboken: Pearson, 2016. p. 294; YOUNG, D.; STADLER, S. *Cutnell & Johnson Physics*. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 450.

Este é um texto de nossa autoria sobre o funcionamento da ultrassonografia com Doppler.

### Como funciona a ultrassonografia com Doppler?

O som audível apresenta frequência na faixa de 20 Hz (hertz = oscilações por segundo) a 20 kHz (isto é, 20 mil hertz). Acima dessa faixa está o ultrassom. Nos exames de ultrassonografia, ondas mecânicas similares às sonoras, mas de frequência inaudível (por volta de 8 MHz, ou seja, 8 milhões de hertz), são emitidas e captadas em seu retorno, propiciando a localização e inspeção de órgãos internos do organismo humano sem a necessidade de procedimento invasivo. A utilização do efeito Doppler permitiu a sofisticação desses exames.

Na **ultrassonografia com Doppler**, as ondas ultrassônicas emitidas pelo aparelho refletem em estruturas em movimento; por exemplo, as células do sangue. Nessa reflexão, é como se as estruturas em movimento estivessem emitindo o ultrassom. Devido ao efeito Doppler, ocorre alteração na frequência do ultrassom.

O aparelho capta as ondas refletidas, mede sua frequência e, por meio da comparação com a original, calcula a velocidade de movimentação da estrutura.

Por exemplo, a reflexão do ultrassom nos glóbulos vermelhos possibilita avaliar a velocidade do sangue (que não é superior a 0,4 m/s, mesmo na aorta) e, mediante um cálculo feito pelo próprio computador, descobrir o fluxo sanguíneo através do coração ou de uma artéria.

Por meio de ultrassonografia com Doppler, exames pré-natais permitem avaliar as condições cardíacas e vasculares do feto. No caso de adultos, a técnica torna possível verificar o fluxo sanguíneo para o cérebro e o diagnóstico precoce de condições propícias a AVC isquêmico.

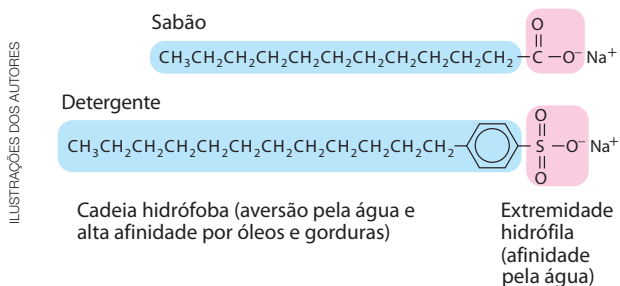
## Referente ao capítulo 6

Este é um texto de nossa autoria sobre a formação de bolhas de sabão.

### Como se formam as bolhas de sabão?

Neste texto é apresentada a estrutura de uma bolha de sabão para que, no próximo, seja explicado como ocorre a iridescência nessas bolhas.

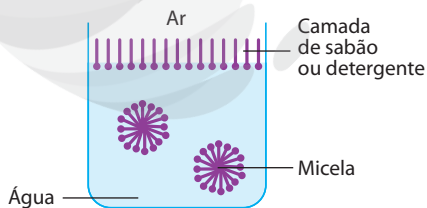
Na estrutura química de um sabão ou de um detergente, como os exemplificados a seguir, há uma extremidade que apresenta alta afinidade pela água e uma longa sequência — cadeia formada por átomos de carbono ligados a átomos de hidrogênio — que apresenta afinidade por óleos, gorduras e também por outras cadeias semelhantes a ela.



Tais estruturas podem ser representadas esquematicamente assim:



Quando sabão ou detergente é misturado à água, uma parte se distribui pela superfície do líquido, com as extremidades hidrófilas voltadas para dentro dele, interagindo com a água, e com as cadeias hidrófobas voltadas para fora, interagindo umas com as outras. Outra parte do produto forma **micelas**, aglomerados microscópicos em que as extremidades hidrófilas estão voltadas para fora, interagindo com a água, e as cadeias hidrófobas voltadas para dentro, interagindo umas com as outras.



Esquema da monocamada de sabão ou detergente sobre a água e de micelas dispersas nesse líquido. (Fora de proporção. Cores fantasiosas.)

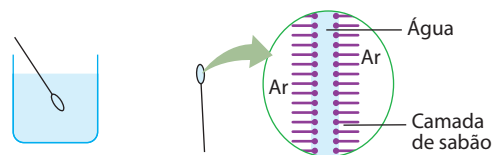
Fonte do esquema: Elaborado a partir de TRO, N. J. **Principles of Chemistry: a molecular approach**. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 660.

Todos os líquidos têm uma propriedade chamada **tensão superficial**, que expressa a resistência oferecida pela sua superfície a ser deformada ou perfurada. Essa propriedade depende da atração entre as moléculas do líquido; quanto maior a atração entre elas, maior a tensão superficial. A **água apresenta elevada tensão superficial** porque suas moléculas se atraem muito intensamente (por um tipo de interação chamada *ligação de hidrogênio*).

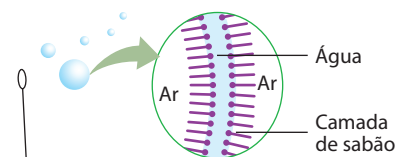
A presença de uma camada de moléculas de sabão ou detergente na superfície da água reduz significativamente a tensão superficial. Por isso, diz-se que os **sabões e detergentes são agentes tensoativos (ou surfactantes)**.

Quando mergulhamos uma argola em água com sabão e a retiramos, uma película do líquido permanece na argola. É uma camada de água líquida com moléculas de sabão em ambas as superfícies.

Se assoprarmos delicadamente essa película, cada **bolha de sabão** obtida nada mais é do que uma porção de ar envolta por uma película de água contendo moléculas de sabão tanto na superfície interna como na externa. Se a bolha fosse de água pura, a elevada tensão superficial (elevada atração entre as moléculas das superfícies interna e externa da película) faria a bolha colapsar. A presença do sabão reduz a tensão superficial e estabiliza a bolha.



Esquema da estrutura de um filme (película) de água e sabão esticado em uma argola de metal. (Fora de proporção. Cores fantasiosas.)



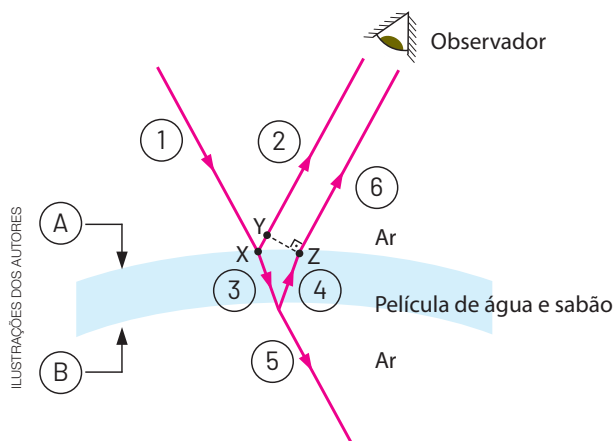
Esquema da estrutura de uma bolha de sabão. (Fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte dos esquemas: BORMASHENKO, E. Y. **Physics of wetting: phenomena and applications to surfaces**. Berlin: Walter De Gruyter, 2017. p. 220.

Este é um texto de nossa autoria sobre as cores percebidas nas bolhas de sabão.

### Por que as bolhas de sabão são coloridas?

As cores que vemos nas bolhas de sabão podem ser explicadas com o esquema a seguir.



Esquema para explicar a iridescência das bolhas de sabão. (Dimensão da película exagerada para esquematização.)

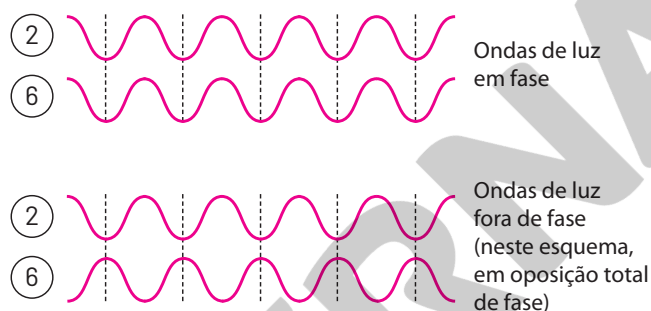
Fonte da ilustração: WALKER, J. S. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 994.

Considere raios de luz paralelos incidentes na bolha de sabão, entre os quais está o raio ①. Cerca de 4% da luz incidente é refletida na superfície externa, ①, e origina raios como ②. Parte da luz incidente atravessa ①, sofrendo refração e originando o raio ③. Na superfície interna da película de água e sabão, ②, cerca de 4% da luz incidente é refletida, originando ④, e boa parte atravessa, sofrendo nova refração e originando ⑤. Quando a luz refletida em ② (raio ④) atravessa ①, há nova refração, e o raio emergente está representado por ⑥.

Assim, a luz incidente em certa região da bolha de sabão origina raios emergentes devido à reflexão em ① (raio ②) e devido à refração em ①, seguida de reflexão em ② e de nova refração em ① (raio ⑥).

A partir do ponto X, a luz percorre diferentes distâncias para chegar ao ponto Y e ao ponto Z.

Dependendo do comprimento de onda da luz (lembre-se de que a luz branca incidente na bolha tem várias componentes, cada qual com um diferente comprimento de onda) e da distância adicional percorrida de X até Z, em comparação ao trajeto de X até Y, as ondas de luz dos raios ② e ⑥ podem estar em fase ou fora de fase\*.



Fonte da ilustração: YOUNG, D.; STADLER, S. *Cutnell & Johnson Physics*. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 778.

Se as ondas de certa componente da luz branca estiverem fora de fase, ocorre **interferência destrutiva**, ou seja, a intensidade resultante é pequena ou completamente nula.

A subtração de uma componente da luz branca faz com que a cor complementar seja vista. Por exemplo, a subtração de vermelho produz ciano, a subtração de azul produz amarelo e a subtração de verde produz magenta. Observe que essas três cores — ciano, amarela e magenta — são muito comuns nas bolhas de sabão!

O fenômeno em que uma superfície iluminada pela luz branca origina cores em decorrência da interferência destrutiva é denominado **iridescência**. As bolhas de sabão, as películas de óleo mineral sobre o chão molhado, as penas de pavão, as escamas de alguns peixes e as asas de certas borboletas são exemplos de superfícies iridescentes.

\* Além disso, existe uma inversão de fase das ondas de luz quando elas refletem em ①. Essa inversão ocorre sempre que a luz que se propaga em um meio com menor índice de refração sofre reflexão na superfície que o separa de um meio com maior índice de refração. O índice de refração da mistura de água e sabão é maior que o do ar e, por isso, há inversão de fase na reflexão em ①, mas não na reflexão em ②.

## Referente ao capítulo 7

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados ao salto.

### Quanto dura um salto?

“Alguns atletas e dançarinos possuem grande habilidade em saltar. Ao pularem diretamente para cima, parecem ‘manter-se no ar’, desafiando a gravidade. Peça a seus colegas para estimarem o ‘tempo de voo’ de alguns grandes saltadores – o tempo durante o qual um saltador está no ar com os pés fora do chão. Eles poderão dizer 2 ou 3 segundos. Mas, surpreendentemente, o tempo de voo dos maiores saltadores é quase sempre menor do que 1 segundo! Um tempo aparentemente maior é uma das muitas ilusões que temos sobre a natureza.

Uma ilusão relacionada é a altura vertical que um homem consegue pular. A maioria de seus colegas [...] provavelmente não consegue saltar mais alto do que 0,5 metro. Eles conseguem saltar por cima de uma cerca de 0,5 metro, mas, ao fazerem isso, seus corpos se elevarão apenas ligeiramente. A altura da barreira é diferente da altura que atinge o ‘centro de gravidade’ de um saltador. Muitas pessoas podem saltar por cima de uma cerca de 1 metro, mas raramente aparece alguém capaz de elevar seu ‘centro de gravidade’ em 1 metro.



Por quantos segundos os pés da jogadora de vôlei permanecem fora do solo durante um pulo? (Na foto, jogo entre Brasil e Canadá, 2014.)

Mesmo no melhor da forma, estrelas do basquete como Michael Jordan e Kobe Bryant não conseguiriam elevar seu corpo mais de 1,25 m, embora eles pudessem alcançar facilmente uma cesta de altura consideravelmente maior do que 3 m.

A habilidade de saltar é mais bem medida por meio de um salto vertical. Fique perto de uma parede com os pés plantados no chão e os braços esticados para cima. Faça uma marca na parede no lugar mais alto que sua mão alcança. Em seguida, salte para cima e faça uma marca na parede no lugar mais alto que sua mão alcançar. A distância entre essas duas marcas mede seu salto vertical. Se ele mede mais de 0,6 metro, você é excepcional.

Aqui está a Física. Quando você salta para cima, a força do salto é aplicada apenas enquanto seus pés fazem contato com o chão. Quanto maior a força, maior será a sua velocidade de lançamento e mais alto será o salto. Quando seus pés deixam o chão, sua velocidade para cima começa imediatamente a decrescer a uma taxa constante de  $g$  [que vale aproximadamente]  $10 \text{ m/s}^2$ . No topo do salto, ela [a velocidade] terá se tornado nula. Então você inicia sua queda, tornando-se mais rápido exatamente na mesma razão,  $g$ . Se você aterrizar como decolou, de pé com as pernas estendidas, então o tempo de subida será igual ao de descida; e o tempo de voo é a soma dos dois. Enquanto está no ar, nenhum impulso de perna ou braço ou qualquer outro movimento do corpo pode mudar seu tempo de voo.

A relação entre o tempo de subida ou de descida e a altura vertical atingida é dada por

$$d = \frac{1}{2}gt^2$$

Se conhecemos a altura vertical  $d$ , podemos reescrever essa expressão como

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

O recorde mundial de salto vertical diretamente para cima é de 1,25 metro\*.

\* Para um salto realizado correndo, a velocidade de decolagem pode ser aumentada e o tempo de permanência no ar também, quando o pé bate no solo, antes do salto. [...]

Vamos usar a altura 1,25 metro de seu salto para  $d$ , e usar o valor mais preciso de  $9,8 \text{ m/s}^2$  para  $g$ . Resolvendo para  $t$ , que é a metade do tempo de voo, obtemos

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}} = \sqrt{\frac{2(1,25 \text{ m})}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 0,50 \text{ s}$$

Multiplicamos isso por dois (porque esse é o tempo de subida, que é igual ao de descida) e vemos que o recorde para o tempo de voo é 1 segundo (porque

o tempo de voo é o tempo gasto na jornada de ida e volta).

Estamos falando aqui de movimento vertical. E sobre saltos realizados correndo? [...] O tempo de voo depende apenas da rapidez vertical do saltador no instante do lançamento. Enquanto estiver no ar, a rapidez do saltador na horizontal permanecerá constante, ao passo que a rapidez vertical estará submetida à aceleração. A física é interessante!”

Fonte do texto e da nota de rodapé: HEWITT, P. G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 50.

A seguir, transcrevemos uma tabela que apresenta prefixos das potências de 10.

### Principais prefixos das potências de 10

Múltiplo	Prefixo	Símbolo
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	quilo	k
$10^2$	hecto	h
$10^1$	deca	da

Múltiplo	Prefixo	Símbolo
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f

Fonte: WALKER, J. Halliday & Resnick Fundamentals of Physics. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 2.

## Referente ao capítulo 8

Aqui, transcrevemos um texto sobre Galileu e seus experimentos.

### Galileu e a inércia

“O feito de Galileu com sua primeira luneta, logo substituída por uma segunda e melhor, também feita por ele, já seria motivo suficiente para que lhe pres-tássemos todas as honras. Mas seus trabalhos e ideias continuaram a produzir efeitos importantes mesmo em seu resto de vida sob prisão domiciliar em Arcetri, nos arredores de Florença. Seu estudo dos movimentos da queda dos corpos lançados tanto vertical quanto obliquamente, embora não fossem coisas tão espetaculares quanto as descobertas com a luneta, foram da maior importância e se tornaram fundamentais para o grande passo seguinte no progresso da Ciência.

Muitas vezes se atribui a Galileu o grande mérito de ser o fundador de uma ciência experimental. Há nele um ingrediente científico que vai muito além disso:

experimento idealizado, no sentido lato da palavra. É preciso voltar um pouco às ideias que por muitos séculos haviam permanecido como definitivas e indiscutíveis e com o peso do prestígio do grande pensador da Antiguidade: Aristóteles.

Segundo Aristóteles, os corpos só se movem porque algo faz com que se movam. E é isso que a experiência diária mostra. Galileu ‘descobriu’ uma coisa que não se vê, especialmente na prática diária: o movimento retilíneo e uniforme para sempre, perpétuo. Hoje, isso poderia ser facilmente percebido nas mesas de brinquedo, que vi pela primeira vez numa festa de aniversário de um de meus netos. Mesas cheias de pequenas perfurações por onde o ar comprimido permite que discos deslizem sem atrito. É só imaginar a mesa se estendendo indefinidamente.

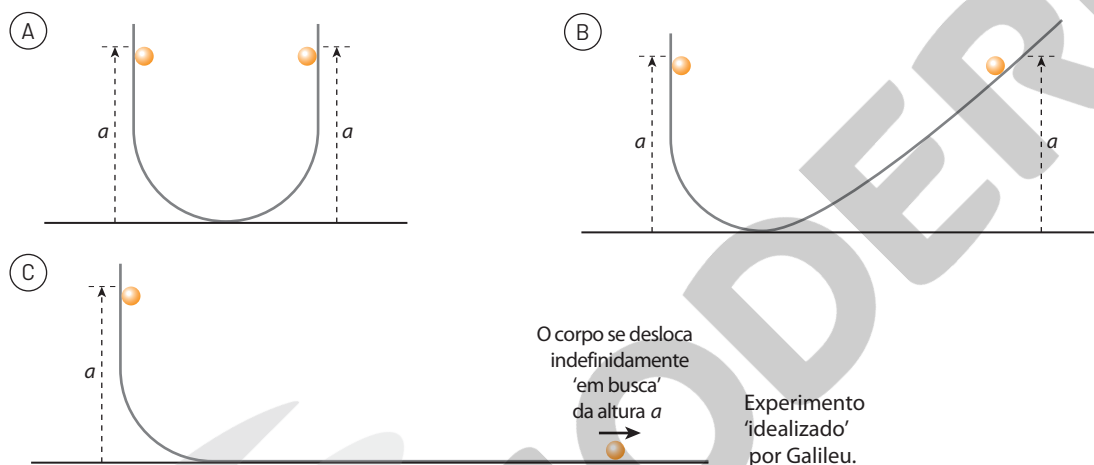


O experimento idealizado por Galileu e que o levou à ideia de movimento retilíneo e uniforme para sempre é rusticamente o seguinte: uma bola lisa lançada numa superfície lisa segue durante muito tempo em movimento retilíneo quase uniforme. Só aos poucos ela vai diminuindo sua velocidade. À medida que forem sendo melhoradas as superfícies da bola e da superfície, o movimento da bola vai se aproximando de um movimento retilíneo e uniforme. Nas condições ideais pode-se então ter um movimento perene, sem que algo esteja empurrando ou puxando.

Em outra série de experimentos rústicos, Galileu pôde idealizar algo que seria difícil de ver na prática. Acompanhe o 'experimento' de Galileu nas figuras a seguir. Se você solta um corpo na situação da figura (A), você 'verá' o corpo deslizar da altura  $a$  em que você o soltou e atingir a mesma altura do outro lado do recipiente.

Imagine agora um recipiente que tem formato sugerido na figura (B) e você o solta da mesma altura  $a$ . Para atingir a mesma altura  $a$  do outro lado do recipiente, o corpo terá que ir mais longe 'em busca' da altura  $a$ . Se você agora considera o corpo lançado nas mesmas condições anteriores, mas no recipiente da figura (C), a ideia que fica sugerida é de que o corpo se desloque 'para sempre' 'em busca' da altura  $a$ . [...]

Embora Galileu não conhecesse o princípio da conservação da energia, essa ideia do recipiente mostra uma intuição de que o corpo devia buscar a altura de que partiu. (Esse princípio da 'conservação da energia mecânica' só apareceria muito depois de Newton). Era o 'embrião' do que seria enunciado alguns anos depois por Isaac Newton como princípio da Inércia ou primeiro princípio da Mecânica."



Fonte do texto e das ilustrações: CANIATO, R. (Re)descobrimo a Astronomia. Campinas: Átomo, 2010. p. 52-54.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## Referente ao capítulo 9

Aqui, transcrevemos um texto sobre a rotação da Terra e a rotação do Sol.

### Quem gira ao redor de quem?

"Até o século XVI, muitos astrônomos acreditavam que a Terra era o centro do Universo e que o Sol e as estrelas orbitavam ao redor dela. Os estudantes, hoje, têm tendência a rir dessa ideia de antigos cientistas. Isso porque atualmente todos 'sabem' que é a Terra que orbita ao redor do Sol. Contudo, se houvesse apenas os dois astros no Universo, o Sol e a Terra, não haveria meio de saber quem gira ao redor de quem.

Para entender como os astrônomos concluíram que é a Terra que gira ao redor do Sol, pense na seguinte

situação. Suponha que você esteja em uma jangada no oceano. Se você não estiver vendo nenhuma porção de terra, será impossível dizer se a jangada está parada ou em movimento. Suponha, agora, que haja duas ilhas à vista, uma próxima à jangada e outra mais afastada, atrás dessa primeira. Se você estiver parado, as duas ilhas permanecerão na mesma posição, uma em relação à outra. No entanto, se você estiver se movendo, a ilha mais próxima parecerá estar mudando de posição em relação àquela mais distante.

Esse movimento aparente de um objeto (a ilha mais próxima) em relação a um referencial distante (a outra ilha), proveniente, na verdade, da movimentação do observador, é denominado *paralaxe*. Ele é ilustrado pelas duas fotografias das colunas de um edifício, nas figuras 1 e 2.

Os astrônomos do passado já dominavam o conceito de paralaxe. E eles estavam certos ao pensar que, se fosse a Terra que se movesse ao redor do Sol, as estrelas mudariam de posição uma em relação à outra (como as ilhas do exemplo anterior). Como tal movimento das estrelas não era observado, eles concluíram que a Terra

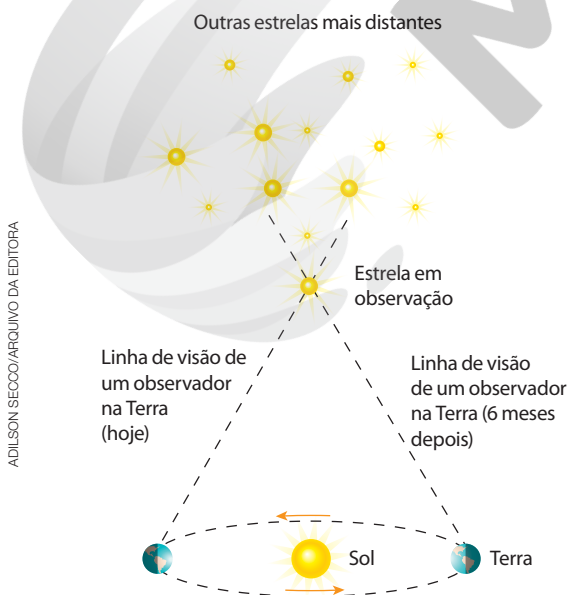
deveria permanecer estacionária. Era a única conclusão lógica a partir dos dados disponíveis na época.

O erro não se originou, portanto, de raciocínios incorretos, mas da falta de precisão nas medidas realizadas. O diâmetro da Terra é pequeno se comparado com a distância às estrelas, mesmo as mais próximas. Assim, em seis meses de movimento (figura 3) a mudança de posição de uma estrela em relação a outra é tão pequena que os astrônomos só puderam provar que a Terra está se movendo quando foram construídos telescópios com precisão suficiente para determinar essa paralaxe."

FOTOS: EDUARDO SANTAL ESTRA



**Figuras 1 e 2.** Essas fotos tiradas das mesmas colunas em posições diferentes permitem ilustrar o conceito de paralaxe. (Parque do Ibirapuera, São Paulo, SP)



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

**Figura 3.** Esquema (fora de proporção) de como uma estrela próxima parece mudar de posição em relação a outras, mais distantes. (Cores fantasiosas.)

**Fonte do texto e da ilustração:** FAUGHN, J. S.; CHANG, R.; TURK, J. *Physical Science*. 2. ed. Orlando: Saunders, 1995. p. 547-548. (Tradução dos autores.)

O texto reproduzido a seguir pode auxiliar o docente em aspectos relacionados à paralaxe estelar.

### Paralaxe anual das estrelas

“Para que você possa entender claramente a ideia de paralaxe, pare por um instante a leitura e faça um pequeno experimento do mesmo lugar em que você está. Estenda seu braço para frente com o polegar em posição de quem quer significar ‘positivo’. Sem mover sua cabeça e sem mover seu braço estendido, olhe para seu polegar alternadamente com cada um de seus olhos. Logo você perceberá um deslocamento aparente de seu polegar em relação à paisagem de fundo. Repita agora todo o procedimento, mas agora mantendo seu polegar bem mais próximo de seus olhos. Você percebeu que aumentou o deslocamento aparente de seu polegar? É esse ângulo que se chama de ‘paralaxe’.

JOSE LUIS JUHAS/ARQUIVO DA EDITORA



Um dos argumentos sempre usados contra a ideia do heliocentrismo, desde os tempos de Aristarco, era a constância das figuras formadas pelas constelações. Se a Terra se movesse ao redor do Sol, seu deslocamento

deveria provocar a deformação das figuras formadas pelas constelações: com o deslocamento da Terra de um lado para o outro de sua órbita, as estrelas mais próximas mostrariam maior ‘paralaxe’ que as mais distantes. Aristarco já havia argumentado que essa deformação não era visível por estarem as estrelas muito distantes. Ele estava [...] certo.

Mesmo Copérnico e todos os defensores do heliocentrismo, quase dois mil anos depois, enfrentavam o mesmo argumento contra as novas ideias: nunca havia sido detectada qualquer deformação das constelações. Só em 1838 se detectou um pequeníssimo deslocamento de algumas estrelas em relação a outras muito mais distantes. Essa verificação foi feita quase que simultaneamente por três astrônomos em três lugares diferentes e para três estrelas diferentes.

O mérito como primeiro foi dado ao astrônomo alemão Frederic W. Bessel (1784-1846) depois de muitos anos de medidas muito acuradas. Os dois outros foram Struve (russo) e Henderson (inglês). O resultado das medidas de Bessel foi um valor de  $0,761''$ , ou seja menos de 1 segundo de arco. A estrela cuja paralaxe foi medida por Bessel foi a ‘alfa’ do Centauro, aquela mais brilhante das duas que estão sempre perto do Cruzeiro do Sul. Com isso ficava [...] confirmado o movimento da Terra.

[...]”

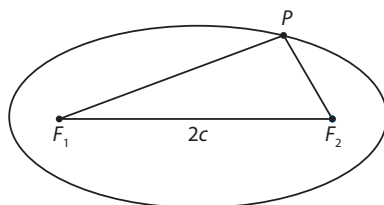
Fonte do texto e da ilustração: CANIATO, R. (Re)descobrimo a Astronomia. Campinas: Átomo, 2010. p. 97-98.

Aqui, transcrevemos um texto que explica o que é a excentricidade de uma elipse.

### O significado da excentricidade de uma elipse

“Fixados dois pontos,  $F_1$  e  $F_2$ , de um plano  $\alpha$  tal que  $F_1F_2 = 2c$ , com  $c > 0$ , chama-se **elipse** o conjunto dos pontos  $P$  do plano  $\alpha$  cuja soma das distâncias  $PF_1$  e  $PF_2$  é uma constante  $2a$ , com  $2a > 2c$ .

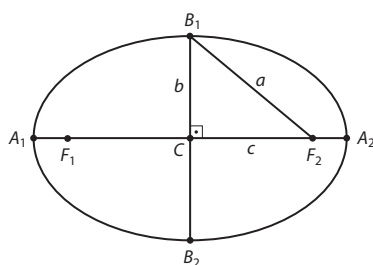
$$PF_1 + PF_2 = 2a$$



ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

- Os pontos  $F_1$  e  $F_2$  são os **focos** da elipse.
- A medida  $2c$  é a **distância focal** (distância entre focos), sendo  $c$  a semidistância focal.
- Qualquer segmento de reta cujos extremos são pontos da elipse é chamado de **corda** da elipse.
- A corda  $\overline{A_1A_2}$ , que passa pelos focos  $F_1$  e  $F_2$ , é chamada de **eixo maior** da elipse e sua medida é  $2a$ .
- O ponto médio  $C$  do eixo maior  $\overline{A_1A_2}$ , que também é ponto médio do segmento  $\overline{F_1F_2}$ , é chamado de **centro** da elipse, sendo  $\overline{A_1C}$  e  $\overline{A_2C}$  os **semieixos maiores**.
- A corda  $\overline{B_1B_2}$ , que passa por  $C$  e é perpendicular ao eixo maior, é o **eixo menor** da elipse, sendo os segmentos  $\overline{B_1C}$  e  $\overline{B_2C}$  os **semieixos menores**. Esses semieixos têm medidas iguais, que serão indicadas por  $b$ , isto é,  $B_1C = B_2C = b$ .

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

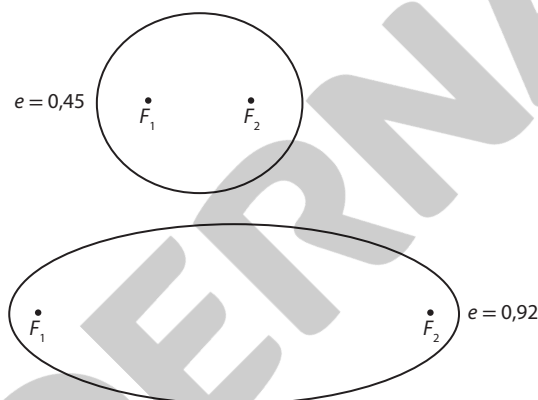


$$\begin{aligned} A_1A_2 &= 2a \\ B_1B_2 &= 2b \\ F_1F_2 &= 2c \\ B_1F_1 &= B_1F_2 = a \end{aligned}$$

- Pelo teorema de Pitágoras, temos do triângulo  $B_1CF_2$ :  
 $a^2 = b^2 + c^2$

- O número  $e = \frac{c}{a}$  é chamado de **excentricidade** da elipse. Observando que esse número é o cosseno do ângulo agudo  $B_1\widehat{F_2}C$ , temos  $0 < e < 1$ .

**Nota:** A **excentricidade** é um número que mostra quanto os pontos da elipse estão próximos de uma circunferência ou de um segmento de reta. Fixada a medida  $2a$  do eixo maior, temos: quanto mais próximos estiverem os focos, mais próximos de uma circunferência estarão os pontos da elipse, e quanto mais distantes estiverem os focos, mais próximos de um segmento de reta estarão os pontos da elipse. Observe:



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

Assim, quanto mais próximo de zero estiver o número  $e = \frac{c}{a}$ , mais próximos de uma circunferência estarão os pontos da elipse, e quanto mais próximo de 1 estiver o número  $e$ , mais próximos de um segmento de reta estarão os pontos da elipse."

Fonte: PAIVA, M. R. *Matemática*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v. 3. p. 191-193.

Este é um texto de nossa autoria sobre a excentricidade das órbitas dos planetas.

## A excentricidade das órbitas dos planetas

Pelo texto anterior, vimos que o alongamento de uma elipse varia com a excentricidade dessa elipse. A tabela apresenta a excentricidade das órbitas dos planetas do Sistema Solar. Por ela, pode-se perceber que as órbitas que mais se aproximam da circunferência (as que têm menores excentricidades) são as de Vênus, de Netuno e da Terra. E a mais alongada, que mais se afasta, portanto, da forma de uma circunferência, é a de Mercúrio.

Fonte da tabela: Elaborada a partir de ZEILIK, M. *Astronomy: the evolving universe*. 9. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 489.

Excentricidades das órbitas dos planetas do Sistema Solar

Planeta	Excentricidade da órbita
Mercúrio	0,206
Vênus	0,007
Terra	0,017
Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,054
Urano	0,047
Netuno	0,009

Este é um texto de nossa autoria sobre o calendário gregoriano.

### A reforma gregoriana do calendário

O calendário que usamos atualmente deriva do **calendário juliano**, estabelecido em 46 d.C. no reinado do imperador romano Júlio César. Por esse calendário, acrescentava-se 1 dia a cada 4 anos, sem exceção, como uma correção para o fato de um ano das estações (intervalo de tempo de um equinócio de primavera ao próximo equinócio de primavera) durar 365 dias e 6 horas. Nos anos com 366 dias, os anos bissextos, o dia adicional é uma correção para o acúmulo das 6 horas adicionais (4 vezes 6 horas = 24 horas).

Contudo, o ano das estações é, de fato, ligeiramente inferior a 365 dias e 6 horas. Na verdade, ele dura 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos.

Ao longo de séculos, desde o estabelecimento do calendário juliano, esses 11 minutos e 14 segundos

foram se acumulando e defasando o dia de ocorrência do equinócio de primavera em relação à época de sua ocorrência quando o calendário juliano foi estabelecido.

Na década de 1570, o papa Gregório XIII encarregou uma comissão de avaliar o problema e de buscar a solução. Em 1582, com base nos trabalhos dessa comissão, foi assinado um decreto papal que suprimiu 10 dias do mês de outubro daquele ano a fim de efetuar a correção. Além disso, o novo calendário, que ficou conhecido como **calendário gregoriano**, contém um interessante método para corrigir os acúmulos de 11 minutos e 14 segundos: os anos múltiplos de 100 e não múltiplos de 400 deixam de ser considerados bissextos.

O calendário que usamos atualmente em nossa sociedade é o gregoriano.

Aqui, reproduzimos um texto sobre a origem do nome ano bissexto.

### Qual é a origem da designação bissexto?

“A razão da designação *bissexto* está associada às credences relativas às influências dos números pares e ímpares. Para adicionar o dia suplementar, (o imperador romano) Júlio César escolheu o mês de fevereiro, que, além de ser o mais curto, com 28 dias, era o último mês do ano entre os romanos, que o consideravam um *mês nefasto*. Para não chocar os seus concidadãos supersticiosos, em lugar de atribuir ao mês de fevereiro 29 dias, de quatro em quatro anos, como fazemos

atualmente, Júlio César adotou um sistema complicado: duplicou o vigésimo quarto dia de fevereiro, que recebia na época o nome *sextus (ante) calendas martias*, ou seja, o sexto que antecedia o início do mês de março. Deste modo, o dia suplementar foi batizado sob a forma latina: *bis-sextus (ante) calendas martias*, que deu origem à atual designação de dia *bissexto*, o qual foi também [...] aplicado à designação do *ano* que possui um dia suplementar.”

Fonte: MOURÃO, R. R. F. *Dicionário enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. p. 38-39.

## Referente ao capítulo 10

Este é um texto de nossa autoria sobre a cor da pelagem de gatos siameses.

### Por que os gatos siameses têm pelos escuros apenas nas extremidades do corpo?

A cor da pelagem de gatos siameses (fenótipo) ilustra a influência do ambiente. Nesses gatos, os genes condicionam pelo claro, mas baixas temperaturas (fator ambiental) desencadeiam o nascimento de pelos escuros. O gato da foto tem pelo escuro no focinho, nas orelhas e nas extremidades da cauda e das patas porque nessas áreas a temperatura é um pouco mais baixa que no resto do corpo.

A **tirosina** é um aminoácido precursor de várias substâncias biológicas. No nosso organismo e no de outros animais, a tirosina origina, entre outras substâncias,



Gato siamês.

VASILY KOVAL/SHUTTERSTOCK

a **melanina\***, polímero insolúvel e de alta massa molecular, responsável pela cor da pele e dos pelos.

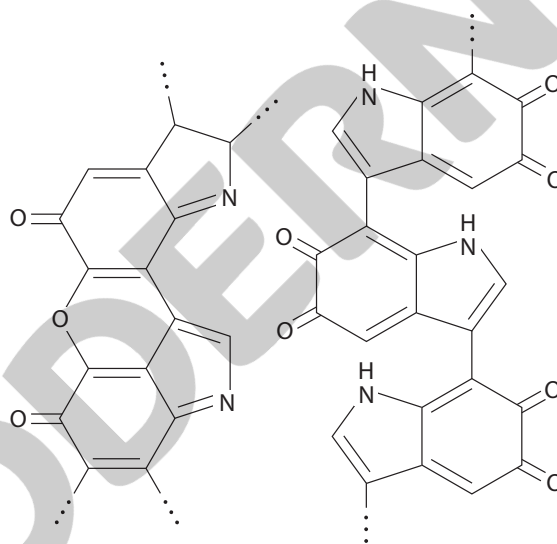
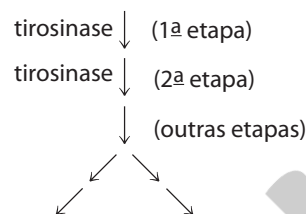
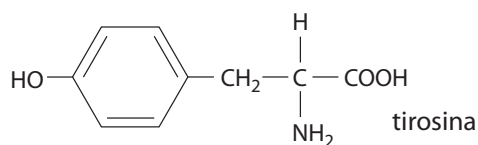
Grânulos de melanina, sintetizados por células denominadas melanócitos, têm cor que pode variar do amarelo ao preto, passando por diferentes tons de castanho. O **bronzeamento** consiste na intensificação da produção de melanina pela exposição a certas porções do espectro ultravioleta. As **sardas** são locais em que a concentração de grânulos de melanina na pele é maior. No **vitiligo**, há despigmentação em determinados locais da pele por desaparecimento dos melanócitos.

A síntese da melanina ocorre por uma sequência de etapas, das quais as duas primeiras são catalisadas pela enzima **tirosinase**. A tirosina é convertida em diferentes intermediários, conduzindo finalmente a polímeros genericamente denominados melaninas (eumelaninas, feomelaninas), com diferentes estruturas.

Indivíduos **albinos**, por razões genéticas, não produzem a enzima tirosinase e, em função disso, não sintetizam melanina. Por isso, têm a pele e os cabelos desprovidos da pigmentação característica da melanina.

O que ocorre nos gatos siameses é que a tirosinase atua eficazmente em temperaturas abaixo de certo valor. Com efeito, na temperatura do tronco desses animais, ela não age tão intensamente na formação de melanina. Porém, no focinho, nas orelhas, na cauda e nas extremidades das patas, regiões em que a temperatura é um pouco inferior à do resto do corpo, a enzima atua eficazmente e os pelos aí produzidos contêm grande concentração de grânulos de melanina.

É por isso que os gatos siameses têm pelo mais escuro nessas partes do corpo.



Diferentes formas poliméricas de melanina.

\* Não confunda com **melamina** (substância de fórmula  $C_3H_6N_6$ , utilizada na produção de resinas sintéticas) nem com **melatonina** (hormônio produzido pela glândula pineal).

Este é um texto de nossa autoria que pode auxiliar o docente quanto à relação entre os genes e o câncer.

### Os genes e o câncer

Uma multiplicação celular anormal forma um aglomerado de células conhecido como **tumor**. Nem todo tumor é considerado câncer.

Os tumores podem ser classificados em dois grupos, os **benignos** e os **malignos**.

Um tumor é considerado benigno quando suas células permanecem no local em que são formadas e

não invadem os tecidos vizinhos nem se espalham para outros locais. Tumores benignos podem oferecer risco se, ao crescerem, pressionarem os tecidos vizinhos a ponto de afetar seu funcionamento normal. Por essa razão, e também porque alguns deles podem eventualmente transformar-se em tumores malignos, os tumores benignos devem ser removidos cirurgicamente.

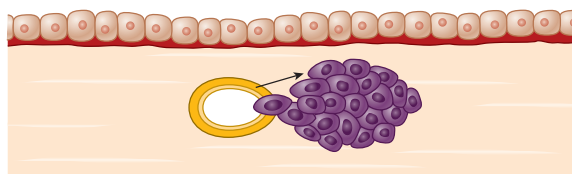
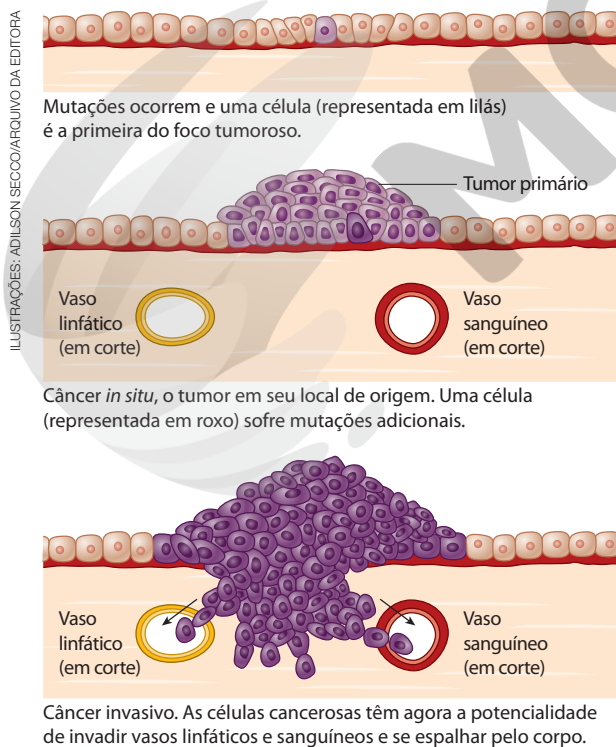
Um tumor maligno, aquele cujas células podem invadir outros tecidos, é considerado câncer. Suas células podem desprender-se e espalhar-se por tecidos vizinhos. Por meio da circulação, podem também chegar a regiões distantes do corpo. Cada uma dessas células espalhadas funciona como uma “semente” de câncer e, uma vez instalada em outro local, continua sofrendo divisões descontroladas e origina um novo foco canceroso. O espalhamento do câncer para outras regiões do corpo é denominado **metástase**.

### O que provoca o câncer?

Pelo que se sabe atualmente, o câncer se deve a alterações em genes envolvidos no controle das divisões celulares. Os cientistas ainda não compreendem todas as causas dessas alterações, mas algumas delas já são conhecidas.

Há certos vírus que, invadindo as células, incluem no genótipo humano genes que podem descontrolar a multiplicação celular. Entre esses vírus estão alguns tipos de papilomavírus (HPV, do inglês *human papilloma virus*), que é transmitido sexualmente e está associado a casos de câncer de colo de útero e de pênis, e o HHV8, associado à ocorrência de sarcoma de Kaposi, tipo de câncer frequente em pacientes com aids.

Algumas substâncias químicas também podem desencadear câncer, pois provocam mutações nos genes que controlam as divisões celulares.



Novo tumor metastático se estabelece a determinada distância do tumor primário, resultado da metástase.

Ilustração esquemática e fora de proporção da progressão do câncer. O desenvolvimento do câncer envolve uma série de mutações que conduzem inicialmente a um tumor localizado e posteriormente a tumores metastáticos. (Cores fantasiosas.)

Fonte da ilustração: MADER, S. S.; WINDELSPECHT, M. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 136.

Exemplos dessas substâncias cancerígenas são encontrados no alcatrão do cigarro, no vapor da gasolina, no alcatrão do carvão e no ar de cidades poluídas.

### Por que o câncer pode matar?

Muitas vezes não é o câncer original que mata, mas sim outro ou outros focos cancerosos resultantes da metástase. As células cancerosas têm uma atividade muito intensa e precisam de grande quantidade de nutrientes. Por causa dessa avidéz por nutrientes, elas prejudicam as células vizinhas, que se enfraquecem e podem até morrer. Além disso, um tumor pode pressionar vasos sanguíneos importantes ou nervos vitais para o funcionamento do cérebro e de outros órgãos, conduzindo à morte do doente.

Enquanto o câncer está em estágio inicial, pode ser removido por cirurgia e deixar de oferecer risco. Contudo, iniciada a metástase, algumas células cancerosas estão fora do alcance do bisturi do cirurgião. Nesse caso, é empregada a **quimioterapia**, uso de medicamentos especiais que matam células que se dividem muito rapidamente, e a **radioterapia**, uso controlado de radiação para matar células cancerosas sem afetar (ou afetando relativamente pouco) células normais.

Os cientistas têm conseguido grandes avanços na compreensão do câncer e em seu tratamento, mas a cura para todos os tipos ainda não foi encontrada.

Em muitos casos, porém, o diagnóstico precoce permite uma eficiência total, ou quase total, na eliminação do tumor e na completa recuperação do paciente.

Pesquisas indicam a correlação entre certos hábitos e a incidência de câncer. Entre eles, podemos citar o fumo, o consumo de álcool, a ingestão de grande quantidade de alimentos gordurosos, a ausência de frutas e verduras na dieta e a exposição exagerada ao sol ou a altas doses de raios X.

Além de evitar esses hábitos, uma providência importante na prevenção do câncer é o acompanhamento médico regular. Mulheres adultas, por exemplo, devem consultar o ginecologista anualmente para realizar o exame papanicolau,

que diagnostica precocemente o câncer de colo do útero, e os homens, o urologista, principalmente após os 40 anos, para examinar a próstata, glândula bastante sujeita a tumores (benignos e malignos).

Aqui, transcrevemos um texto sobre Genética médica.

### Genética médica

“A **Genética médica** é um ramo da medicina relacionado com as doenças que têm origem genética. Fatores genéticos incluem anormalidades no número ou na estrutura de cromossomos e genes mutantes. Doenças genéticas constituem um grupo diverso de patologias, incluindo malformações de células sanguíneas (anemia falciforme), doenças de coagulação sanguínea (hemofilia) e retardo mental (síndrome de Down).

Anormalidades cromossômicas ocorrem em aproximadamente 0,6% das crianças nascidas vivas. A maioria (70%) é leve, não causando nenhum problema, e geralmente não é detectada. Alterações estruturais no DNA que passam dos pais para os seus descendentes por meio de células do sexo são chamadas **mutações**. Mutações ocorrem naturalmente ou são induzidas ambientalmente por substâncias químicas ou radiações. As mutações naturais não são bem entendidas. Aproximadamente 12% de todas as malformações congênitas são

causadas por mutações e provavelmente ocorrem por uma interação de fatores genéticos e ambientais. Muitos desses problemas podem ser previstos conhecendo a genealogia genética prospectiva dos pais e podem ser evitados mediante aconselhamento genético. **Teratologia** é a ciência relacionada com os defeitos do desenvolvimento e o diagnóstico, o tratamento e a prevenção de malformações.

Problemas genéticos são causados, ocasionalmente, por número menor ou maior de cromossomos. A ausência de um cromossomo inteiro é chamada **monossomia**. Embriões com monossomia em geral morrem. As pessoas com a **síndrome de Turner** têm apenas um cromossomo X e apresentam uma chance melhor de sobrevivência do que aquelas que perdem um dos outros cromossomos. **Trissomia** é uma situação genética na qual um cromossomo extra está presente e frequentemente ocorre mais que a monossomia. A mais conhecida entre as trissomias é a **síndrome de Down**.”

Fonte: VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia Humana*. 6. ed. Barueri: Manole, 2003. p. 72-73.

O texto reproduzido a seguir propõe alguns importantes questionamentos relativos à Genética e sua relação com a sociedade.

### Genética e a sociedade

“[...] Hoje em dia, a genética envolve todos os aspectos da vida moderna, acarretando rápidas mudanças em medicina, agricultura, direito, indústria farmacêutica e biotecnologia. Os médicos agora usam centenas de testes genéticos para diagnosticar e prever o curso de uma doença, bem como para detectar defeitos genéticos intrauterinamente. Os métodos com base no DNA permitem aos cientistas traçar a rota de evolução seguida por muitas espécies, inclusive a nossa. Os fazendeiros e agricultores desenvolvem o cultivo

de plantas resistentes às doenças e à seca e criam animais domésticos mais produtivos, originados por meio de técnicas de transferência gênica. Os métodos de obtenção do perfil do DNA aplicam-se aos testes de paternidade e às investigações criminais. As biotecnologias resultantes das pesquisas genômicas exercem efeitos dramáticos sobre a indústria em geral. Enquanto isso, a própria indústria biotecnológica gera [muitos] empregos e uma [grande receita financeira], duplicando seu tamanho a cada década.



Juntamente com essas tecnologias genéticas que rapidamente se modificam, sobrevém uma série de dilemas éticos. Quem possui e controla as informações genéticas? As plantas e os animais domésticos submetidos a melhoramento genético são seguros para os humanos e seu ambiente? Temos o direito de patentear organismos e tirar proveito de sua

comercialização? Como podemos assegurar-nos de que as tecnologias genômicas serão acessíveis a todos [...]? Quais são as prováveis consequências sociais das novas tecnologias reprodutivas? É uma época em que todos precisam conhecer a genética, a fim de tomar decisões pessoais e coletivas complexas. [...]"

Fonte: KLUG, W. et al. *Conceitos de Genética*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 15.

Aqui, transcrevemos um texto sobre Engenharia Genética e suas aplicações.

### Os organismos submetidos à Engenharia Genética sintetizam um largo espectro de produtos biológicos e farmacêuticos

"A aplicação mais bem-sucedida e generalizada da tecnologia do DNA recombinante foi na produção de proteínas recombinantes para produtos **biofarmacêuticos** – produtos farmacêuticos produzidos por biotecnologia –, particularmente proteínas terapêuticas para tratar doenças. Antes da era do DNA recombinante, as proteínas biofarmacêuticas, tais como a insulina, fatores de coagulação e hormônios de crescimento, eram purificadas de tecidos como pâncreas, sanguíneo e da glândula hipófise. É claro que essas fontes tinham suprimento limitado e que os processos de purificação

eram caros. Além disso, os derivados dessas fontes naturais podiam estar contaminados por agentes de doenças, como vírus. Agora que genes humanos que codificam importantes proteínas terapêuticas podem ser clonados e expressos em tipos celulares não humanos, temos fontes mais abundantes, seguras e baratas de biofármacos. [...]"

[...] A tabela fornece uma breve lista dos produtos recombinantes de importância atualmente sintetizados em bactérias transgênicas, em plantas, em levedura e em animais."

Alguns produtos farmacêuticos geneticamente modificados já disponíveis ou em desenvolvimento

Produto gênico	Condição tratada	Tipo de hospedeiro
Eritropoetina	Anemia	<i>E. coli</i> , culturas de células de mamíferos
Interferons	Esclerose múltipla, câncer	<i>E. coli</i> , culturas de células de mamíferos
Ativador do plasminogênio tissular (tPA)	Ataque cardíaco, acidente vascular cerebral	Culturas de células de mamíferos
Hormônio de crescimento humano	Nanismo	Culturas de células de mamíferos
Anticorpos monoclonais contra o fator de crescimento do endotélio vascular (VEGF)	Cânceres	Culturas de células de mamíferos
Fator VIII da coagulação humano	Hemofilia A	Ovelhas e porcos transgênicos
Inibidor de C1	Angioedema hereditário	Coelhos transgênicos
Antitrombina humana recombinante	Deficiência hereditária de antitrombina	Cabras transgênicas
Vacina da proteína de superfície da hepatite B	Infecções por hepatite B	Culturas de células de levedura, bananas
Imunoglobulina IgG1 contra o HSV-2	Infecções por herpesvírus	Glicoproteína B de soja transgênica

continua

continuação

Produto gênico	Condição tratada	Tipo de hospedeiro
Anticorpos monoclonais recombinantes	Imunização passiva contra raiva (também para diagnóstico de raiva), câncer, artrite reumatoide	Tabaco e soja transgênicos, culturas de células de mamíferos
Proteína do capsídeo do vírus Norwalk	Infecções pelo vírus Norwalk	Batata (vacina comestível)
Enterotoxina termolábil de <i>E. coli</i>	Infecções por <i>E. coli</i>	Batata (vacina comestível)

Fonte do texto e da tabela: KLUG, W. *et al.* **Conceitos de Genética**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 634-635.

## Referente ao capítulo 11

Aqui, transcrevemos um texto sobre Darwin e sua viagem a bordo do HMS Beagle.

### Darwin e o Beagle

*“Nascido em Shropshire, Inglaterra, a 12 de fevereiro de 1809, Charles Darwin era o quinto dos seis filhos de um médico abastado. Contudo, foram os cinco anos de viagem e exploração a bordo do HMS Beagle que determinaram sua futura carreira e, com isso, nosso entendimento sobre o mundo natural.”*

Os primeiros anos da vida de Darwin não foram o que se esperaria de um ‘herói’ da ciência. Em criança, não demonstrava interesse por nenhum assunto em particular, não se destacava na escola nem tinha ideias definidas sobre o que gostaria de ser em sua vida adulta. História natural, cavalgadas e tiro ao alvo foram as principais paixões de sua juventude. Sua primeira escolha de uma carreira, o curso de medicina em Edimburgo, fracassou e ele voltou para casa, ao encontro de um pai decepcionado. Entretanto, em Edimburgo conheceu o naturalista em ascensão Robert Grant, que o apresentou às ideias evolucionistas de Lamarck e também aos estudos sobre invertebrados marinhos, que seriam uma de suas paixões para o resto da vida (culminando, em 1842, com a publicação do livro *Estrutura e Distribuição dos Recifes de Corais*).

### Cambridge e os besouros

Após o fracasso da medicina, Darwin escolheu a carreira comum a muitos dos jovens ingleses bem-nascidos, no começo do século XIX: a Universidade de Cambridge, seguida por uma confortável vida rural, como clérigo da Igreja da Inglaterra. Em Cambridge, Darwin, como muitos dos seus colegas, era famoso por se divertir e gastar mais do que sua mesada permitia. Mas também era conhecido por desaparecer em longas expedições pelos campos, para coletar besouros. História natural era um assunto que ele encarava com

seriedade e foi incentivado em seus estudos pelo professor de Botânica, o Reverendo John Henslow – relacionamento que, mais tarde, seria valioso. Apesar de o curso formal da Universidade consistir no estudo dos clássicos, da teologia e da matemática, Darwin fazia questão de assistir às palestras de Henslow e de participar de suas ‘viagens de campo’, e logo ficou conhecido como ‘o homem que anda com Henslow’. Enquanto isso, a leitura do relato das viagens de Alexander von Humboldt pela América do Sul deixou-o fascinado com a riqueza e diversidade, principalmente na região dos trópicos, da natureza daquele continente tão pouco explorado.

### A viagem do Beagle

Em 1831, a grande oportunidade da vida de Darwin veio ao seu encontro quando Henslow o recomendou ao Capitão Robert Fitzroy, do *HMS Beagle*. Fitzroy já tinha ido à América do Sul anteriormente e estava para voltar, para completar o levantamento topográfico da costa. Como fazia parte da elite da comunidade científica da época, Henslow tinha ouvido que Fitzroy, jovem aristocrata e oficial da marinha muito competente, estava procurando por um companheiro de viagem [...], que se interessasse por geologia e história natural.

Apesar das objeções de seu pai, seu tio, Josiah Wedgwood [...], interveio a seu favor. Darwin foi entrevistado por Fitzroy que, a despeito de algumas dúvidas iniciais, decidiu levá-lo consigo. Darwin teve pouco tempo para se preparar para este novo papel como geólogo e naturalista, mas seus conhecidos em Cambridge providenciaram um curso intensivo em geologia, cortesia do Reverendo Adam Sedgwick, professor [...] da cadeira de geologia da Universidade. E assim, munido de martelo, pistolas e muitos outros materiais de coleta, uma pequena biblioteca que incluía o recém-publicado primeiro volume do *Princípios da Geologia*, de Charles Lyell (trabalho que apresentava [...] evidências da antiguidade da Terra e sustentava que 'o presente é a chave do passado'), Darwin zarpou no dia 27 de dezembro de 1831, para uma viagem da qual só retornaria em 2 de outubro de 1836.

A essa altura, a ambição de Darwin era deixar sua marca como geólogo e naturalista, e em carta para Henslow disse que 'a geologia e os invertebrados serão meu principal foco durante toda a viagem'. Mas, logo no início descobriu, para sua enorme frustração, que Humbolt e outros naturalistas que o haviam precedido já tinham, aparentemente, 'descoberto tudo'. Mesmo assim, continuou suas coletas e, sempre que possível, enviava grande número de espécimes para Henslow, em Cambridge. Quando, por fim, recebeu a entusiástica resposta de Henslow sobre a novidade de algumas das espécies, começou a sentir-se mais confiante sobre construir uma carreira dedicada à

história natural, ao invés de (como um amigo e colega comentou) 'me tornar um caipira numa paróquia rural e mostrar às pessoas um caminho que desconheço – o do Paraíso'.

Apesar da importância atribuída à expedição do *Beagle* na trajetória intelectual de Darwin, muito do que ele viu e coletou só foi assimilado mais tarde. Por exemplo, a importância potencial da variedade de espécies encontradas nas diversas ilhas do arquipélago de Galápagos não se tornou evidente para ele senão quando lhe foi apontada pelo ornitólogo John Gould, após a viagem. Outros fenômenos, como vulcões em atividade e abalos sísmicos, causaram impressão bem mais imediata no jovem e inexperiente geólogo-naturalista em formação.

Havia, também, o problema constante de identificar a imensa quantidade de rochas, fósseis e organismos vivos coletados com os poucos recursos de que dispunha, mas a essa altura Darwin já havia sido completamente 'fisgado' por aquele universo maravilhoso.

Aos poucos, começou a questionar as verdades da época – viagem intelectual revelada nos diários e cadernos de anotações que passou a manter desde 1836. Os cadernos sobre as espécies começaram em 1837 e levaram à publicação de seu livro, *A Origem das Espécies*, em 1859. Já as anotações sobre humanos começaram em 1838, mas tiveram um período de gestação mais longo, até a publicação de *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*, em 1871."

Fonte: PALMER, D. *Evolução: a história da vida*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. p. 18-19.

Este é um texto de nossa autoria sobre as evidências da evolução.

### Evidências da evolução

Algumas das evidências mais diretas e impressionantes da evolução provêm da Paleontologia.

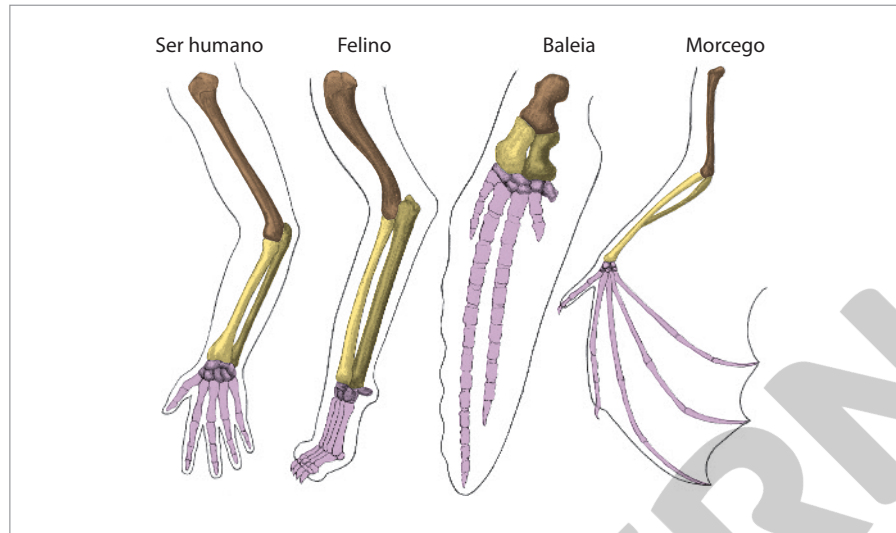
A interpretação das evidências fósseis permitiu o estabelecimento das linhas gerais da evolução da vida na Terra.

Mas há outras evidências da ocorrência da evolução. Algumas delas provêm do estudo da estrutura de seres vivos que são relativamente próximos, do

ponto de vista evolutivo. Ao comparar, por exemplo, o membro anterior de alguns mamíferos, podemos notar grande semelhança no número de ossos e na disposição deles no membro (figura 1). Isso evidencia que todos derivam de um ancestral comum.

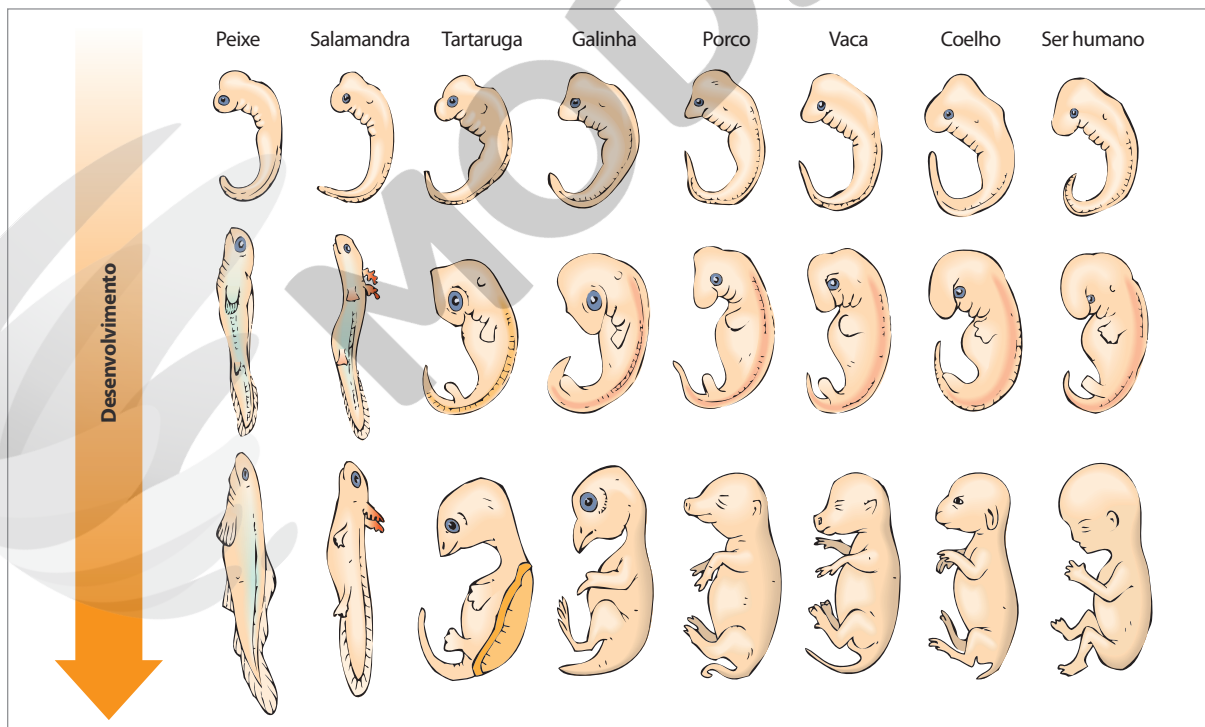
Outra impressionante evidência da evolução está na comparação do desenvolvimento embrionário de animais evolutivamente próximos (figura 2).

Por exemplo, embriões de peixes, salamandras, tartarugas, galinhas, porcos, vacas, coelhos e seres humanos – todos vertebrados – são muito similares em seus estágios iniciais; as diferenças tornam-se mais perceptíveis em estágios posteriores. A explicação relaciona-se ao fato de o estágio inicial do desenvolvimento embrionário ser o período em que as características mais fundamentais dos organismos são delineadas. E essas características foram herdadas de um ancestral comum, daí a semelhança.



**Figura 1.** Semelhanças na estrutura óssea do membro anterior de alguns mamíferos são evidências de um ancestral comum. Os membros foram desenhados em tamanhos aproximadamente iguais para permitir comparação. As cores foram usadas para ressaltar a relação entre os grupos de ossos nos membros desses diferentes mamíferos. (Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte da figura: RAVEN, P. H. *et al.* **Biology**. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 454.



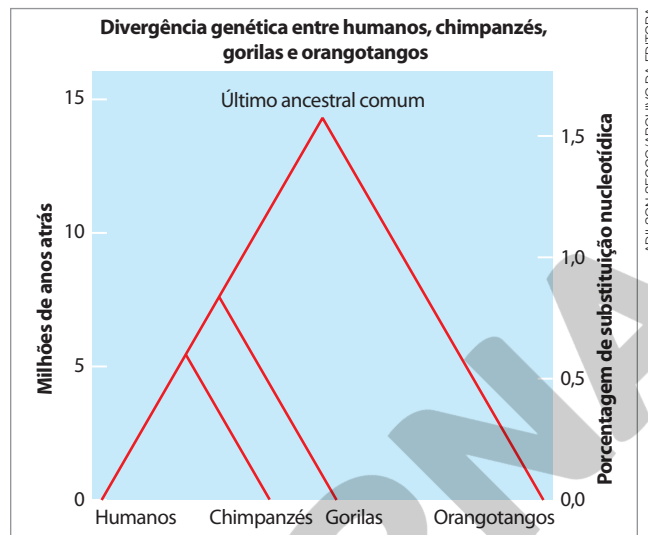
**Figura 2.** Semelhanças nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário indicam a descendência de um ancestral comum. Os embriões foram desenhados aproximadamente no mesmo tamanho para facilitar a comparação, mas, na realidade, têm tamanhos diferentes. (Representação fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Fonte da figura: MAYR, E. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. p. 50.

Evidências da evolução da vida também decorrem de estudos do material genético. Espécies evolutivamente muito próximas, como o ser humano e o chimpanzé, por exemplo, apresentam considerável semelhança entre as sequências de nucleotídeos que formam seu DNA. Espécies evolutivamente mais distantes têm menor quantidade de sequências nucleotídicas em comum (figura 3).

**Figura 3.** Árvore filogenética mostrando a correlação entre humanos e os grandes macacos com base nos dados de sequência nucleotídica. Como indicado, estima-se que a diferença entre as sequências dos genomas das quatro espécies e a sequência genômica de um último ancestral comum seja de pouco mais de 1,5%. Como as alterações ocorrem independentemente nas duas linhagens divergentes, comparações entre os pares revelam o dobro da divergência de sequência do último ancestral comum. Por exemplo, comparações humanos-orangotangos normalmente apresentam divergências de sequência de pouco mais de 3%, enquanto humanos-chimpanzés mostram divergências de aproximadamente 1,2%.

Fonte do diagrama: ALBERTS, B. *et al.* *Molecular Biology of the cell*. 6. ed. Nova York: Garland Science, 2015. p. 219.



## Referente ao capítulo 12

Aqui, transcrevemos um texto que pode auxiliar o docente no trabalho sobre unidades de conservação.

### O que são as unidades de conservação?

“As unidades de conservação (UCs) são legalmente instituídas pelo poder público, nas suas três esferas (municipal, estadual e federal).

Elas são reguladas pela Lei nº 9985, de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Estão divididas em dois grupos: as de **proteção integral** e as de **uso sustentável**.

#### Unidades de conservação de proteção integral

Existem cinco tipos de unidades de conservação de proteção integral.

As unidades de proteção integral não podem ser habitadas pelo homem, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais – em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico, por exemplo.

##### *Estações ecológicas (ESEC)*

Têm como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.

São áreas de posse e domínio públicos, sendo que as propriedades particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas.

É proibida a visitação pública, exceto com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

##### *Reservas biológicas (REBIO)*

Têm como objetivo a preservação integral dos recursos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais.

A exceção são as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

São áreas de posse e domínio públicos, sendo que as propriedades particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas. É proibida a visitação pública, exceto aquela com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou

regulamento específico. A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições pré-estabelecidas.

#### *Parques nacionais (PARNA)*

Têm como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação e de turismo ecológico.

São áreas de posse e domínio públicos, sendo que as propriedades particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas. A visitação pública e a pesquisa científica estão sujeitas às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração e àquelas previstas em regulamento.

As unidades desta categoria, quando criadas pelo governo do estado ou prefeitura, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.

#### *Monumentos naturais (MONAT)*

Têm como objetivo preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

Podem ser constituídos por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. Caso contrário, as propriedades particulares devem ser desapropriadas.

A visitação pública e a pesquisa científica estão sujeitas às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, pelo órgão responsável por sua administração ou em regulamento.

#### *Refúgios de vida silvestre (RVS)*

Têm como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Podem ser constituídos por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. Caso contrário, as propriedades particulares devem ser desapropriadas.

A visitação pública e a pesquisa científica estão sujeitas às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, pelo órgão responsável por sua administração ou em regulamento.

## **Unidades de conservação de uso sustentável**

Existem sete tipos de unidades de conservação de uso sustentável.

As unidades de conservação de uso sustentável admitem a presença de moradores. Elas têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais.

#### *Áreas de proteção ambiental (APA)*

Constituídas por terras públicas ou privadas. Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma APA.

As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade. Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação, observadas as exigências e restrições legais.

A APA terá de um conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente.

#### *Áreas de relevante interesse ecológico (ARIE)*

Áreas geralmente de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional.

Têm como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas.

A ARIE é constituída por terras públicas ou privadas. Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em seu interior.

#### *Florestas nacionais (FLONA)*

São áreas com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e têm como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica.

Elas são de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas. Nas FLONAs é admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade.

A visitação pública e a pesquisa científica são permitidas, condicionadas às normas estabelecidas para o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração.

A FLONA terá de um Conselho Consultivo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e, quando for o caso, das populações tradicionais residentes. A unidade desta categoria, quando criada pelo governo estadual ou pela prefeitura, será denominada, respectivamente, Floresta Estadual e Floresta Municipal.

#### *Reservas extrativistas (RESEX)*

São áreas utilizadas por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte.

Têm como objetivos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. A RESEX é de domínio público, com uso concedido às populações extrativistas tradicionais, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas.

As Reservas Extrativistas serão geridas por um Conselho Deliberativo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e das populações tradicionais residentes na área. A visitação pública e a pesquisa científica são permitidas, condicionadas às normas estabelecidas para o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração.

A exploração comercial de recursos madeireiros só será admitida em bases sustentáveis e em situações especiais, complementares às demais atividades desenvolvidas na unidade.

#### *Reservas de fauna (REF)*

São áreas naturais com fauna de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias.

Elas são adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável desses animais. São de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser

desapropriadas. A visitação pública é permitida, desde que compatível com o manejo da unidade e de acordo com as normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração.

#### *Reservas de desenvolvimento sustentável (RDS)*

São áreas naturais que abrigam populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações. Essas técnicas tradicionais de manejo estão adaptadas às condições ecológicas locais e desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

A RDS tem como objetivo básico preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida das populações tradicionais. Ela se constitui como área de domínio público, sendo que as propriedades particulares incluídas em seus limites devem ser, quando necessário, desapropriadas.

A reserva será gerida por um Conselho Deliberativo, constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e das populações tradicionais residentes na área. Nela é permitida e incentivada a visitação pública e a pesquisa científica voltada à conservação da natureza, à melhor relação das populações residentes com seu meio e à educação ambiental. A exploração de componentes dos ecossistemas naturais em regime de manejo sustentável e a substituição da cobertura vegetal por espécies cultiváveis são permitidas, desde que sujeitas ao zoneamento, às limitações legais e ao Plano de Manejo da área.

#### *Reservas particulares do patrimônio natural (RPPN)*

São áreas privadas com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

O termo de compromisso entre o proprietário e o governo será assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público. Na RPPN só será permitida a pesquisa científica e a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais."

Fonte: WWF. Unidades de conservação. Disponível em:  
[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/unid/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/unid/);  
[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/unid/protint/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/unid/protint/);  
[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/unid/unid\\_us/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/unid/unid_us/).  
Acessos em: 8 jul. 2022.

# Sugestão de leitura complementar para estudantes

## Capítulo 1

COMISSÃO DE DIVULGAÇÃO DO CRQ-IV. **O que faz um químico?** Portal do CRQ-IV (Conselho Regional de Química IV Região). Disponível em: <https://www.crq4.org.br>. Acesso em: 16 jun. 2022. Clique no link "QuímicaViva" e, a seguir, veja "Campos de atuação". Texto de divulgação que dá uma ideia da ampla variedade de atividades de importância para a sociedade que dependem da atuação dos profissionais da Química.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733, 2011. Disponível em: <http://submission.quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2011/vol34n5/00b-editorial34-5.pdf?agreq=Quimica-para-um-mundo-melhor>. Acesso em: 7 jul. 2022.

Texto do então presidente da Sociedade Brasileira de Química sobre a abrangência dessa ciência, sua importância para a sociedade e a relevância da educação para o seu uso responsável.

## Capítulo 2

TOMA, H. E. **Nanotecnologia**: o potencial das pequenas coisas. Portal do CRQ-IV (Conselho Regional de Química IV Região). Disponível em: <https://www.crq4.org.br>. Acesso em: 16 jun. 2022. Clique no link "QuímicaViva" e, na relação de textos, escolha o título desse artigo. Texto sobre a pesquisa científica em nanotecnologia, suas promissoras aplicações e sua importância.

## Capítulo 4

ATKINS, P. W. **Moléculas**. São Paulo: Edusp, 2006. Livro de divulgação científica em que o autor relaciona 160 substâncias, seus modelos moleculares, suas aplicações, propriedades, ocorrência e importância no cotidiano.

MENDA, M. **Plásticos**. Portal do CRQ-IV (Conselho Regional de Química IV Região). Disponível em: <https://www.crq4.org.br>. Acesso em: 16 jun. 2022. Clique no link "QuímicaViva" e, na relação de textos, escolha o título desse artigo. Trata da origem, composição, utilização e importância dos principais plásticos.

## Capítulo 6

ANIBAL, F.; PIETROCOLA, M. **Luz e cores**. São Paulo: FTD, 2000. (Coleção Física – Um outro Lado). Paradidático que trata da relação entre cor e luz, coloração, prisma, comportamento da luz, entre outros temas.

## Capítulos 7 e 8

FERRARO, N. G. **Os movimentos**: pequena abordagem sobre Mecânica. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016. (Coleção Desafios). Paradidático que apresenta vários aspectos da Mecânica em nível compatível com o Ensino Fundamental II.

## Capítulo 9

CHERMAN, A.; VIEIRA, F. **O tempo que o tempo tem**: por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário. Rio de Janeiro: Zahar, 2008. Discute a fundamentação astronômica para nosso calendário e apresenta sua história.

FARIA, R. P. **Iniciação à Astronomia**. 12. ed. São Paulo: Ática, 2004. (Coleção De Olho na Ciência). Texto introdutório à Astronomia, que aborda temas como tamanho dos astros, movimento dos planetas, a que distância as estrelas estão da Terra, constelações e galáxias.

PANZERA, A. C. **Planetas e estrelas**: um guia prático de carta celeste. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Livro destinado à iniciação de leigos na observação celeste, a olho nu ou com instrumentos ópticos. Inclui capítulos sobre como usar cartas celestes e uma máscara giratória referente à latitude de 20°.

TOLA, J. **Atlas de Astronomia**. São Paulo: FTD, 2007. Apresenta características dos astros e uma introdução aos aspectos gerais do estudo do Universo.

## Capítulo 10

BRANCO, S. M. **Transgênicos**: inventando seres vivos. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2015. (Coleção Desafios). Uma visão geral sobre os transgênicos, destacando as causas de toda a polêmica que envolve o assunto, sua produção, noções sobre técnicas de Engenharia Genética e a transgenia natural como fenômeno necessário à evolução das espécies.

## Capítulo 11

ANELLI, L. E. **O guia completo dos dinossauros do Brasil**. São Paulo: Peirópolis, 2010.

Dá uma visão geral da história evolutiva dos dinossauros, com destaque para as descobertas feitas no país. Inclui uma relação de dinossauros cujos fósseis foram encontrados no Brasil, apresentando dados como local e data de descoberta, bem como a reconstrução (artística) de cada um.

BARRET, P. **Dinossauros**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005. Traz informações sobre origem, evolução, ecologia e comportamento dos dinossauros mais conhecidos.

BLOUNT, K.; CROWLEY, M. (ed.). **Enciclopédia dos dinossauros e da vida pré-histórica**. Londres: Dorling Kindersley; São Paulo: Ciranda Cultural, 2006.

Livro ilustrado sobre dinossauros, elaborado em conjunto com o Museu Americano de História Natural.

GEWANDSZNAJDER, F.; CAPOZZOLI, U. **Origem e história da vida**. 12. ed. São Paulo: Ática, 2004.

A origem da vida no planeta Terra, as condições que deram origem à vida e o surgimento e o desenvolvimento dos seres humanos são temas desse paradidático voltado ao Ensino Fundamental.

MERCADANTE, C. **Evolução e sexualidade**: o que nos fez humanos. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2015. (Coleção Desafios).

Na obra, a autora analisa as semelhanças entre seres humanos e os demais animais, descrevendo o longo processo evolutivo.

PALMER, D. **Evolução**: a história da vida. São Paulo: Larousse, 2009. Obra para consulta com muitas ilustrações de formas de vida das diversas épocas geológicas. Também apresenta descobertas feitas em vários sítios arqueológicos e inclui muitas fotos de fósseis.

RODRIGUES, R. M. **A Pré-História**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. (Coleção Desafios).

Paradidático que conta a história do ser humano com base em evidências científicas, dos ancestrais primatas aos dias atuais.

SÍS, P. **A árvore da vida**: um livro que retrata a vida de Charles Darwin, naturalista, geólogo e pensador. São Paulo: Ática, 2008.

Paradidático ilustrado sobre pontos de destaque da vida e obra de Darwin. Em vez de usar apenas texto corrido, o autor também se vale de recursos visuais para apresentar informações e tornar a leitura mais atraente. A linguagem é acessível até para estudantes de anos anteriores, mas os assuntos tratados passam a adquirir significado para o estudante do 9º ano, após estudar evolução e seleção natural.

## Capítulo 12

DIAS, G. F. **40 contribuições pessoais para a sustentabilidade**. São Paulo: Gaia, 2005.

Apresenta um conjunto de sugestões para ação individual que, tornadas coletivas, propiciariam menores agressões ao ambiente.



# Sugestão de leitura complementar para professores

## Capítulo 1

Os textos de *Química Nova na Escola* que são indicados nesta lista de sugestões, a partir deste ponto, estão disponíveis em: <http://qnesc.sbq.org.br>. Acessos em: 20 jun. 2022.

ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.

Artigo sobre o debate como estratégia de ensino e sua importância na formação de qualidades desejáveis ao cidadão.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. O capítulo 5 trata dos estados líquido e sólido dentro de uma abordagem universitária. Há na obra um capítulo introdutório, denominado "Fundamentos", que dá uma visão geral de aspectos básicos da Química.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve história da Ciência moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. 4 v. O volume 1 inclui informações sobre a Alquimia e o volume 4 aborda a Teoria de Dalton.

BROWN, T. L. *et al.* **Química**: a Ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

Os capítulos 10 e 11 desse livro de Química Geral abordam os estados gasoso, líquido e sólido.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 37-41, 2008.

Artigo voltado principalmente aos professores de Ensino Médio, mas que também é de grande valia ao professor do 9º ano.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2011. (Coleção Polêmica).

Apresenta o desenvolvimento das ideias científicas, da Antiguidade aos dias atuais. Obra indicada ao professor que deseja conhecer a história da Ciência. O livro inclui, em vários trechos, a história dos modelos atômicos.

FARIAS, R. F. **História da Alquimia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2011. Livro que aborda a história da alquimia, levantando diversas situações e práticas dos alquimistas que são pouco conhecidas hoje pela maior parte das pessoas e que foram importantes como precursoras da Química.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da Teoria Atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 38-44, 2004.

Artigo que faz um relato das teorias filosóficas precursoras da Teoria Atômica de Dalton e um pouco da repercussão que essa teoria teve na Química.

FILGUEIRAS, C. A. L. **Lavoisier e o estabelecimento da Química Moderna**. São Paulo: Odisseus, 2002. (Coleção Imortais da Ciência). Apresenta um panorama da Química na época de Lavoisier e mostra a importância desse cientista na mudança de alguns aspectos do pensamento químico.

GREENBERG, A. **Uma breve história da Química**: da Alquimia às ciências moleculares modernas. São Paulo: Blucher, 2009. Obra ilustrada sobre o desenvolvimento histórico da Química.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos 12, 13 e 14 abordam aspectos conceituais de sólidos, líquidos e gases.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**: as 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os autores tratam de 17 substâncias que tiveram grande importância na história da humanidade, marcando feitos da Engenharia, avanços na Medicina e no Direito e influenciando o que hoje comemos, bebemos e vestimos. Ilustrativo da importância da Química para a sociedade. O título é uma alusão aos botões da farda do exército de Napoleão, feitos de estanho, que trincaram no frio excessivo e dificultaram que os soldados se mantivessem aquecidos.

LOPES, A. R. C. Reações químicas: fenômeno, transformação e apresentação. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 7-9, 1995.

A autora tece comentários sobre abordagens do tema *reações químicas* que podem induzir à formação distorcida desse conceito.

MAAR, J. H. **Pequena história da Química**. Primeira parte: dos primórdios a Lavoisier. 2. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

Livro que apresenta aspectos históricos do período inicial da Química.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com segurança. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 57-60, 2008.

Artigo que trata da segurança nas atividades experimentais em Química, fornecendo subsídios relevantes a escolas que mantêm laboratório e a professores que atuam com os estudantes no laboratório.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 15-19, 1995.

Os autores fazem um relato de sala de aula sobre o enfoque da combustão como uma transformação química, destacando obstáculos ao início do desenvolvimento do pensamento químico.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 11-14, 2004.

Aborda os principais aspectos da corrosão, não apenas em materiais metálicos, e alguns métodos de prevenção.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, 1995.

Esse artigo enfoca a passagem do nível fenomenológico para o nível atômico-molecular no aprendizado do tema *reações químicas*, destacando a conservação da massa como via de que o professor dispõe para conduzir os estudantes de um nível a outro.

NEVES, L. S.; FARIAS, R. F. **História da Química**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2011.

Traça um panorama histórico desde a Antiguidade até o século XX.

OLIVEIRA, C. M. A. *et al.* **Guia de laboratório para o ensino de Química**: instalação, montagem e operação. São Paulo: CRQ-IV, 2012. Disponível em: [https://www.crq4.org.br/guia\\_de\\_laboratorio\\_passa\\_por\\_atualizacao](https://www.crq4.org.br/guia_de_laboratorio_passa_por_atualizacao). Acesso em: 16 jun. 2020.

Guia elaborado pela Comissão de Ensino Técnico do Conselho Regional de Química da IV região (CRQ-IV), baseado em normas da ABNT, do Ministério do Trabalho e do Ministério da Saúde. Traz orientações sobre a construção ( piso, portas, janelas), as instalações (elétrica, hidráulica, mobiliário, proteção contra incêndio), a segurança (sinalização, equipamentos e saídas de emergência), a armazenagem e o descarte de produtos e as boas práticas laboratoriais.

ROCHA, J. R. C.; CAVICCHIOLI, A. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos Ensinos Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 29-33, 2005.

Artigo que aborda um método alternativo para trabalhar alguns conceitos químicos em sala de aula.

RONAN, C. A. **História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge**. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. v. 1-4.

Obra sugerida ao professor que deseja conhecer a história da Ciência ou ter à mão uma fonte para consultas referentes a ela. No volume 3 podem ser encontradas informações sobre a vida e a obra de Lavoisier. O volume 4 inclui o impulso da Química a partir da formulação da Teoria Atômica de Dalton e a consolidação do atomismo no começo do século XX.

SANTA MARIA, L. C. S. *et al.* Coleta seletiva e separação de plásticos. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 32-35, 2003.

Artigo que explica como é feita a separação de diferentes plásticos, destinados à reciclagem, utilizando o fato de afundarem ou flutuarem em líquidos de diferentes densidades.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia "laboratório aberto" para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 200-207, 2010.

Destaca a importância das atividades experimentais no desenvolvimento de habilidades cognitivas e discute um exemplo envolvendo o conceito de temperatura de ebulição.

VANIN, J. A. **Alquimistas e químicos**: o passado, o presente e o futuro. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2010. (Coleção Polêmica). O autor apresenta temas históricos, tecnocientíficos e socioeconômicos relativos à Química. Mostra a evolução do conhecimento químico, discute aspectos da química dos materiais e apresenta informações sobre descobertas e invenções que alteraram a economia de países e mudaram hábitos de consumo.

VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da Teoria Atômica de John Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 7, p. 4-12, 2007.

Artigo que traz aspectos da elaboração da Teoria Atômica de Dalton.

## Capítulo 2

GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). **Física**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. v. 3.

O terceiro volume dessa coleção para professores de Física é sobre Eletromagnetismo.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de Física**: Eletromagnetismo. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3.

Esse volume aborda Eletricidade e Eletromagnetismo com tratamento matemático universitário.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. A parte 5 desse livro universitário introdutório aborda a Eletricidade, enfatizando aspectos conceituais e evitando tratamento matemático complexo.

TREFIL, J.; HAZEN, R. M. **Física viva**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2. O volume 2 dessa coleção para ensino universitário de Física inclui o estudo da Eletricidade e Magnetismo. Traz a explicação física de várias situações cotidianas.

## Capítulo 3

ABDALLA, M. C. **Bohr**: o arquiteto do átomo. São Paulo: Odysseus, 2002. (Coleção Imortais da Ciência).

Livro que retrata a história do desenvolvimento do modelo atômico de Bohr e as consequências que ele trouxe para a Ciência.

BRAZ JÚNIOR, D. **Física Moderna**: tópicos para Ensino Médio. Campinas: Companhia da Escola, 2002.

O capítulo 2 inclui a quantização da absorção e da emissão de ondas eletromagnéticas pela matéria e noções sobre o princípio do *laser*. O capítulo 3 inclui a utilidade das ondas eletromagnéticas na Cosmologia.

BRENNAN, R. P. **Gigantes da Física**: uma história da Física moderna através de oito biografias. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. (Coleção Ciência e Cultura).

Há pelo menos quatro capítulos que podem interessar ao professor de Química. Eles abordam as biografias de Max Planck, Ernest Rutherford, Niels Bohr e Werner Heisenberg.

CHASSOT, A. Raios X e radioatividade. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 19-22, 1995.

O autor apresenta aspectos históricos da descoberta dos raios X, por Röntgen, e da radioatividade, por Becquerel.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. Ataque à pele. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 3-7, 1995.

Artigo sobre bronzeamento, câncer de pele e protetores solares.

DURÁN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. **Nanotecnologia**: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. São Paulo: Artliber, 2006.

Livro que aborda questões importantes e introdutórias da nanotecnologia.

DURÃO JÚNIOR, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 15-19, 2008.

Artigo que trata do problema da contaminação por mercúrio proveniente de lâmpadas fluorescentes e aborda seu descarte e reaproveitamento.

FILGUEIRAS, C. A. L. A espectroscopia e a Química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 22-25, 1996.

Artigo que mostra a história do desenvolvimento da espectroscopia e suas consequências para a Ciência.

FLOR, J. *et al.* Protetores solares. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.

Fornece, entre outras, informações sobre efeitos da radiação solar, tipos de filtros solares, mecanismo de proteção, formulação e fator de proteção solar.

GRACETTO, A. C.; HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O. Combustão, chamas e testes de chama para cátions: proposta de experimento. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 43-48, 2006.

O artigo explica como realizar experimentos demonstrativos com o teste da chama e apresenta embasamento teórico sobre o assunto.

MEDEIROS, A. Aston e a descoberta dos isótopos. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 32-37, 1999.

O autor relata um dos trechos da história da Ciência que é pouco conhecido dos químicos e dos professores de Química em geral.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 39-42, 2004.

Comenta a utilização do fenômeno da fluorescência como estratégia para o desenvolvimento do modelo de Bohr e propõe experimentos com materiais relativamente simples de obter.

OKUNO, E. **Radiação**: efeito, riscos e benefícios. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1998.

A autora apresenta aspectos históricos e conceituais da radiação, seus efeitos biológicos e aplicações práticas. Há um capítulo sobre as consequências dos acidentes de Goiânia e de Chernobyl.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. P. **Radiação ultravioleta**: características e efeitos. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

Além de comentar as propriedades do ultravioleta, aborda os riscos da exposição demasiada ao sol e do bronzeamento artificial.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. M. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

Trata dos aspectos físicos do decaimento nuclear e da interação da radiação com a matéria. Abrange também aplicações da radiação, efeitos biológicos, detecção e proteção radiológica.

OLIVEIRA, M. F. Química forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 17-19, 2006.

Artigo que apresenta uma introdução às aplicações da Química na elucidação de crimes.

PESSOA JR., O. A representação pictórica de entidades quânticas na Química. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 7, p. 25-33, 2007.

O artigo explora representações pictóricas para orbitais atômicos e moleculares e seus significados.

PIZA, A. F. R. T. **Schrödinger & Heisenberg**: a Física além do senso comum. São Paulo: Odysseus, 2003. (Coleção Imortais da Ciência). Livro que relaciona as questões que levaram Schrödinger e Heisenberg a desenvolver estudos que contribuíram para mudar paradigmas da Física.

SANTOS FILHO, P. F. **Estrutura atômica & ligação química**. 2. ed. Campinas: publicado pelo autor (Instituto de Química da Unicamp), 2007.

Livro em nível universitário introdutório que aborda aspectos da atomística e das ligações interatômicas.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 4-7, 1996.

Esse artigo apresenta o estudo da estrutura do átomo como rica fonte de fatos que explicaram fenômenos do dia a dia ou resultaram em importantes aplicações práticas.

TOMA, H. E. **O mundo nanométrico**: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

Livro repleto de exemplos modernos de aplicações da nanotecnologia. Embora muitos deles envolvam complexos conceitos científicos, a linguagem usada e as ilustrações tornam o tema atraente.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981, p. 156-162.

Nessa referência, o professor encontra mais informações sobre o teste (ou ensaio) da chama.

## Capítulo 4

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Os capítulos 1 e 2 desse livro universitário abordam, respectivamente, átomos e ligações químicas.

BROWN, T. L. *et al.* **Química**: a Ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

Os capítulos 8 e 9 desse livro universitário de Química Geral são sobre ligações químicas.

CREASE, R. P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os capítulos 8 e 9 abordam, respectivamente, a determinação da carga do elétron e a descoberta do núcleo atômico.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências Naturais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

Fornece algumas informações sobre a importância da Química na criminalística.

DUARTE, H. A. Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 4, p. 14-23, 2001.

O autor enfoca esses três tipos de ligação a partir de conceitos da Química Quântica.

DURÁN, N. *et al.* **Nanotecnologia**: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. São Paulo: Artliber, 2006.

Obra sobre os fundamentos e conceitos básicos da nanociência e da nanotecnologia.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 20-24, 2006.

Artigo que apresenta uma revisão da literatura quanto às concepções e dificuldades apresentadas pelos estudantes sobre ligações químicas.

HOFFMANN, R. **O mesmo e o não mesmo**. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

O autor, ganhador do Nobel de Química, apresenta uma série de aspectos curiosos da Química.

KEAN, S. **A colher que desaparece**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. Relata várias histórias envolvendo os elementos químicos, seus usos e sua descoberta.

OLIVEIRA, L. F. C. Espectroscopia molecular. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 4, p. 24-30, 2001. (Veja também errata na p. 46, n. 14).

Artigo que ilustra como a espectroscopia permite obter informações sobre a estrutura molecular.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 4, p. 31-36, 2001.

Artigo que descreve os tipos e a origem das interações intermoleculares que atuam nos sistemas químicos. Também mostra como a compreensão dessas interações permite racionalizar algumas propriedades macroscópicas das substâncias químicas.

SACKS, O. W. **Tio Tungstênio**: memórias de uma infância química. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

O autor relata lembranças de sua infância impregnada pelo contato com os metais e suas propriedades. O título é uma alusão ao tio, que fabricava lâmpadas de tungstênio.

SANTOS FILHO, P. F. **Estrutura atômica & ligação química**. 2. ed. Campinas: publicação do autor (Instituto de Química da Unicamp), 2007.

Livro universitário sobre estrutura atômica e ligação química.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da Química. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

Conta a história da Química desde os gregos, passando pela Alquimia até a fissão do átomo.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 4-7, 1996.

Esse artigo apresenta o estudo da estrutura do átomo como rica fonte de fatos que explicaram fenômenos do dia a dia ou resultaram em importantes aplicações práticas.

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 3-9, 2005.

O artigo aborda diversos aspectos da nanotecnologia e a importância de seu desenvolvimento.

TOMA, H. E. **Coleção de Química conceitual**. São Paulo: Blucher, 2013. 6 v.

Coleção que aborda os principais temas da Química, com ênfase nos aspectos conceituais.

TOMA, H. E. **O mundo nanométrico**: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

Livro repleto de exemplos modernos de aplicações da nanotecnologia. Embora muitos deles envolvam complexos conceitos científicos, a linguagem usada e as ilustrações tornam o tema atraente.

## Capítulo 5

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos da parte 4 desse livro universitário introdutório tratam do som. Um deles é totalmente dedicado aos sons musicais.

RIBEIRO, J. A. S. **Sobre os instrumentos sinfônicos**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

O autor comenta a função de cada instrumento em uma orquestra, fornecendo características e detalhes históricos. Há um capítulo dedicado à voz humana como "instrumento" musical.

WALKER, J. **O circo voador da Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. O autor aborda uma série de situações curiosas e/ou cotidianas e as explica com base na Física. O capítulo 3 trata de situações referentes ao som.

## Capítulo 6

BARTHEM, R. **A luz**. São Paulo: Livraria da Física, 2005. (Coleção Temas Atuais de Física).

Apresenta o conhecimento científico segundo a sequência histórica, da Óptica Geométrica à Teoria da Relatividade, e ainda as experiências que revelaram a natureza quântica da luz e suas implicações tecnológicas.

GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). **Física**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. v. 2.

O segundo volume dessa coleção voltada para professores de Física traz informações sobre luz e suas propriedades e Óptica Geométrica.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. A parte 6 desse livro universitário introdutório apresenta a Óptica Geométrica, a Óptica Ondulatória e aspectos quânticos da luz.

WALKER, J. **O circo voador da Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. As situações curiosas e/ou cotidianas tratadas no capítulo 6 relacionam-se à Óptica.

## Capítulo 7

CREASE, R. P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os capítulos 2 e 3 referem-se à queda dos corpos.

HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de Física**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

Esse volume aborda a Mecânica com tratamento em nível universitário.

HAWKING, S. **Os gênios da Ciência**: sobre os ombros de gigantes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

Apresenta a vida e a obra de cinco cientistas de relevante contribuição para a Física. Há um capítulo inteiramente dedicado a Galileu, no qual uma parte é referente ao seu livro *Diálogo sobre duas novas Ciências*.

MACLACHLAN, J. **Galileu Galilei**: o primeiro físico. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

Conta a história de Galileu e de suas descobertas.

MARICONDA, P. R.; VASCONCELOS, J. **Galileu e a nova Física**. São Paulo: Odysseus, 2006. (Coleção Imortais da Ciência).

Descreve o impacto das descobertas e invenções de Galileu e a sequência de eventos que conduziu a seu julgamento.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

Livro universitário que aborda a Mecânica na parte I. Os capítulos 2 e 3 abordam a Cinemática em uma, duas e três dimensões, incluindo tratamento vetorial.

WALKER, J. **O circo voador da Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

O autor aborda grande quantidade de situações curiosas e/ou cotidianas e as explica com base na Física. De modo geral, os temas são tratados de modo qualitativo, sem empregar matemática universitária. O capítulo 1 é sobre movimento.

## Capítulo 8

GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). **Física**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2002. v. 1.

O primeiro volume dessa coleção voltada para professores de Física trata do tema Mecânica.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos 2, 4 e 5 desse livro universitário introdutório desenvolvem as Leis de Newton, com ênfase nos aspectos conceituais, não nos matemáticos.

JAMMER, M. **Conceitos de força**: um estudo sobre os fundamentos. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011.

Conta a história da evolução do conceito científico de força.

TREFIL, J.; HAZEN, R. M. **Física viva**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 1.

O volume 1 dessa coleção para ensino universitário de Física é dedicado à Mecânica. Inclui a explicação física de várias situações cotidianas.

VALADARES, E. C. **Newton**: a órbita da Terra em um copo d'água. 2. ed. São Paulo: Odysseus, 2009. (Coleção Imortais da Ciência).

Livro que apresenta a vida e a obra de Isaac Newton. Inclui experimentos simples que permitem investigar algumas das ideias newtonianas.

## Capítulo 9

BERTRAND, J. **Os fundadores da Astronomia moderna**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

Apresenta a biografia e a trajetória intelectual de Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton.

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Blucher, 1998.

Apresenta informações sobre a descrição da posição e do movimento dos astros. Relaciona os movimentos celestes à medida do tempo e traz um capítulo sobre Gravitação Universal.

BRAGA, M. *et al.* **Breve história da Ciência moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2008. 4 v.

Os volumes 1 a 3 dessa coleção traçam um histórico da Astronomia.

CANIATO, R. **(Re)descobrimos a Astronomia**. Campinas: Átomo, 2010.

Livro que propicia uma visão panorâmica da história, das ideias e das ferramentas da Astronomia.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2010. (Coleção Polêmica).

Apresenta o desenvolvimento das ideias científicas, da Antiguidade aos dias atuais. Obra sugerida ao professor que deseja conhecer a história da Ciência. Há vários trechos em que a evolução dos modelos astronômicos é contemplada.

CREASE, R. P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

O capítulo 5 trata do experimento em que Cavendish determinou a constante gravitacional (G) e o capítulo 7 é sobre a rotação terrestre e o pêndulo de Foucault.

FRIANÇA, A. C. S. *et al.* (org.). **Astronomia**: uma visão geral do Universo. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2003.

Escrito por professores da USP a partir de textos elaborados para um curso de extensão universitária. Oferece um panorama geral da ciência astronômica.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos 9 e 10 apresentam aspectos conceituais da gravidade e do movimento de satélites.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e da Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

Além de comentar aspectos históricos da Astronomia e métodos de estudo usados nessa ciência, aborda, entre outros temas, o Sistema Solar, as estrelas, as galáxias e conceitos atuais relativos ao estudo do Universo.

MOURÃO, R. R. F. **Kepler**: a descoberta das leis do movimento planetário. 2. ed. São Paulo: Odysseus, 2008. (Coleção Imortais da Ciência). Livro que apresenta a vida e a obra de Johannes Kepler. Inclui um capítulo sobre a contribuição de Tycho Brahe e um glossário.

MOURÃO, R. R. F. **Manual do astrônomo**: uma introdução à Astronomia observacional e à construção de telescópios. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

Essa obra fornece informações aos que desejam se iniciar na observação celeste.

RONAN, C. A. **História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge**. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. v. 1-4.

Indicado ao professor que deseja conhecer a história da Ciência ou ter à mão uma fonte para consultas referentes a ela. No volume 3 podem ser encontradas várias informações sobre a polêmica histórica entre geocentrismo e heliocentrismo.

## Capítulo 10

GRIFFITHS, A. *et al.* **Introdução à Genética**. 10. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2013.

Livro universitário que aborda padrões de herança e relações entre DNA e fenótipo, entre outros temas fundamentais da Genética.

JORDAN, B. **O espetáculo da evolução**: sexualidade, origem da vida, DNA e clonagem. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

O autor discute, à luz da Biologia Molecular, temas como evolução, pesquisa sobre DNA humano, cura do câncer, clonagem e organismos transgênicos.

KLUG, W. *et al.* **Conceitos de Genética**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Livro universitário que inclui capítulos sobre câncer, genômica, genética de organismos e de populações.

MICKLOS, D. A. *et al.* **A Ciência do DNA**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Obra universitária de caráter introdutório sobre material genético que apresenta um panorama histórico sobre o tema.

OLIVEIRA, F. **Bioética**: uma face da cidadania. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. (Coleção Polêmica).

A autora aborda, entre outros temas, as controvérsias e os desafios éticos das doenças, das manipulações genéticas e dos direitos reprodutivos, com destaque para a contracepção e as novas tecnologias reprodutivas e conceptivas.

OLIVEIRA, F. **Engenharia Genética**: o sétimo dia da criação. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

Esse paradidático apresenta a história das manipulações genéticas pela Engenharia Genética e relata suas principais técnicas.

SADAVA, D. *et al.* **Vida: a ciência da Biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

Os capítulos 9 a 20 desse volume destinado a estudantes universitários abordam aspectos genéticos da Biologia. Os alelos múltiplos são tratados no capítulo 10, e a biotecnologia, no 16.

SALZANO, F. **DNA, e eu com isso?** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

O autor trata das tecnologias relacionadas ao DNA, suas aplicações e implicações para a sociedade.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

Obra para o nível superior que enfoca as bases da Genética e a Genética Humana. Entre outras, inclui informações sobre controle genético do desenvolvimento, funcionamento da imunidade em vertebrados, câncer, herança de características complexas e genética evolutiva.

THIEMANN, O. H. A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 13-19, 2003.

Artigo que aborda aspectos importantes da pesquisa científica e do desenvolvimento da Ciência que permitiram a descoberta do DNA e de sua importância.

TURNPENNY, P. D.; ELLARD, S. **Emery: Genética Médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

Livro universitário que trata das aplicações da Genética à área médica.

WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA: o segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

Nesse livro, James Watson, um dos descobridores da estrutura de dupla hélice do DNA, e seu coautor relatam as principais descobertas que culminaram com a biotecnologia e o sequenciamento do genoma humano.

WATSON, J. D. *et al.* **DNA recombinante: genes e genoma**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Aborda os temas material genético, expressão gênica, técnicas básicas do DNA recombinante e fundamentos da genômica. Apresenta descobertas recentes relacionadas ao estudo do genoma e inclui um capítulo sobre o Projeto Genoma Humano.

## Capítulo 11

BRANCO, S. M. **Evolução das espécies: o pensamento científico, religioso e filosófico**. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2010. (Coleção Polêmica).

O livro discute a Teoria da Evolução de Darwin, apresentando uma série de evidências que a fazem ser aceita atualmente pela comunidade científica. Relata, também, casos de debates históricos envolvendo essa teoria, nos campos filosófico e religioso.

BROWNE, J. **Charles Darwin**. São Paulo: Aracati/Editora da Unesp, 2011. 2 v.

O volume 1, cujo subtítulo é *Viajando*, descreve a formação intelectual de Darwin e a viagem a bordo do *Beagle*. O volume 2, subtintulado *O poder do lugar*, se inicia com os acontecimentos que envolveram Darwin e Alfred Russel Wallace e que acabaram forçando a publicação de *A origem das espécies*. Nele, a autora também relata o impacto da obra de Darwin e discorre sobre sua vida particular.

DARWIN, C. **Beagle na América do Sul**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002. (Coleção Leitura).

Relato de Charles Darwin sobre a viagem à América do Sul, a bordo do *Beagle*. Descreve suas visitas e expedições e tece comentários sobre a geologia e a história natural características das regiões que visitou.

DAWKINS, R. **A grande história da evolução**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

Traça a história evolutiva, a partir do *Homo sapiens*, analisando as principais ramificações filogenéticas.

DAWKINS, R. **O gene egoísta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

Apresenta argumentos em defesa da tese de que os genes são a unidade fundamental sobre a qual recai, em última análise, a seleção natural.

FARIAS, R. F. Química do tempo: carbono-14. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 6-8, 2002.

Artigo que explica como podem ser datados achados arqueológicos que sejam restos de antigos seres vivos. A leitura permite deduzir por que o método do carbono-14, útil em Arqueologia, não tem grande relevância para a Paleontologia.

JONES, S. **A ilha de Darwin**. São Paulo: Record, 2009.

O autor escreve sobre outros trabalhos menos conhecidos de Darwin e também sobre a vida pessoal do naturalista.

KEYNES, R. **Aventuras e descobertas de Darwin a bordo do Beagle**. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

O autor (bisneto de Darwin e pesquisador) descreve, em 34 capítulos, a viagem de Darwin. Os capítulos 5 e 6 incluem relatos sobre a Bahia e o Rio de Janeiro.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Zahar, 2002. Os autores abordam algumas questões centrais da Biologia, incluindo origem da vida e evolução.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. Analisa alguns temas relevantes da Biologia, com ênfase na evolução.

MAYR, E. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

Apresenta uma síntese da teoria genética e da teoria evolucionista.

PALMER, D. **Evolução: a história da vida**. São Paulo: Larousse, 2009. Aborda a linha do tempo geológico e contém muitas ilustrações das formas de vida que existiram em cada uma delas.

REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Os capítulos da unidade 4 desse livro universitário de Biologia abordam a evolução, seus mecanismos e a história da vida na Terra. E o capítulo 21 (da unidade 3) é sobre a evolução do genoma.

TAYLOR, J. **A viagem do Beagle**. São Paulo: Edusp, 2009.

É outra possibilidade de obra para consulta pelos estudantes, ao trabalharem o tema sugerido para pesquisa.

TEIXEIRA, W. *et al.* (org.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

O capítulo 10 desse livro de Geociências, intitulado "Geologia e a descoberta da magnitude do tempo", explica como é feita a datação de minerais. Também aborda os fósseis e sua importância.

## Capítulo 12

ATLAS de conservação da natureza brasileira: Unidades Federais. São Paulo: Metalivros; Brasília, DF: Ibama, 2004.

Oferece um panorama de todas as Unidades de Conservação da natureza brasileira administradas pelo Ibama. Inclui mais de 40 pranchas com o mapeamento dessas unidades e mais de 200 fotografias, incluindo algumas obtidas por satélite.

BRANCO, S. M. **Energia e meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

O autor examina a dependência humana das mais variadas fontes de energia e discute o risco ao meio ambiente que decorre do uso descontrolado das fontes energéticas.

BROWN, T. L. *et al.* **Química: a Ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

O capítulo 21 desse livro universitário de Química Geral aborda os processos nucleares, incluindo o aproveitamento da energia nuclear na geração de energia elétrica.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. A revolução verde da mamona. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 3-8, 2010.

Artigo sobre a variedade de produtos obtidos da mamona, incluindo o biodiesel.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 9-14, 2008.

Esse artigo aborda os aspectos ambientais relevantes relacionados à produção e ao uso de biocombustíveis, questionando a expressão “combustível limpo” empregada por alguns meios de comunicação.

DALLARI, D. A. **Direitos humanos e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

Discorre sobre as várias faces dos direitos humanos. O livro aborda, entre outros, o direito à vida, à moradia e à terra, à participação nas riquezas, à educação e à saúde. Essa obra fornece ao professor subsídios para trabalhar esses pontos ao falar sobre crescimento populacional e como ele afeta as condições de vida. No final do livro há um anexo com a Declaração Universal dos Direitos Humanos.

HINRICHES, R. A. *et al.* **Energia e meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Cengage, 2011.

Livro universitário sobre o tema. Inclui aspectos físicos e ambientais dos diversos modos de geração de energia, incluindo a partir da biomassa e da geotermia. Trata-se de uma tradução com coautor nacional, que adaptou a obra para incluir aspectos da realidade brasileira.

MORAIS, R. **Educação, mídia e meio ambiente**. Campinas: Alínea, 2004. (Série Educação em Debate).

Tece reflexões sobre o papel potencialmente importante da mídia na Educação Ambiental e sobre seu posicionamento quanto a isso como porta-voz da sociedade de consumo.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 3-8, 2008.

Os autores apresentam informações sobre o processo de produção do biodiesel e abordam aspectos ambientais, econômicos e sociais.

SOUZA, F. L.; MARTINS, P. Ciência e Tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto “Biogás – energia renovável para o futuro”. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 19-24, 2011.

Relato de sala de aula sobre biogás. Embora se refira ao Ensino Médio, pode ser útil ao professor de Ensino Fundamental.

TEIXEIRA, W. *et al.* (org.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

Livro didático universitário de Geociências. Inclui abordagem dos recursos hídricos, minerais e energéticos e do tema desenvolvimento sustentável.

TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação**. São Paulo: Globo, 2005.

Traz alguns exemplos da abordagem das questões ambientais na mídia por meio de oito temas eleitos pelo autor como centrais.

VILLULLAS, H. M. *et al.* Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 28-34, 2002.

Artigo que apresenta os fundamentos do funcionamento das células galvânicas (pilhas) que são baseadas em reações similares às de combustão, denominadas células a combustível.

## Referencial bibliográfico comentado

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Boston: Kluwer/Springer, 2000.

Obra em que o autor discorre sobre aprendizagem significativa. Relevante para a adequada exploração de oportunidades de problematização e contextualização, sobretudo no início de novos blocos de conteúdo, criando situações que possibilitem que as novas informações sejam interpretadas, relacionadas e incorporadas a saberes pré-existentes.

BIRLEY, S. **The vlogger's handbook.** Londres: Quarto Publishing, 2019.

Livro que explica os principais conceitos relacionados à prática de *vlogging* (isto é, elaborar postagens de *blog* em vídeo). Inclui aspectos técnicos para assegurar uma boa produção, e também sugere como elaborar um roteiro e transformá-lo em uma produção. Empregado como fonte para a elaboração da infografia sobre mídias digitais.

BIRNIE, B. F. **A teacher's guide to organizational strategies for thinking and writing.** Lanham: Rowman & Littlefield, 2015.

Livro sobre como desenvolver nos estudantes habilidades relacionadas ao pensamento e à escrita, consultado quanto à metodologia para produção de textos com análises críticas, criativas e propositivas.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018.

Documento oficial do MEC criado para nortear as políticas públicas educacionais e servir de referência para os currículos desenvolvidos nos âmbitos estadual e municipal, garantindo as aprendizagens essenciais ao longo da escolaridade, sem deixar de levar em conta a autonomia das escolas e dos professores e a heterogeneidade da sociedade brasileira. Tem como foco o desenvolvimento de competências, definidas como a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, a fim de permitir aos indivíduos a resolução de demandas complexas do cotidiano e o pleno exercício da cidadania.

CIEB. **Currículo de referência em tecnologia e computação: da Educação Infantil ao Ensino Fundamental.** São Paulo: Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), 2018.

Proposta que inclui marcos conceituais, bases teóricas e metodológicas para ensino de tecnologia e computação em consonância com a BNCC. Utilizado para pautar sugestões de atividades que contemplem pensamento computacional dentro da abordagem de Ciências da Natureza.

COFFIELD, F. *et al.* **Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review.** Londres: Learning Skills Research Centre, 2004.

Revisão da literatura sobre estilos de aprendizagem, analisada visando à adoção de um modelo significativo.

COLL, C. **Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar.** São Paulo: Ática, 1997.

Obra consultada para auxiliar na indicação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Também usada na reflexão sobre propostas de avaliação desses tipos de conteúdos.

COLL, C. *et al.* **Os conteúdos na Reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

Livro que esmiúça a distinção entre as categorias de conteúdos – conceituais, procedimentais e atitudinais –, discutindo critérios para sua inclusão nos currículos, como são aprendidos, quais as estratégias que favorecem seu aprendizado e quais as formas mais adequadas de avaliá-los. Obra amplamente consultada na concepção desta obra, na seleção dos conteúdos e na elaboração das propostas de abordagem.

COLL, C. *et al.* (org.). **Desenvolvimento psicológico e educação.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Obra sobre concepções e tendências atuais em psicologia da educação. Aborda os processos educacionais a partir de uma perspectiva psicológica, os fatores envolvidos na aprendizagem escolar, a dinâmica ensino-aprendizagem em sala de aula, a influência da interação, do ambiente familiar e das novas tecnologias na aprendizagem de conteúdos escolares.

CURZON, P. *et al.* **Computational thinking: a guide for teachers.** Swindon: Computing at School, 2015.

Material elaborado para explicar a docentes em que consiste o pensamento computacional e quais são suas características e seus métodos. Apresenta exemplos de como ele pode ser desenvolvido na escola. Empregado para a elaboração de atividades e orientações ligadas ao pensamento computacional.

FIORIN, J. L. **Argumentação.** São Paulo: Contexto, 2018.

Obra que explora os diversos aspectos envolvidos na argumentação. Explica os conceitos envolvidos e mostra os formalismos clássicos dos quais se originaram as formas de argumentação atualmente empregadas. Analisa as diversas técnicas argumentativas. Referência quanto a informações explicativas sobre dedução e indução.



FRAWLEY, W. **Vygotsky e a ciência cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Aborda, entre outros aspectos, como a interação de estudantes com pares mais capazes possibilita a potencialização de aprendizados e da resolução de problemas.

GARCIA, O. M. **Comunicação em prosa moderna: aprenda a escrever, aprendendo a pensar**. 27. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

Livro sobre as variadas construções gramaticais usadas em diversos gêneros do discurso e que aborda também a eficácia argumentativa. Consultado como referência sobre indução e dedução.

GARDNER, H. **Inteligência: um conceito reformulado**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

Nesta obra, o autor revisita e dá prosseguimento ao seu trabalho sobre inteligências múltiplas, ampliando o conjunto de inteligências elencadas. Fonte de inspiração para a criação de vivências que contemplem modos de interação entre os estudantes e formas de expressão envolvendo diferentes linguagens, incluindo a artística.

GEOGHEGAN, M. W.; KLASS, D. **Podcast solutions: the complete guide to audio and video podcasting**. 2. ed. Berkeley: Apress, 2007.

Livro sobre *podcasts*, que abrange desde planejamento e formas de implementação, incluindo aspectos técnicos, até pós-produção e divulgação. Empregado na elaboração do infográfico sobre mídias digitais.

KHINE, M. S. (ed.). **Computational thinking in the STEM disciplines: foundations and research highlights**. Cham: Springer, 2018.

Obra consultada sobre implementação de fundamentos de pensamento computacional em Ciências da Natureza.

KHINE, M. S.; AREEPATTAMANNIL, S. (ed.). **STEAM education: theory and practice**. Cham: Springer, 2019.

Livro consultado sobre possibilidades de diálogo entre os componentes Ciências e Arte.

KOBAYASHI, V. N. Reflections on STEAM in Education. *In*: BABACI-WILHITE, Z. (ed.). **Promoting language and STEAM as human rights in education: science, technology, engineering, arts and mathematics**. Singapura: Springer, 2019.

A sigla STEM é empregada para uma abordagem com a intenção de favorecer aprendizagens relacionadas às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, cujas iniciais, em inglês, constituem a sigla. Já STEAM é uma abordagem que se diferencia da STEM por incluir a Arte. Esse capítulo de livro foi consultado para elucidar potencialidades da interação entre os componentes curriculares Ciências e Arte.

KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015.

Livro em que o autor revisita e amplia seu trabalho sobre perfis de aprendizagem. Usado como referência para esse modelo, com especial interesse nos dois aspectos relacionados à apreensão das informações, a *experiência concreta* e a *observação reflexiva*, e nos dois aspectos ligados ao processamento da informação, a *conceitualização abstrata* e a *experimentação ativa*. O livro também ajudou a determinar os tipos de atividades que favorecem estudantes com um viés de maior propensão a cada um deles.

KONG, S.-C.; ABELSON, H. (ed.). **Computational thinking education**. Singapura: Springer, 2019.

Obra consultada sobre o ensino dos fundamentos do pensamento computacional.

LUNSFORD, A. A.; RUSZKIEWICZ, J. J.; WALTERS, K. **Everything's an argument: with readings**. 7. ed. Boston: Bedford/St. Martin's, 2016.

Obra inteiramente destinada ao reconhecimento, à análise e à elaboração de argumentações, em diversos tipos de texto e em situações variadas. Inclui vasta quantidade de exemplos, não apenas na forma de textos, mas também em fotos, charges e outras imagens. Consultada sobre tipos de argumentos e também acerca de como orientar estudantes na elaboração de textos que contenham análises críticas, criativas e propositivas.

MOON, B. M. *et al.* (org.). **Applied concept mapping: capturing, analyzing, and organizing knowledge**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

Compêndio, escrito por diversos pesquisadores, sobre a importância e a utilização de mapas conceituais na educação, utilizado como referência para esse tema.

MORAES, R. Aprender Ciências: reconstruindo e ampliando saberes. *In*: GALIAZZI, M. C. *et al.* (org.). **Construção curricular em rede na educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2007. (Coleção Educação em Ciências).

Capítulo que discute a aprendizagem de Ciências como reconstrução de saberes prévios. Consultado no tocante à valorização das ideias prévias dos estudantes.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. *In*: MORAES, R.; MANCUSO, R. (org.). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Unijuí, 2004.

Os autores compartilham os pressupostos teórico-práticos que orientam sua atuação na formação de professores. Consultado sobre aspectos epistemológicos da Ciência e a importância de aspectos socioculturais na aprendizagem.

NOVAK, J. D. Concept mapping: a useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, p. 937-949, 1990.

Artigo em que Joseph Novak, fundamentado em conceitos subjacentes à teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, descreve a gênese dos mapas conceituais e sua importância na educação científica. Consultado sobre a fundamentação teórica dessa ferramenta.

O'NEILL-BLACKWELL, J. **Engage: the trainer's guide to learning styles**. Hoboken: John Wiley, 2012.

Livro que discorre sobre situações, atividades, vivências e estratégias de ensino que favorecem diferentes estilos de aprendizagem. Usado como fonte de informações sobre esses temas, em especial sobre práticas pedagógicas que podem favorecer estudantes com mais propensão à *experiência concreta* ou à *observação reflexiva*, bem como os mais inclinados à *conceitualização abstrata* ou à *experimentação ativa*.

ONTORIA, A. *et al.* **Mapas conceptuales: una técnica para aprender**. 7. ed. Madri: Narcea, 1997.

Livro sobre a relevância dos mapas conceituais e como elaborá-los. Usado como fonte sobre como auxiliar estudantes a elaborar esses constructos.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado de argumentação: a nova retórica**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

Livro clássico sobre técnicas argumentativas, empregado como referência para a exposição sobre o tema, na parte inicial deste Manual do professor.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Obra destinada à formação de docentes, na qual o autor expõe e justifica, com amplo repertório de argumentos, a permanente necessidade de reflexão sobre a prática docente, como maneira de ampliar os horizontes formativos desses profissionais e melhorar a educação.

QUAVE, C. L. (ed.) **Innovative strategies for teaching in the Plant Sciences**. Atlanta: Springer, 2014.

Obra consultada acerca da importância pedagógica, no ensino de Ciências da Natureza, da Etnociência, em especial da Etnobiologia e da Etnobotânica.

REDFERN, A. **The essential guide to classroom practice: 200+ strategies for outstanding teaching and learning**. Abingdon: Routledge/Taylor & Francis, 2015.

Livro que apresenta estratégias para diversificar situações de aprendizagem. Consultado sobre metodologias ativas.

REES, S.; NEWTON, D. **Creative chemists: strategies for teaching and learning**. Londres: Royal Society of Chemistry, 2020.

Obra consultada sobre aspectos referentes ao ensino de conceitos relacionados à Química e, em especial, sobre como criar vivências que possibilitem engajar diferentes perfis de estudante em situações de aprendizagem, possibilitando que se apropriem de saberes científicos.

SILVER, H. F.; STRONG, R. W.; PERINI, M. J. **The strategic teacher: selecting the right research-based strategy for every lesson**. Alexandria (EUA): Thoughtful Education Press, 2007.

Livro que discorre sobre diferentes metodologias ativas na educação, consultado como fonte de informações acerca desse tema.

VELASCO, P. D. N. **Educando para a argumentação: contribuições para o ensino da lógica**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

Livro destinado ao ensino do reconhecimento de argumentos em textos, sejam acadêmicos ou não, e sua avaliação. A autora explica os diversos aspectos da lógica relacionados à elaboração de argumentos e discute diversas falácias (tipos de raciocínio incorretos) de argumentação. Usado como referência sobre premissas, conclusões, dedução, indução e argumentação.

WADSWORTH, B. J. **Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

Obra sobre construtivismo e aprendizagem. Foi amplamente consultada para auxiliar na concepção de diversas propostas de atividade desta coleção.

WILCOX, C.; BROOKSHIRE, B.; GOLDMAN, J. G. (ed.). **Science blogging: the essential guide**. New Haven: Yale University Press, 2016.

Coletânea de textos de diversos autores sobre a relevância e a implementação de *blogs* com postagens de natureza científica, em contexto acadêmico ou não. Empregada na referência do infográfico sobre mídias digitais.

ZHANG, L.-F.; STERNBERG, R. J.; RAYNER, S. (ed.). **Handbook of intellectual styles: preferences in cognition, learning, and thinking**. Nova York: Springer, 2012.

Compêndio de artigos escritos por pesquisadores de diversas áreas, que faz uma ampla revisão da literatura acerca de estilos intelectuais. Consultado como ponto de partida para optar pelo modelo de perfis de aprendizagem apresentado no Manual do professor.

## Eduardo Leite do Canto

Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autor de livros didáticos e paradidáticos. Professor.

## Laura Celloto Canto Leite

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autora de livros didáticos. Professora.

## Luiza Celloto Canto

Licenciada em Física pela Universidade Estadual de Campinas (SP).  
Autora de livros didáticos. Professora.



Componente curricular: CIÊNCIAS

8ª edição  
São Paulo, 2022



## Comentários pedagógicos

A partir deste ponto do Manual do professor, é apresentada uma réplica do livro do estudante, com as páginas acrescidas de comentários pedagógicos sobre capítulos como um todo ou sobre aspectos pontuais dentro de um capítulo (um item, um texto, uma atividade experimental, determinada legenda de foto etc.).

Também são apresentados comentários que remetem a informações da primeira parte deste Manual do professor ou aos projetos que aparecem no **Suplemento de projetos**, no final do livro do estudante. Esses projetos são também comentados neste Manual do professor, no momento em que aparecem no livro do estudante.

## De olho na BNCC!

As **competências gerais** da Educação Básica, as **competências específicas** e as **habilidades** da área de Ciências da Natureza na BNCC referentes a este ano são comentadas nos locais oportunos, ao longo deste volume, em que seu desenvolvimento é contemplado.

**Coordenação geral:** Maria do Carmo Fernandes Branco  
**Edição executiva:** Glaucia Teixeira  
**Edição de texto:** Juliana Albuquerque, Juliana Rodrigues de Queiroz  
**Assessoria técnico-pedagógica:** Flavia Ferrari  
**Gerência de design e produção gráfica:** Patrícia Costa  
**Coordenação de produção:** Denis Torquato  
**Gerência de planejamento editorial:** Maria de Lourdes Rodrigues  
**Coordenação de design e projetos visuais:** Marta Cerqueira Leite  
**Projeto gráfico:** Tatiane Porusselli  
**Capa:** Douglas Rodrigues José, Tatiane Porusselli, Apis Design e Fábio Luna  
*Foto: Globo de plasma.  
Crédito: David Wall/Alamy/Fotoarena*  
**Coordenação de arte:** Aderson Oliveira  
**Edição de arte:** Adriana Farias  
**Editoração eletrônica:** Setup Bureau Editoração Eletrônica  
**Edição de infografia:** Luiz Iria, Priscilla Boffo, Giselle Hirata  
**Ilustrações de vinhetas:** Daniel Messias  
**Coordenação de revisão:** Camila Christí Gazzani  
**Revisão:** Ana Marson, Arali Lobo Gomes, Lilian Xavier, Sirlene Prignolato  
**Coordenação de pesquisa iconográfica:** Sônia Oddi  
**Pesquisa iconográfica:** Junior Rozzo, Vanessa Trindade  
**Suporte administrativo editorial:** Flávia Bosqueiro  
**Coordenação de bureau:** Rubens M. Rodrigues  
**Tratamento de imagens:** Ademir Francisco Baptista, Ana Isabela Pithan Maraschin, Denise Feitoza Maciel, Marina M. Buzzinaro, Vânia Maia  
**Pré-impressão:** Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga, Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos  
**Coordenação de produção industrial:** Wendell Monteiro  
**Impressão e acabamento:**

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

Canto, Eduardo Leite de  
Ciências naturais aprendendo com o cotidiano :  
9º ano / Eduardo Leite do Canto, Laura Celloto Canto  
Leite, Luiza Celloto Canto. -- 8. ed. -- São Paulo :  
Moderna, 2022.

Componente curricular: Ciências.  
ISBN 978-85-16-13878-3

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Leite, Laura  
Celloto Canto. II. Canto, Luiza Celloto. III. Título.

22-115016 CDD-372.35

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Cibeles Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

**EDITORA MODERNA LTDA.**  
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho  
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904  
Atendimento: Tel. (11) 3240-6966  
www.moderna.com.br  
2022  
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Um globo de plasma, como o da foto da capa, é uma esfera de vidro contendo gás a baixa pressão, projetada para possibilitar a passagem de corrente elétrica entre um eletrodo central e a esfera, quando esta é tocada pelo lado de fora. A luminosidade emitida pelo gás consiste em ondas eletromagnéticas, percebidas pela visão humana e estudadas pelo ramo da Física denominado Óptica. As ondas eletromagnéticas e a Óptica estão entre os temas estudados neste volume do 9º ano.

## AOS ESTUDANTES E AOS SENHORES PAIS

Este volume integra uma coleção destinada ao Ensino Fundamental, no segmento de 6º a 9º ano.

A obra é fruto de vários anos de trabalho e de pesquisa. Ela apresenta uma abordagem na qual as Ciências da Natureza aparecem entremeadas no estudo de temas vinculados à realidade.

Em seus quatro volumes, a coleção procura auxiliar o processo educativo a desenvolver nos estudantes capacidades que lhes serão úteis para aprender mais — por conta própria e ao longo de toda a vida — e atitudes desejáveis a qualquer cidadão consciente da realidade da sociedade em que vive e participante de suas decisões.

Cada um dos volumes da coleção pode ser utilizado de maneira versátil em diferentes locais do país, adaptando-se a variadas realidades. É fundamental ter em mente alguns pontos importantes:

- Não é necessário que os capítulos deste livro sejam trabalhados na ordem em que aparecem. Diferentes sequências de conteúdos são possíveis, e o professor vai optar por aquela que for mais adequada à realidade local.
- Em muitos capítulos podem ser feitas atividades adicionais, como projetos, pesquisas, apresentações, visitas, entrevistas, encenações e feiras de Ciências. Investir tempo na realização dessas atividades é importante para desenvolver as capacidades dos estudantes.
- Nenhum livro didático é, por si só, completo. Ao utilizar este livro, os estudantes serão continuamente estimulados a consultar o dicionário e outras fontes de informação.

A seguir, são apresentadas algumas informações sobre a estrutura deste livro. Compreender essa estrutura é relevante para aproveitar ao máximo o que a obra tem para oferecer.

É nosso sincero desejo de que esta obra contribua para o desenvolvimento das capacidades dos estudantes e favoreça o aprendizado de conteúdos necessários à vida em sociedade.

Suas sugestões e críticas serão muito bem-vindas.

*Os autores*

## Apresentação da obra

Nesse item, as seções da obra são apresentadas aos estudantes. Há comentários sobre elas na primeira parte deste Manual do professor, explicando suas finalidades pedagógicas.

### De olho na BNCC!

A seguir, comentamos **competências gerais** e **competências específicas** de Ciências da Natureza previstas na BNCC cujo desenvolvimento é favorecido pelas seções da obra, em linhas gerais. Não obstante, comentários pontuais são realizados ao longo do volume, neste manual.

### Abertura de capítulo

A contextualização e/ou problematização envolvendo a imagem de abertura auxilia no desenvolvimento das **competências gerais 1, 2, 3 e 8**.

As imagens utilizadas nas aberturas, de um modo geral, auxiliam no desenvolvimento da **competência específica 3**.

### Motivação

Essa seção possibilita desenvolver as **competências gerais 2 e 7**. Os textos e as atividades práticas que abrem um novo assunto, por meio dessa seção, tornam propício desenvolver as **competências específicas 1, 2 e 5**.

### Desenvolvimento do tema

Por desenvolver as diversas temáticas de Ciências da Natureza, a seção propicia o trabalho com vários aspectos da BNCC. Podemos destacar as **competências gerais 1, 2, 3, 6, 7 e 10**.

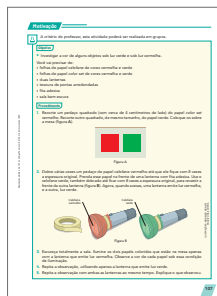
A abrangência dos temas que comparecem nesta seção também oportuniza desenvolver diversos aspectos das competências específicas de Ciências da Natureza. Algumas das possibilidades mais recorrentes são as **competências específicas 1, 2, 3, 7 e 8**.

## APRESENTAÇÃO DA OBRA



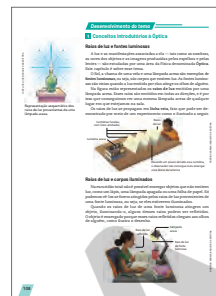
### ABERTURA DE CAPÍTULO

Na abertura de cada capítulo, existe uma foto que está relacionada ao assunto que será abordado. Na legenda dessa foto, você encontra um breve comentário ou uma pergunta. Se for uma pergunta e você ficar curioso para saber a resposta, ótimo! É essa mesmo a intenção. Você conseguirá responder à pergunta estudando o capítulo.



### MOTIVAÇÃO

É sempre a primeira seção do capítulo, logo após a foto de abertura. Nela, você encontrará uma notícia de revista, um texto da internet ou de livro, um experimento prático ou a descrição de alguma situação. A ideia é despertar seus conhecimentos prévios para ajudá-lo a aprender algo novo, relacionado ao tema em estudo.



### DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Nessa seção, você vai aprender coisas novas que estão associadas ao que foi inicialmente apresentado na seção *Motivação*.

## ATIVIDADES EM QUADROS INTERCALADOS AO CONTEÚDO

### Refleta sobre suas atitudes



Pretende dar umas “chacoalhadas” nas suas atitudes, por meio de perguntas que se referem ao modo como você vive e encara a vida. Às vezes, por causa dessas “chacoalhadas”, você pode desejar mudar para melhor alguns de seus hábitos. Se isso acontecer, parabéns!

### Trabalho em equipe



Apresenta atividades para serem executadas em grupo. Além de colocar em prática aquilo que está aprendendo, você exercitará algo muito importante para a vida: como atuar em conjunto para atingir uma finalidade comum.

### Tema para pesquisa



Sugere temas que vão ajudá-lo a praticar o processo de busca de informações em outras fontes, como livros, enciclopédias, internet etc. É muito importante pesquisar para que você não fique preso somente a este livro e perceba que é gostoso aprender e que existem muitos meios de fazer isso.

### Certifique-se de ter lido direito



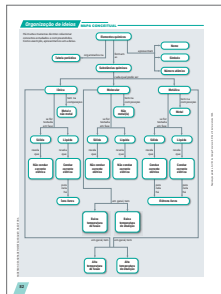
Alerta para certos detalhes do texto que está sendo lido. Às vezes, é apenas lembrado que o dicionário deve ser consultado sempre que necessário. Outras vezes, é algo mais específico, como salientar alguma ideia ou passagem do texto. Saber ler com atenção é algo fundamental para a vida.

### Organização de ideias: mapa conceitual

Essa seção apresenta uma das possibilidades de inter-relacionar os conceitos aprendidos no capítulo. Mapas conceituais favorecem o desenvolvimento da **competência geral 4**.

A concatenação de ideias estimulada por essa seção também contribui para o trabalho com as **competências específicas 2 e 3**.

Sempre que considerar oportuno, estimule os estudantes a explorar outros encadeamentos. A primeira parte deste Manual do professor inclui orientações para você auxiliar os estudantes a aprender como elaborar seus próprios mapas conceituais a partir do que estudaram (veja o texto “Como ajudar os estudantes a construir um mapa conceitual”).



### ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS: MAPA CONCEITUAL

Os mapas conceituais são um modo organizado de relacionar os conceitos aprendidos. Logo, você se acostumará com eles e verá como o ajudam a estudar e a perceber as conexões entre os novos conhecimentos adquiridos.

### USE O QUE APRENDEU



Trata-se de uma lista de exercícios um pouco diferente da usual. A maioria dos exercícios deste livro pretende relacionar os conceitos estudados à sua aplicação em problemas práticos. Conhecimento não é para ser guardado. É para ser usado!

### EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS



Apresenta exercícios que envolvem diferentes formas de expressão, como esquemas, tabelas, gráficos, desenhos, cartazes, *slogans*, texto jornalístico, encenações, charges, tirinhas etc.

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

### Para fazer no seu caderno



Sugere atividades para você utilizar o que aprendeu e registrar suas conclusões no caderno. Essas atividades o ajudarão a aprender melhor o que está estudando.

### Para discussão em grupo



Apresenta temas para você discutir com seus colegas. Aprender a trocar ideias e a respeitar as opiniões das pessoas é fundamental para a vida em sociedade.

### Use a internet



Sugere buscas ou visitas a páginas da internet, que trazem informações complementares aos assuntos que você está estudando.

### Curiosidades



Com títulos diversos, apresenta curiosidades sobre os temas, entre elas a origem de algumas palavras (**Saiba de onde vêm as palavras**).

### Macroáreas de temáticas contemporâneas ao longo da coleção

**CIDADANIA E CIVISMO**  
**MEIO AMBIENTE**

**CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MULTICULTURALISMO**

**ECONOMIA**  
**SAÚDE**

Cada selo indica uma temática que associa conteúdos científicos a aprendizagens contemporâneas e integradoras, contribuindo para a sua formação cidadã, política, social e ética.

5

## Use o que aprendeu e Explore diferentes linguagens

Nessas seções, há atividades que favorecem o desenvolvimento das **competências gerais 1, 2, 4, 6 e 7**.

Na seção *Use o que aprendeu*, muitas das atividades buscam promover o trabalho com as **competências específicas 3, 4 e 5**. Já a seção *Explore diferentes linguagens*, pela diversidade de atividades que propõe, contempla várias competências específicas de modos pontuais. De modo amplo, podemos mencionar as **competências específicas 2 e 6**.

## Refleta sobre suas atitudes

Estimula reflexões individuais e relaciona-se mais proximamente às **competências gerais 7 e 10** e às **competências específicas 7 e 8**.

## Trabalho em equipe

Inclui propostas que potencializam, de modo especial, o desenvolvimento das **competências gerais 4, 9 e 10** e das **competências específicas 3 e 5**.

## Tema para pesquisa

Propõe a ampliação dos horizontes de conhecimento, ajudando a desenvolver as **competências gerais 1 e 5**.

Favorece ainda o trabalho com a **competência específica 6**.

## Certifique-se de ter lido direito e Para fazer no seu caderno

Esses boxes visam propiciar a compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, alinhando-se ao desenvolvimento da **competência específica 2**.

## Para discussão em grupo

A troca de ideias entre os estudantes favorece, de modo especial, o desenvolvimento das **competências gerais 4, 6, 9 e 10**.

As propostas oportunizam também o trabalho com as **competências específicas 3 e 5**.

## Use a internet

A proposta dessa seção, de modo geral, favorece o desenvolvimento da **competência geral 5**, bem como da **competência específica 6**.

## Curiosidades – Saiba de onde vêm as palavras

Esse tipo de box, por explicar aos estudantes a etimologia dos termos científicos, favorece o desenvolvimento da **competência específica 2**.

## Seu aprendizado não termina aqui

A proposta de uma atividade de facultativa e continuada no encerramento dos capítulos alinha-se com as **competências gerais 1 e 2**. Em alguns casos, abrange diversidade de saberes e vivências culturais, favorecendo a **competência geral 6**.

Essa seção pode contribuir também para o desenvolvimento das **competências específicas 2 e 5**, entre outras.

## Amplie o vocabulário!

A atuação conjunta para a construção de redações apropriadas para os conceitos estudados possibilita que se desenvolvam as **competências gerais 1, 2, 4, 5 e 9**.

A proposta da seção alinha-se também com o que está enunciado na **competência específica 1**.

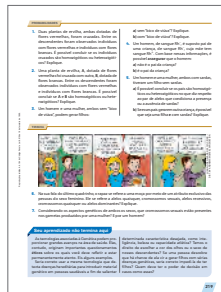
## Fechamento de unidade – Isso vai para o nosso blog!

Em função do formato aberto das produções culturais que as equipes de estudantes podem realizar, essa seção é uma das mais ricas no que tange a potencializar competências e habilidades. A diversidade dos temas propostos, ao longo dos volumes, também contribui para isso, pois, entre eles, há assuntos ligados aos conhecimentos científicos de Astronomia, Biologia, Física, Geologia e Química, à saúde e ao bem-estar humanos, ao meio ambiente e à relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Assim, a seção possibilita desenvolver, em maior ou menor grau, todas as competências gerais da BNCC, principalmente as **competências gerais 1, 4, 5, 9 e 10**.

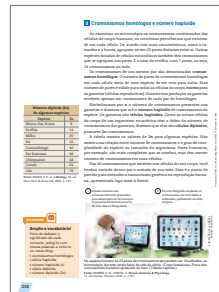
Quanto às competências específicas de Ciências da Natureza, cumpre-nos destacar o trabalho com as **competências específicas 4, 6 e 8**.

## APRESENTAÇÃO DA OBRA



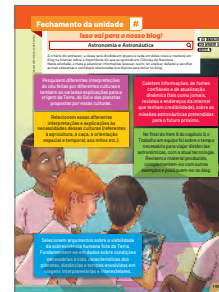
### SEU APRENDIZADO NÃO TERMINA AQUI

Sempre é possível aprender mais. Não pensando em provas ou em “passar de ano”, mas porque aprender é agradável e nos permite conhecer melhor as coisas que acontecem conosco e ao nosso redor. Nessa seção, há recados que procuram incentivar a continuidade do aprendizado.



### AMPLIE O VOCABULÁRIO!

Atividade também vinculada aos **blogs** de Ciências da Natureza criados pelas equipes. Os quadros com o título **Amplie o vocabulário!** aparecem ao longo de todo o livro e destacam palavras cujo significado deve ser compreendido pelo estudante e incorporado ao seu vocabulário. Sugere-se que a classe discuta o significado de cada palavra e que, com a supervisão do professor, o significado das palavras seja esclarecido. A seguir, as palavras e seu significado devem ser publicados no **blog** da equipe. A critério do professor, esse material, devido à sua riqueza cultural e utilidade para consultas e retomadas, pode ser relacionado em cartazes, em fichas ou nas páginas finais do caderno de cada estudante. Ao longo do ano, a lista de palavras vai aumentando e o vocabulário da turma também.



### FECHAMENTO DE UNIDADE – ISSO VAI PARA O NOSSO BLOG!

A turma é dividida em equipes, segundo critérios do professor. Cada equipe fica incumbida de criar e manter um **blog** sobre Ciências da Natureza. Essa atividade estimula a pesquisa de informações sobre temas de relevância (em jornais, revistas, livros, enciclopédias, internet e outras fontes), seguida da leitura e da seleção do material para postar no **blog**, bem como da discussão sobre o material publicado. A atividade desenvolve competências referentes ao acesso e ao tratamento de informações, à discussão em grupo, à cooperação e à interação com os colegas. Frequentemente, os temas escolhidos favorecem reflexões que podem produzir mudanças benéficas de atitude.



## Suplemento de projetos

As atividades propostas nessa parte do volume versam sobre diferentes aspectos conceituais nele estudados e proporcionam, em sua maioria, o desenvolvimento das **competências gerais 2, 9 e 10** da BNCC e das **competências específicas 2, 3 e 5**.

### SUPLEMENTO DE PROJETOS



232

### 5 Simulando a formação de fósseis

**Objetivo**  
Ter noção de como se formam alguns tipos de fósseis.

**Materiais necessários:**  
• massa de modelar  
• giz branco  
• água  
• colher de sopa  
• copo  
• prato

1. Laminar a parte inferior da folha com um pouco de óleo.
2. Colocar a massa de modelar no prato e deixar a temperatura da cozinha sobre ela. Quando estiver bem quente, fazer uma camada com a massa de modelar (veja Figura 1).
3. Colocar no copo cinco colheres de sopa de giz branco e três colheres de água. Misturar bem e despejar essa mistura dentro do molde de massa de modelar (veja Figura 2).
4. Quando o giz estiver totalmente aquecido e o molde de modelar estiver bem quente, espalhar e pressionar o que está experimentando com a colher a formação dos fósseis.

**Va além:**  
• Como a **atividade 4** modifica esse experimento, você poderia usar outros tipos de cores de giz branco e giz de cor? Poderia também usar outros materiais no lugar do giz branco (por exemplo)?

233

### 1 Tinta invisível

**Objetivo**  
Escrever num papel com tinta invisível e, a seguir, tornar a escrita visível usando uma reação química.

**Materiais necessários:**  
• solução de cloreto de cálcio  
• solução de hidróxido de sódio  
• solução de ácido clorídrico  
• solução de ácido sulfúrico  
• solução de ácido nítrico  
• solução de ácido acético  
• solução de ácido fólico  
• solução de ácido fólico  
• solução de ácido fólico  
• solução de ácido fólico

1. Colocar num papel com tinta invisível e, a seguir, tornar a escrita visível usando uma reação química.
2. Escrever até que o papel esteja à vontade. Depois disso, o papel não pode ser usado para escrever mais nada.
3. Adicionar 10 gotas de solução de cada uma das soluções de ácido fólico e esperar 10 minutos.
4. Misturar o papel grande com água e ao mesmo tempo lavar a mão.
5. Proprietar uma reação para a que você poderia usar em substituição com o professor.



234

### 6 Camuflagem e seleção natural

**Objetivo**  
Analisar a eficácia da camuflagem em animais.

**Materiais necessários:**  
• giz branco  
• giz amarelo  
• giz verde  
• giz azul  
• giz roxo  
• giz laranja  
• giz cinza  
• giz preto  
• giz branco  
• giz amarelo  
• giz verde  
• giz azul  
• giz roxo  
• giz laranja  
• giz cinza  
• giz preto

1. Cada grupo deve escolher um animal colorido da natureza e desenhar no papel a camuflagem que ele teria se fosse invisível.
2. Cada grupo deve escolher um animal colorido da natureza e desenhar no papel a camuflagem que ele teria se fosse invisível.
3. Analisar o desenho em um ambiente natural e discutir a eficácia da camuflagem.
4. Registrar o procedimento com os dados pessoais do grupo.
5. Que cores são mais eficazes na camuflagem? Qual é mais eficaz de se usar?
6. Fazer um projeto semelhante de camuflagem em outros animais.

**Va além:**  
• Pode-se dizer que essa atividade se relaciona com o conceito de seleção natural? Como a atividade, realizada e modificada, poderia ser usada em um projeto de aula?

235

## SUPLEMENTO DE PROJETOS

O **Suplemento de projetos**, no final do livro, apresenta

propostas de atividades que os estudantes poderão realizar sob a supervisão do professor. Tais atividades ajudarão a ampliar sua compreensão de conteúdos estudados no livro.

# SUMÁRIO

## UNIDADE A

### CAPÍTULO 1

#### REAÇÕES QUÍMICAS E TEORIA ATÔMICA DE DALTON

Motivação .....	13
Desenvolvimento do tema .....	14
1. Recordando mudanças de fase da água .....	14
2. Recordando densidade .....	15
3. Recordando o que é reação química .....	16
4. A Lei da Conservação da Massa .....	18
5. A Lei das Proporções Constantes .....	19
6. A Teoria Atômica de Dalton .....	20
7. Símbolos e fórmulas .....	21
8. Equação química .....	23
9. Explicação para as Leis de Lavoisier e de Proust .....	24
Organização de ideias: mapa conceitual .....	25
Explore diferentes linguagens .....	26
Seu aprendizado não termina aqui .....	31

### CAPÍTULO 2

#### CARGAS ELÉTRICAS E MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Motivação .....	33
Desenvolvimento do tema .....	33
1. Eletricidade .....	33
2. Cargas elétricas .....	33
3. Eletrização por atrito .....	35
4. Condutores elétricos e isolantes elétricos .....	36
5. Eletrização por contato .....	37
6. Aterramento de um objeto .....	37
7. Descargas elétricas no ar .....	38

8. Modelo atômico de Rutherford .....	39
9. Elemento químico e número atômico .....	41
10. A tabela periódica .....	42
11. Isótopos .....	45
Organização de ideias: mapa conceitual .....	46
Use o que aprendeu .....	47
Explore diferentes linguagens .....	49
Seu aprendizado não termina aqui .....	50

### CAPÍTULO 3

#### ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E MODELO ATÔMICO DE BOHR

Motivação .....	52
Desenvolvimento do tema .....	52
1. Ondas .....	52
2. Ondas: mecânicas versus eletromagnéticas .....	53
3. Características e aplicações das ondas eletromagnéticas .....	54
4. Modelo atômico de Bohr .....	59
5. Algumas aplicações do modelo de Bohr .....	61
6. Distribuição eletrônica nas camadas .....	63
7. Distribuição eletrônica e tabela periódica .....	64
Organização de ideias: mapa conceitual .....	65
Use o que aprendeu .....	66
Seu aprendizado não termina aqui .....	66
Isso vai para o nosso blog! – Os elementos químicos .....	67

## UNIDADE B

### CAPÍTULO 4

#### LIGAÇÕES QUÍMICAS

Motivação .....	69
Desenvolvimento do tema .....	70
1. Tipos de substâncias que estudaremos .....	70
2. Ligações químicas que estudaremos .....	70
3. Ligação iônica .....	72
4. Ligação covalente .....	74
5. Ligação metálica .....	76
6. Comparação entre os tipos de substâncias .....	77
Organização de ideias: mapa conceitual .....	82
Use o que aprendeu .....	83
Explore diferentes linguagens .....	87
Seu aprendizado não termina aqui .....	87

### CAPÍTULO 5

#### ACÚSTICA

Motivação .....	89
Desenvolvimento do tema .....	90
1. Som e ondas sonoras .....	90
2. Propriedades do som .....	91
3. Instrumentos musicais .....	94
4. Velocidade do som no ar .....	97
5. O som não se propaga apenas no ar .....	98
6. Reflexão e absorção do som. Eco .....	99
7. Ultrassom e infrassom .....	100

Organização de ideias: mapa conceitual .....	102
Use o que aprendeu .....	102
Explore diferentes linguagens .....	104
Seu aprendizado não termina aqui .....	105

### CAPÍTULO 6

#### ÓPTICA

Motivação .....	107
Desenvolvimento do tema .....	108
1. Conceitos introdutórios à Óptica .....	108
2. As componentes da luz branca .....	109
3. Cores primárias de luz .....	110
4. Cores primárias de luz e visão .....	111
5. Cores primárias de corantes .....	112
6. Reflexão, refração e absorção .....	114
7. A formação das sombras .....	115
8. Imagens em espelhos planos .....	117
9. Imagens em espelhos convexos .....	119
10. Imagens em espelhos côncavos .....	119
11. Refração da luz .....	121
Organização de ideias: mapa conceitual .....	122
Use o que aprendeu .....	123
Explore diferentes linguagens .....	123
Seu aprendizado não termina aqui .....	127
Isso vai para o nosso blog! – Importância das radiações eletromagnéticas .....	128

# SUMÁRIO

## UNIDADE C

### CAPÍTULO 7 CINEMÁTICA

<b>Motivação</b> .....	130
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	131
1. Algumas contribuições de Galileu Galilei .....	131
2. Conceitos introdutórios à Mecânica .....	131
3. Velocidade média .....	133
4. Velocidade instantânea .....	134
5. Movimento uniforme e movimento variado .....	135
6. Aceleração .....	135
7. Queda livre .....	136
8. Aceleração da gravidade .....	137
<b>Organização de ideias: mapa conceitual</b> .....	139
<b>Use o que aprendeu</b> .....	140
<b>Explore diferentes linguagens</b> .....	141
<b>Seu aprendizado não termina aqui</b> .....	143

### CAPÍTULO 8 DINÂMICA

<b>Motivação</b> .....	145
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	145
1. Massa: uma abordagem inicial .....	145
2. Grandezas escalares .....	146
3. Grandezas vetoriais .....	146
4. Força .....	148
5. Primeira Lei de Newton .....	150
6. Segunda Lei de Newton .....	151
7. Força peso .....	153

8. Força de tração .....	155
9. Medida da força peso .....	156
10. Terceira Lei de Newton .....	158
<b>Organização de ideias: mapa conceitual</b> .....	161
<b>Use o que aprendeu</b> .....	161
<b>Explore diferentes linguagens</b> .....	163
<b>Seu aprendizado não termina aqui</b> .....	164

### CAPÍTULO 9 GRAVITAÇÃO

<b>Motivação</b> .....	166
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	166
1. O conceito de força centrípeta .....	166
2. Força centrípeta e objetos em órbita .....	169
3. A Lei da Gravitação Universal .....	171
4. Geocentrismo versus heliocentrismo .....	171
5. Os planetas e o Sistema Solar .....	175
6. Sol, a nossa estrela .....	177
7. Galáxias .....	180
8. Sol e outras estrelas .....	182
9. Ciclo de vida das estrelas .....	186
<b>Organização de ideias: mapa conceitual</b> .....	193
<b>Use o que aprendeu</b> .....	193
<b>Explore diferentes linguagens</b> .....	194
<b>Seu aprendizado não termina aqui</b> .....	194
<b>Isso vai para o nosso blog! – Astronomia e Astronáutica</b> .....	195

## UNIDADE D

### CAPÍTULO 10

#### GENÉTICA E HEREDITARIEDADE

<b>Motivação</b> .....	197
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	197
1. Mendel e as ervilhas .....	197
2. Material genético .....	200
3. Cromossomos homólogos e número haploide .....	202
4. Cromossomos e reprodução humana .....	203
5. O que é Genética? .....	205
6. Alelos localizam-se em cromossomos homólogos .....	205
7. Genótipo .....	206
8. Fenótipo e influência do ambiente .....	207
9. Hereditariedade em humanos .....	210
10. Os grupos sanguíneos .....	211
11. Parecidos, mas geralmente diferentes! .....	212
12. Cromossomos sexuais .....	213
13. Doenças hereditárias e aneuploidia .....	214
<b>Organização de ideias: mapa conceitual</b> .....	217
<b>Use o que aprendeu</b> .....	217
<b>Explore diferentes linguagens</b> .....	218
<b>Seu aprendizado não termina aqui</b> .....	219

### CAPÍTULO 11

#### EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

<b>Motivação</b> .....	221
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	221
1. Fósseis: registros do passado .....	221
2. O conceito de evolução .....	222

3. A explicação lamarckista para a evolução .....	223
4. A explicação darwinista para a evolução .....	223
5. Como se formam novas espécies? .....	224
6. Evolução não é um processo individual .....	225
7. Darwin inspirou-se na seleção artificial .....	226
8. Árvores filogenéticas .....	227
9. A origem da vida .....	231

**Organização de ideias: mapa conceitual** .....

**Use o que aprendeu** .....

**Explore diferentes linguagens** .....

**Seu aprendizado não termina aqui** .....

### CAPÍTULO 12

#### DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

<b>Motivação</b> .....	242
<b>Desenvolvimento do tema</b> .....	243
1. Desenvolvimento sustentável .....	243
2. Ação humana e desequilíbrios ambientais .....	244
3. A importância das unidades de conservação .....	246
4. Recursos renováveis e recursos não renováveis .....	247
5. Ameaça aos recursos renováveis .....	250
6. O crescimento da população humana .....	250
<b>Organização de ideias: mapa conceitual</b> .....	254
<b>Use o que aprendeu</b> .....	254
<b>Explore diferentes linguagens</b> .....	254
<b>Seu aprendizado não termina aqui</b> .....	255
<b>Isso vai para o nosso blog! – As soluções começam conosco!</b> .....	256

**ALGUMAS PALAVRAS FINAIS AO ESTUDANTE** .....

**SUPLEMENTO DE PROJETOS** .....

**REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO COMENTADO** .....

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Retomada de temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade, algumas das propriedades que caracterizam substâncias
- Distinção entre substância e mistura de substâncias
- Transformação química
- Reagentes e produtos
- Lei de Lavoisier
- Lei de Proust
- Teoria Atômica de Dalton
- Elementos químicos e seus símbolos *versus* substâncias químicas e suas fórmulas
- Equação química

Nesta unidade, os estudantes conhecerão alguns modelos atômicos e o conceito de elemento químico. Diversas das habilidades da unidade temática *Matéria e energia* da BNCC, referentes ao 9º ano, têm seu desenvolvimento vinculado a esta unidade, sendo que o trabalho com algumas delas prossegue na unidade B.

Este capítulo se inicia com a retomada de alguns conceitos trabalhados no volume do 6º ano, de modo a propiciar a **todos** os estudantes, inclusive aos que porventura não estudaram esses temas anteriormente, os pré-requisitos necessários ao estudo do modelo atômico de Dalton.

A partir da conceituação macroscópica de reação química, o capítulo trabalha a Lei de Lavoisier (conservação da massa) e a Lei de Proust (proporções constantes) como generalizações de fatos experimentais. O texto *Em destaque* do item 5 permite aos estudantes entender a diferença entre *lei* e *teoria*, possibilitando discutir, na sequência, que a Teoria Atômica de Dalton é uma proposta para explicar as leis de Lavoisier e de Proust.

A seguir, o capítulo relata a composição de algumas substâncias, conduzindo à percepção de que a fórmula de uma substância expressa a sua composição, e explica a utilização de equações químicas para representar reações.

## UNIDADE A

### CAPÍTULO

# 1

## Reações químicas e Teoria Atômica de Dalton

A formação da ferrugem é um exemplo de reação química. Diversas reações químicas ocorrem conosco e ao nosso redor cotidianamente. Muitas delas são presenciadas pelo ser humano desde tempos imemoriais. Contudo, o verdadeiro entendimento das reações químicas só aconteceu a partir do século XVIII.

(Navio, abandonado em 1980, encalhado no litoral da Grécia. Em décadas de exposição ao meio ambiente, o ferro reagiu quimicamente com a água e o oxigênio, formando ferrugem, cuja coloração marrom-alaranjada característica é vista nessa foto de 2020.)



12

Os estudantes têm, ao final do capítulo, uma primeira aproximação ao conceito de elemento químico (no modelo de Dalton), que será aprimorado no capítulo seguinte, conduzindo à conceituação atual (na qual cada elemento químico corresponde a átomos com determinado número atômico).

### De olho na BNCC!

A imagem e o texto de abertura deste capítulo contribuem para o desenvolvimento da **competência específica 3**, pois, assim como em outras oportunidades posteriores neste capítulo, estimulam os estudantes a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e social, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Motivação

### EM DESTAQUE

CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
ECONOMIA

## Por que estudar Química?

“A Química está no centro de muitos assuntos de interesse público, como a melhoria de assistência médica, a conservação de recursos naturais, a proteção ao meio ambiente e o fornecimento de energia necessária para manter a sociedade funcionando. Com a Química, descobrimos e temos continuamente melhorado fármacos, fertilizantes, pesticidas, plásticos, painéis solares, LEDs e materiais de construção. Também descobrimos que algumas substâncias químicas são potencialmente prejudiciais à saúde ou ao ambiente. Isso significa que devemos nos certificar de que os materiais com os quais entramos em contato são seguros. Como cidadão e consumidor, é interessante que você entenda os efeitos, tanto positivos quanto negativos, que os produtos químicos podem ter, além de ser importante que tenha uma visão equilibrada a respeito dos usos que se podem fazer deles. [...]

Quem são os químicos e o que eles fazem? As pessoas que são graduadas em Química assumem diversas funções na indústria, no governo e na universidade. As que vão para a indústria trabalham em laboratórios, desenvolvendo novos produtos (pesquisa e desenvolvimento), analisando materiais (controle de qualidade), ou auxiliando os clientes na utilização dos produtos (vendas e serviços). Aquelas com mais experiência ou treinamento podem se tornar gerentes ou diretores. Os químicos como força de trabalho científica são peças-chave em governos (institutos nacionais de saúde, departamentos de energia e agência de proteção ambiental empregam químicos) e universidades. Além disso, uma graduação em Química prepara pessoas que queiram desenvolver uma carreira em ensino, [...] pesquisa biomédica, ciência da informação, trabalhos associados ao meio ambiente, vendas técnicas, agências reguladoras governamentais e direito de patentes.

Fundamentalmente, os químicos desempenham três papéis:

- (1) produzem novos tipos de matéria: materiais, substâncias ou combinações de substâncias com propriedades desejadas;
- (2) medem as propriedades da matéria;
- (3) desenvolvem modelos que explicam e/ou preveem as propriedades da matéria.

Um químico, por exemplo, pode trabalhar em um laboratório, buscando descobrir novos fármacos. Outro pode concentrar-se no desenvolvimento de instrumentos que meçam as propriedades da matéria em nível atômico. Outros químicos podem, ainda, utilizar materiais e métodos existentes para entender como os poluentes se deslocam no meio ambiente ou como os medicamentos são processados no corpo. Por fim, outro químico irá desenvolver uma teoria, escrever um código computacional e executar simulações de computador que ajudarão a entender como as moléculas se movem e reagem. A empresa [empreitada, atuação] química coletiva é uma mistura rica de todas essas atividades.”

Fonte: BROWN, T. L. et al. *Química: a ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016, p. 5-6.

### ATIVIDADE



#### Certifique-se de ter lido direito

Procure no dicionário qualquer palavra cujo significado não conheça.



WANIBERAKUE/SHUTTERSTOCK

Pesquisas químicas resultam em inúmeras aplicações benéficas para a sociedade, algumas das quais são comentadas no texto *Em destaque*. Muitos profissionais, hoje em dia, optam por alinhar seu projeto de vida com seus valores sociais, buscando atuar em ambientes que respeitam e valorizam a diversidade e a equidade social. A foto, em que uma profissional formada em Química faz anotações no laboratório onde trabalha, remete ao **protagonismo feminino**, que deve ser reconhecido e estimulado em todos os setores da sociedade.

13

## Motivação

Capacitar o estudante a ler e interpretar textos relacionados à ciência é uma das metas do curso de Ciências da Natureza.

Nos capítulos em que há textos de abertura na seção *Motivação*, é importante que eles sejam lidos em voz alta, em sala, e que cada uma de suas passagens seja comentada e explicada.

Preste atenção especial às palavras cujo significado os estudantes porventura não conheçam.

A leitura e a interpretação dos textos de outras fontes, presentes nesta obra, auxiliam os estudantes a compreender que a aquisição de informações de textos escritos requer leitura atenta, capacidade de concentração (foco) e cuidadosa interpretação.

Trata-se de conteúdo procedimental e, portanto, é a prática continuada que aprimora significativamente a capacitação do leitor.

## TCTs Economia e Ciência e Tecnologia

O texto *Em destaque* no início do capítulo abrange os Temas Contemporâneos Transversais **Trabalho** e **Ciência e Tecnologia**, respectivamente pertencentes às macroáreas **Economia** e **Ciência e Tecnologia**. O texto ajuda a elucidar a relevância da Química no contexto contemporâneo e fornecer uma visão do mundo do trabalho que pode influir nas escolhas alinhadas ao projeto de vida dos estudantes.

## Protagonismo da mulher

Aproveite a foto da química atuando no laboratório para enfatizar a necessidade de valorização do **protagonismo da mulher** nas diversas áreas de atuação social, artística e profissional. Aproveite para ressaltar a **igualdade** entre todas as pessoas, independentemente de fatores como sexo, religião, características individuais e condição socioeconômica, e que uma sociedade democrática e plural não pode tolerar preconceitos de nenhuma espécie.

## De olho na BNCC!

Ao explorar a importância da Química na sociedade e a atuação dos profissionais da área, o texto “Por que estudar Química?” favorece o desenvolvimento: da **competência geral 6**, pois incentiva o estudante a 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; e da **competência específica 4**, porque auxilia em avaliar aplicações e implicações políticas e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI01

“Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.”

Essa habilidade é desenvolvida nos capítulos 1 e 4. Neste capítulo 1, os estudantes retomarão as mudanças de fase e sua nomenclatura. Isso já foi abordado no volume do 6º ano (pois era necessário para caracterizar *substância química* e desenvolver habilidades como EF06CI01, EF06CI02 e EF06CI12) e é **retrabalhado** integralmente aqui para que **todos os estudantes tenham acesso aos pré-requisitos** para o restante do desenvolvimento da habilidade EF09CI01, no capítulo 4.

Os estudantes perceberão, neste capítulo, que as temperaturas de fusão e de ebulição possibilitam fazer previsões sobre a fase em que uma substância se encontra em função da temperatura (quando submetida à mesma pressão à qual se referem os dados de temperatura de fusão e de ebulição considerados).

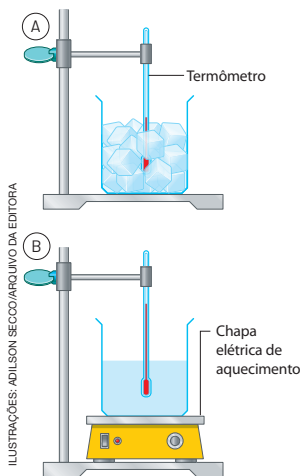
Algumas atividades deste capítulo envolvem situações em que os estudantes devem utilizar os conceitos adquiridos em contextos ligados a aplicações práticas (por exemplo, atividades 1 a 11 do *Explore diferentes linguagens*).

No capítulo 4, os aspectos submicroscópicos dessa habilidade serão desenvolvidos, e os estudantes serão capazes de usar modelos para explicar e representar mudanças de fase da matéria.

## Conteúdo atitudinal sugerido

- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.

Essa é uma atitude que se pretende desenvolver ao longo de todo o curso de Ciências e é bastante oportuna a este capítulo.



(Representações esquemáticas fora de proporção e em cores fantasiosas.)

### ATENÇÃO!

Por razão de segurança, para realizar qualquer experimento de Química você deve ter a **AUTORIZAÇÃO** e a **SUPERVISÃO** de seu professor.

(Representações esquemáticas fora de proporção e em cores fantasiosas.)

## Desenvolvimento do tema

### 1 Recordando mudanças de fase da água

Iniciamos este capítulo revisando alguns conceitos de grande importância para o estudo de Ciências no 9º ano. Neste item, vamos relembrar as mudanças que a água pode sofrer entre as fases sólida, líquida e gasosa.

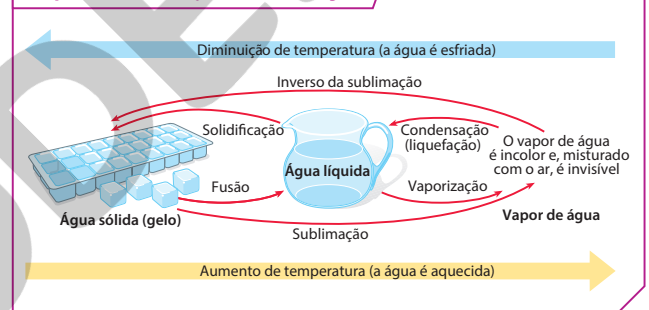
A figura A ilustra um recipiente de vidro contendo cubos de gelo que acabaram de ser retirados do freezer e estão a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (isto é,  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  abaixo de zero). A sala está localizada ao nível do mar e sua temperatura é de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Observando atentamente a indicação do termômetro para monitorar a temperatura do conteúdo do frasco, com o passar do tempo verifica-se que ela sobe gradualmente até chegar a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nessa temperatura, o gelo começa a derreter e, enquanto não derrete completamente, a temperatura não se altera, permanecendo no valor constante de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Após todo o gelo derreter, a temperatura volta a subir gradualmente até chegar a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a mesma da sala. A partir daí, ela se mantém constante.

A seguir, em uma segunda parte do experimento, essa água líquida a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  é aquecida com o auxílio da aparelhagem mostrada na figura B. Notamos que a temperatura sobe gradualmente até  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quando a água entra em ebulição. Enquanto a água permanece em ebulição, a temperatura mantém-se constante em  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Inicialmente, a água estava na fase sólida. Posteriormente, passou para a fase líquida e, finalmente, para a fase gasosa. As **mudanças de fase** (também chamadas **mudanças de estado de agregação**) recebem nomes conforme mostra o esquema a seguir:

### Esquema de mudanças de fase da água



A **vaporização**, passagem da fase líquida para a gasosa, pode ocorrer de forma lenta, na temperatura ambiente e sem a formação de bolhas, como no caso de uma roupa secando no varal. Nesse caso, a vaporização é denominada **evaporação**.

A vaporização também pode acontecer com a formação de bolhas durante o aquecimento do líquido. Nesse caso, é chamada **ebulição** (popularmente, *fervura*). A água, ao nível do mar, sofre ebulição na temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## De olho na BNCC!

Os itens deste capítulo, por abordarem temas introdutórios ao estudo da Química, contribuem para o desenvolvimento: da **competência geral 2**, pois fornecem subsídios aos estudantes para que possam exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, com base nos conhecimentos das diferentes áreas; e da **competência específica 2**, pois ajudam a compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos e práticas da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas e do mundo do trabalho.



A **temperatura de fusão (TF)** é uma temperatura característica na qual determinada substância sofre fusão (durante o aquecimento) ou solidificação (durante o resfriamento), a pressão constante. É também denominada **ponto de fusão (PF)**.

A **temperatura de ebulição (TE)** é uma temperatura característica na qual determinada substância sofre ebulição (durante o aquecimento) ou liquefação (durante o resfriamento), a pressão constante. Também é conhecida como **ponto de ebulição (PE)**.

No aquecimento ou no resfriamento de determinada substância, realizado a pressão constante, a temperatura permanece **constante** enquanto uma mudança de fase estiver se processando.

A temperatura de ebulição das substâncias pode variar bastante, dependendo da pressão atmosférica do local em que o experimento é realizado. A temperatura de fusão também varia, porém intensamente. A pressão atmosférica, por sua vez, se modifica sensivelmente com a altitude do local.

## 2 Recordando densidade

A **densidade** de uma amostra de matéria é uma grandeza que indica a massa presente no volume ocupado por essa amostra.

**Em palavras:** A densidade de um objeto ou de uma amostra de certo material ou substância é o resultado da divisão da sua massa pelo seu volume.

**Em equação:** densidade =  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$  ou  $d = \frac{m}{V}$

A unidade da densidade é composta de uma **unidade de massa dividida por uma unidade de volume**, por exemplo, em  $\text{g/cm}^3$ ,  $\text{g/L}$ ,  $\text{kg/L}$  etc.

A densidade de um mesmo material **depende da temperatura**. Uma mudança de temperatura provoca a dilatação (aumento de volume) ou a contração (diminuição de volume) do material, e isso interfere no valor da densidade. Alguns valores de densidade, a 25 °C, são apresentados na tabela.

**As mudanças de fase provocam mudanças na densidade de uma substância.** A água líquida, por exemplo, tem densidade  $1 \text{ g/cm}^3$ , e a água sólida (gelo) tem densidade  $0,92 \text{ g/cm}^3$ .

Densidade de algumas substâncias			
Substância	Densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) a 25 °C	Substância	Densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) a 25 °C
Ósmio	22,6	Alumínio	2,70
Platina	21,5	Cloreto de sódio	2,17
Ouro	19,3	Enxofre	2,07
Mercúrio	13,5	Água	1,00
Chumbo	11,3	Sódio	0,97
Prata	10,5	Lítio	0,53
Ferro	7,87		

Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE) de algumas substâncias, em graus Celsius (°C) (ao nível do mar)		
Substância	TF	TE
Tungstênio	3414	5555
Platina	1768	3825
Ferro	1538	2861
Ouro	1064	2836
Prata	962	2162
Cloreto de sódio	801	1465
Alumínio	660	2519
Chumbo	327	1749
Enxofre	95	445
Naftaleno	80	218
Água	0	100
Mercúrio	-39	357
Amônia	-78	-33
Cloro	-102	-34
Etanol	-114	78
Metano	-182	-162
Nitrogênio	-210	-196
Oxigênio	-219	-183
Hidrogênio	-259	-253

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 3-4ss e 4-44ss.

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 3-4ss e 4-39ss.

- **temperatura de ebulição** Temperatura constante em que uma substância líquida entra em ebulição, quando aquecida a pressão constante.

- **densidade** Relação (divisão, razão, quociente) entre a massa e o volume de um objeto ou de uma amostra de substância ou material.

Analise com os estudantes os dados apresentados na tabela de temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE) para algumas substâncias, destacando que esse valores são obtidos com as substâncias submetidas a uma pressão equivalente à pressão média do ar ao nível do mar, que é 1 atm (lê-se “uma atmosfera”).

Explique que, em outras pressões, esses valores são diferentes. As modificações da temperatura de ebulição com a variação de pressão são bastante expressivas, e a tendência verificada experimentalmente é que, quanto menor a pressão, menor a temperatura de ebulição da substância. Por isso, em altitudes superiores ao nível do mar (e, portanto, pressões menores que 1 atm), a ebulição da água ocorre abaixo de 100 °C.

Saliente também que os valores de temperatura de fusão e de temperatura de ebulição referem-se às substâncias puras (isto é, não misturadas com outras substâncias).

### Atividades

Após trabalhar o item 2 em sala de aula, proponha aos estudantes as atividades 1 a 16 da seção *Explore diferentes linguagens*.

## Itens 1 e 2

Retome com os estudantes os conceitos de temperatura de fusão (TF), temperatura de ebulição (TE) e densidade (d), já estudados no 6º ano.

Julgando conveniente, realize um trabalho ativo com terminologias, propondo aos estudantes que redijam as conceituações de *temperatura de fusão*, *temperatura de ebulição* e *densidade* e as incluam na lista de verbetes do *Amplie o vocabulário!* que será desenvolvida ao longo do ano letivo (consulte, na parte inicial deste Manual do professor, os comentários sobre a finalidade pedagógica dessa seção da obra e sobre como desenvolvê-la).

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **temperatura de fusão** Temperatura constante em que uma substância sólida funde, quando aquecida a pressão constante.

## Compreensão leitora

Saliente que, ao ler e estudar, os títulos frequentemente expressam ideias importantes. Neste capítulo, por exemplo, algumas das ideias-chave aparecem resumidas nos títulos. Além disso, palavras e expressões destacadas em itálico ou em negrito também enfatizam pontos que merecem a atenção do leitor.

### Item 3

Ao trabalhar esse item, atente que, nele, substância é caracterizada macroscopicamente (isto é, por suas propriedades macroscópicas) e não por meio da constituição em nível atômico-molecular.

A discussão sobre reações químicas foi iniciada no 4º ano, prevista na habilidade EF04CI03 (“Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis (como as mudanças de estado físico da água) e outras não (como o cozimento do ovo, a queima do papel etc.)”), e posteriormente retomada no 6º ano, na habilidade 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.)”). Assim, neste momento, é necessário retomar essa temática, complementando-a com as informações apresentadas no livro do estudante.

Se julgar oportuno, proponha aqui também um trabalho ativo com terminologias, sugerindo aos estudantes que redijam as conceituações de *reação química*, *reagente* e *produto* e as incluam na lista de verbetes do *Amplie o vocabulário!* que será desenvolvida ao longo do ano letivo. Redações possíveis são:

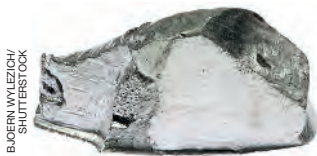
- **reação química** Processo em que uma ou mais substâncias se transformam em outra(s) substância(s).
- **reagente** Substância que, em uma reação química, se transforma em outra(s).

NEW AFRICA/SHUTTERSTOCK



A substância água, líquido incolor com TF = 0 °C, TE = 100 °C, d = 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

largura da amostra: 3 cm



A substância estanho, sólido cinza-metálico com TF = 232 °C, TE = 2586 °C, d = 7,29 g/cm<sup>3</sup>.

### 3 Recordando o que é reação química

Neste capítulo e nos três seguintes, são apresentados alguns temas fundamentais da **Química**, ciência que se ocupa fundamentalmente de estudar:

- a composição das *substâncias químicas*;
- as propriedades das *substâncias químicas*;
- as transformações que as *substâncias químicas* podem sofrer para formar outras substâncias químicas e as condições necessárias para favorecer ou impedir tais transformações.

Os químicos consideram que **uma substância é uma porção de matéria que tem propriedades bem definidas e que lhe são características**. Entre essas propriedades estão a temperatura de fusão (TF), a temperatura de ebulição (TE), a densidade (d), o fato de ser inflamável ou não, a cor etc.

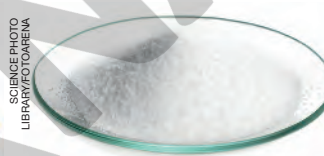
Duas substâncias diferentes podem, eventualmente, possuir algumas propriedades iguais, mas nunca todas elas.

largura da amostra: 8 mm



A substância ouro, sólido amarelo com TF = 1064 °C, TE = 2836 °C, d = 19,3 g/cm<sup>3</sup>.

largura da amostra: 9 cm



A substância brometo de potássio, sólido branco com TF = 734 °C, TE = 1435 °C, d = 2,74 g/cm<sup>3</sup>.

Quando uma ou mais substâncias transformam-se em uma ou mais substâncias diferentes, essa transformação é denominada **reação química**, ou **transformação química**.

Em outras palavras, **reação química é um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras**. Para saber se houve uma reação química, precisamos comparar as propriedades das substâncias presentes antes e depois da ocorrência da reação química.

Considere, por exemplo, que uma lata de alumínio vazia seja amassada. A substância inicialmente presente, o alumínio, possui exatamente as mesmas propriedades da substância presente no final, que também é o alumínio. Amassar a lata não é, portanto, uma transformação química, já que nenhuma nova substância foi formada.

Quando um objeto cai, uma folha de papel é rasgada, uma porção de areia é misturada à água, um giz é esmagado até virar pó e um prego é fincado na madeira, estamos diante de exemplos de transformações que **não** são reações químicas.

ATIVIDADE



ECONOMIA

#### Trabalho em equipe

A critério do professor, pode-se fazer uma **visita guiada** a uma indústria química.

O professor orientará previamente as equipes sobre como proceder (antes, durante e depois).

Para uma atividade **segura** e **proveitosa**, siga as recomendações!

16

- **produto** Na reação química, substância que resulta da transformação ocorrida com o(s) reagente(s).

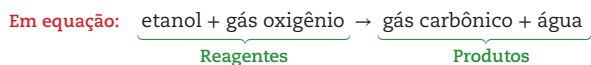
Aproveite a oportunidade propiciada pelo exemplo da reação química de combustão do etanol (ou álcool etílico, usado na desinfecção de superfícies e como combustível) para salientar que essa substância pode se inflamar facilmente na presença de calor, chama ou faíscas. Proponha uma reflexão individual (sem necessidade de manifestar-se em público): Na sua casa, as pessoas têm cuidado ao manusear e guardar etanol e outros produtos inflamáveis? A seguir, enfatize **atitudes de segurança** que as famílias devem ter quanto a materiais inflamáveis, mantendo-os longe de locais quentes, de chamas ou de aparelhos e interruptores elétricos (que podem produzir faíscas elétricas).

### Atividades

Após o item 2, tem-se um bom momento para as atividades 17 a 21 de *Explore diferentes linguagens*.

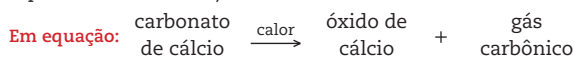
## Reagentes e produtos

As substâncias inicialmente existentes e que se transformam em outras devido à ocorrência de uma reação química são denominadas **reagentes**, e as substâncias nas quais se transformam são chamadas **produtos**. Assim, por exemplo, na combustão do etanol:



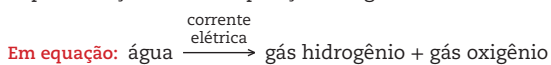
**Em palavras:** Os reagentes etanol e gás oxigênio reagem, transformando-se nos produtos gás carbônico e água.

Representação da reação de decomposição do carbonato de cálcio (componente do calcário):



**Em palavras:** O carbonato de cálcio sofre pirólise (decompõe-se pelo calor), transformando-se em óxido de cálcio e gás carbônico.

Representação da decomposição da água:



**Em palavras:** A água sofre eletrólise (decompõe-se sob ação da corrente elétrica), transformando-se em gás hidrogênio e gás oxigênio.

Certificar-se de que uma reação química ocorreu nem sempre é fácil. Às vezes, só é possível em laboratórios adequadamente equipados para separar componentes das misturas obtidas e determinar suas propriedades. Há algumas evidências que podem estar associadas à ocorrência de reações químicas, mas nem sempre estão. Considere alguns exemplos relevantes:

- liberação de calor – As combustões são reações químicas e, quando ocorrem, há liberação de calor. Contudo, quando vapor de água condensa ou água líquida solidifica também há liberação de calor pela água, e esses processos são transições de fase, não reações químicas.
- mudança de cor – Quando um alvejante é derrubado em uma roupa colorida, há uma reação química que transforma o corante da roupa em uma substância incolor ou de coloração diferente da inicial. Contudo, se misturarmos tinta azul e tinta amarela, veremos a coloração verde, mas não há reação química entre as tintas, apenas sobreposição de suas cores.
- mudança de odor – Quando frutas, carnes e outros alimentos apodrecem, ocorrem reações químicas em que substâncias presentes nos alimentos se transformam em outras, de odor diferente do original. No entanto, quando você destampa um frasco de perfume, sente um odor não porque tenha havido reação química; aconteceu evaporação de parte do perfume e o vapor chegou até o interior do seu nariz.
- liberação de gás – Ao jogar um comprimido efervescente em água há uma reação química que produz gás carbônico. Por outro lado, quando acontece a ebulição de uma substância, formam-se bolhas de vapor, mas não ocorre reação, e sim mudança de fase.



HOMEART/SHUTTERSTOCK

A combustão de querosene, gasolina, etanol, gás natural, diesel, madeira ou qualquer outro material combustível é exemplo de reação química que libera energia, como luz e calor. Na foto, lâmpião a querosene.



DOTZ/NEXIMAGE

Jeans manchado por água sanitária. É necessário tomar muito cuidado ao manusear esse material de limpeza, para que ele não tome contato com roupas coloridas. A substância hipoclorito de sódio, presente na água sanitária, reage quimicamente com os corantes das roupas, formando produtos de coloração diferente da inicial. O hipoclorito de sódio é usado na higienização de vasos sanitários, pois mata microrganismos que podem causar doenças. Além disso, é empregado (misturado com água na dosagem correta recomendada pelo fabricante) para clarear roupas brancas (efeito alvejante). O hipoclorito de sódio pode causar lesões na pele e nos olhos, razão pela qual não deve tomar contato com eles. Os vapores que sua solução aquosa libera são tóxicos e não devem ser inalados. Assim, ao utilizar água sanitária, deve-se mantê-la bem longe dos olhos e do nariz e usar luvas de borracha para proteger as mãos.

17

Prepare a lista de objetivos da visita e discuta-a com os estudantes. Inclua perguntas para direcionar as observações. Exemplos: Que produtos são fabricados? Que matérias-primas são usadas? De onde elas provêm? Que técnicas e que equipamentos são utilizados na produção? Para que tipo de consumidor a produção se destina? (Consumidores? Indústrias? No Brasil? No exterior?) Que profissionais trabalham na indústria? Que formação precisam ter para a contratação? Que treinamentos recebem?

Se, na sua região, não houver indústrias químicas que possam ser visitadas, uma opção é um laboratório de química (de universidade ou de empresa). Outra opção, relativamente frequente, são as farmácias de manipulação, que têm laboratórios e profissionais da área de química.

Durante a segunda etapa, a visita propriamente dita, **esteja atento a questões de segurança**. Os estudantes devem estar identificados e você e os demais agentes educacionais devem estar próximos deles o tempo todo, a fim de evitar quaisquer situações de risco. Lembre-se de que indústrias e laboratórios têm equipamentos delicados e quebráveis, vidrarias frágeis e dispositivos que funcionam sob aquecimento e/ou elevada pressão. Reforce com os estudantes, antes da visita e no seu decorrer, que não devem tocar em nada sem autorização nem se afastar do grupo.

Combine também previamente com os estudantes como as equipes deverão entregar os resultados solicitados na lista de objetivos. Estabeleça uma data e explique a forma de apresentação. (Pôster? Cartaz digital? Relatório escrito? Produção de um vídeo ou áudio para *podcast*? Postagem no *blog*? Apresentação em sala usando TDICs?) Explique com clareza que aspectos são esperados, como os estudantes serão avaliados e esclareça todas as dúvidas.

## Visita guiada

O *Trabalho em equipe* do item 3 propõe uma visita guiada a uma indústria química. Existem muitas opções que podem ser exploradas, por exemplo, nas áreas de polímeros, corantes e tintas, produtos hospitalares, medicamentos, cosméticos e fibras têxteis. Diversas empresas têm um departamento de relações públicas encarregado da comunicação entre a organização e o público. Em empresas de médio e grande porte, é comum que as ações desse setor da empresa incluam as visitas às suas instalações. Compareça previamente ao local e participe de uma dessas visitas. Registre o que puder (atentando, claro, às regras do local) em fotos, áudios e vídeos, a fim de utilizá-los para facilitar a roteirização. Atente, em especial, às explicações que serão dadas aos visitantes pelo profissional que os acolherá e guiará. Utilize o que obtiver nesse levantamento para estruturar a atividade conforme recomendado no texto *Visitas guiadas*, da parte inicial deste Manual do professor.

## TCT Economia

Prosseguindo com o que é abordado no texto “Por que estudar Química?”, do início do capítulo, a proposta de visita guiada do boxe *Trabalho em equipe* insere-se na temática **Trabalho** (da macroárea de TCTs **Economia**), pois, ao visitar uma indústria química (ou um laboratório químico ou uma farmácia de manipulação) que envolva aplicação da Química em processos de pesquisa e/ou de produção, os estudantes têm a oportunidade de tomar contato com especificidades dessa área ligadas ao mundo do trabalho.

### De olho na BNCCI

A proposta de visita guiada do boxe *Trabalho em equipe*, além de retomar o trabalho com as **competências específicas 2 e 3**, já citadas anteriormente neste capítulo do Manual do professor, estimula também o desenvolvimento da **competência geral 9**, no que diz respeito a 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.

### Itens 4 e 5

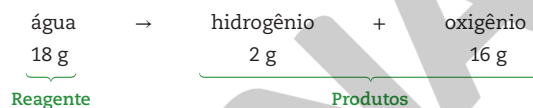
Ao trabalhar os conteúdos conceituais, note a importância dos itens 4 e 5 (leis, generalizações de resultados empíricos) na preparação para o item 6 (teoria que possibilitou a racionalização dessas leis).

Este capítulo mostra aspectos relevantes na história da Química. Importante enfatizarmos ao docente que alguns dos exemplos de substâncias e de reações aqui mostrados não foram conhecidos e/ou estudados nas épocas mencionadas. Esses exemplos foram escolhidos pela conveniência didática. Além disso, utilizamos a linguagem atual da Química.

## 4 A Lei da Conservação da Massa

O cientista francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) estudou diversos processos químicos. Entre suas contribuições, a mais conhecida foi enunciada por ele após realizar diversas reações químicas dentro de recipientes fechados. Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que a **massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual à massa inicial**.

Essa importante generalização é a **Lei da Conservação da Massa**, ou **Lei de Lavoisier**, que também pode ser enunciada de uma outra maneira: **quando uma reação química é realizada num recipiente fechado, a massa dos produtos é igual à massa dos reagentes**. Vejamos um exemplo:



Note que a massa do reagente (18 g) é igual à massa total dos produtos (2 g + 16 g = 18 g).

Mas por que Lavoisier escolheu recipientes fechados? Entre os reagentes e/ou entre os produtos de uma reação química podem existir substâncias gasosas, tais como o oxigênio, o hidrogênio e o gás carbônico. Se, por exemplo, uma substância gasosa for produzida numa reação, ela sairá espontaneamente do recipiente e sua massa não será medida pela balança como parte da massa final do sistema. Ao escolher recipientes fechados, Lavoisier eliminou dúvidas sobre a possível entrada ou saída de gases do sistema.

Há quem considere a Lei de Lavoisier o marco inicial da Química. Essa lei incorporou-se até mesmo aos “saberes populares”, sendo frequentemente enunciada como: **na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma**.

Nos séculos XVIII e XIX, cientistas verificaram que muitas substâncias podem ser decompostas. (Em uma reação de decomposição, um único reagente se transforma em dois ou mais produtos.) Água e carbonato de cálcio, por exemplo, são substâncias que podem ser decompostas, indicando que podem ser desmembradas em entidades químicas menos complexas. Por outro lado, nas condições experimentais utilizadas na época, substâncias como os gases hidrogênio, oxigênio e nitrogênio não se decompunham, sugerindo que já são constituídas de algo quimicamente elementar. Tais substâncias passaram a ser consideradas **substâncias elementares** e isso deu origem ao conceito de **elemento químico** que estudaremos oportunamente.



Comprimido efervescente reagindo com água, em copo aberto: exemplo de reação química em recipiente aberto e que, portanto, permite a saída do gás produzido. Devido a essa saída de gás, a massa final do sistema é menor que a massa inicial.

O final do item 4 menciona o conceito de elemento químico. Explique aos estudantes que, nas condições experimentais e analíticas utilizadas nos séculos XVIII e XIX, percebia-se que algumas substâncias podiam ser decompostas (reagir em reações químicas de decomposição) e outras não. Sob o ponto de vista do desenvolvimento histórico da Química, isso foi relevante porque suscitou experimentos e debates científicos relativos à busca das entidades elementares, entendendo-se o adjetivo **elementares**, nesse contexto, sob o ponto de vista de **composição química**, ou seja, havia uma busca pelos **elementos químicos** que constituíam as substâncias.

Neste momento do curso, é importante esclarecer ao docente que não estamos usando o adjetivo **elementares** nesse sentido (ou seja, não estamos falando em Física de partículas e em partículas elementares), mas no contexto do desenvolvimento do pensamento químico nos séculos XVIII e XIX, que, entre outras frentes de pesquisa, buscava pelos **elementos químicos**.

## 5 A Lei das Proporções Constantes

O estudo das reações de decomposição foi importante para que o francês Joseph-Louis Proust (1754-1826) descobrisse que as substâncias compostas têm uma **composição fixa**.

Usaremos como exemplo a substância água, que é composta dos elementos hidrogênio e oxigênio. Veja os seguintes dados experimentais, referentes à decomposição de amostras de diferentes massas de água:

Decomposição de:	água	→	hidrogênio	+	oxigênio
9 g de água	9 g		1 g		8 g
18 g de água	18 g		2 g		16 g
27 g de água	27 g		3 g		24 g
100 g de água	100 g		11,11 g		88,89 g

Vamos dividir a massa de hidrogênio pela massa de oxigênio de cada um desses experimentos. Fazendo isso, chegamos a uma mesma fração.

$$\frac{\text{massa de hidrogênio}}{\text{massa de oxigênio}} = \frac{1 \text{ g}}{8 \text{ g}} = \frac{2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{3 \text{ g}}{24 \text{ g}} = \frac{11,11 \text{ g}}{88,89 \text{ g}}$$

Esses dados revelam que a proporção entre os elementos que compõem a água permanece constante: a massa de oxigênio sempre é 8 vezes maior que a massa de hidrogênio. Em outras palavras, a **composição da água, em massa, é sempre de 1 parte de hidrogênio para 8 partes de oxigênio**.

Vejamos outro exemplo, o do gás carbônico:

Decomposição de:	gás carbônico	→	carbono	+	oxigênio
11 g de gás carbônico	11 g		3 g		8 g
22 g de gás carbônico	22 g		6 g		16 g
44 g de gás carbônico	44 g		12 g		32 g
100 g de gás carbônico	100 g		27,27 g		72,73 g

Dividindo a massa de carbono pela de oxigênio:

$$\frac{\text{massa de carbono}}{\text{massa de oxigênio}} = \frac{3 \text{ g}}{8 \text{ g}} = \frac{6 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{12 \text{ g}}{32 \text{ g}} = \frac{27,27 \text{ g}}{72,73 \text{ g}}$$

Assim, podemos afirmar que a **composição do gás carbônico, em massa, é sempre de 3 partes de carbono para 8 partes de oxigênio**.

Por meio de muitos estudos similares a esses, Proust concluiu que a **composição química das substâncias compostas é sempre constante, não importando qual sua origem**. Em outras palavras, uma certa substância composta, seja obtida de fontes naturais ou produzida em laboratório, sempre é formada pelos mesmos elementos químicos numa mesma proporção em massa. Essa generalização ficou conhecida como **Lei das Proporções Constantes**, ou **Lei de Proust**.

### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- Lei da Conservação da Massa
- Lei das Proporções Constantes

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **Lei da Conservação da Massa** Lei segundo a qual a massa inicial e a massa final de um recipiente fechado, dentro do qual ocorre uma reação química, são iguais.
- **Lei das Proporções Constantes** Lei segundo a qual a proporção entre os elementos que formam certa substância composta é sempre a mesma, não importando a origem dessa substância.

## Atividades

Após o item 5, as atividades 22 e 23 do *Explore diferentes linguagens* já podem ser realizadas.

## De olho na BNCC!

- EF09CI02

“Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.”

No item 5, os estudantes tomam contato com o fato de haver uma proporcionalidade entre as massas de reagentes e de produtos em uma reação química.

Esse conhecimento, aliado à conservação da massa (estudada no item 4), capacita os estudantes a realizar previsões como aquelas envolvidas nas atividades 22 e 23 do *Explore diferentes linguagens*.

Isso também possibilita a eles a compreensão de que as substâncias químicas apresentam composição constante (e que lhes é característica) e a percepção do embasamento experimental que Dalton usou para elaborar sua teoria.

Este capítulo também fornece condições para que os estudantes entendam como a Teoria Atômica de Dalton permitiu explicar a conservação da massa (Lei de Lavoisier) nas reações químicas e o fato de a composição das substâncias ser constante (Lei de Proust).

Substâncias como carbonato de cálcio e nitrato de amônio podiam ser decompostas. Outras, como gás nitrogênio, gás hidrogênio e gás oxigênio, não se decompunham, o que sugeria que são constituídas de entidades elementares. (Ao falar que não se verificou que essas substâncias se decompussem, estamos nos referindo às condições experimentais vigentes nas épocas mencionadas e na capacidade de análise de produtos então existente, ou seja, não estamos falando de situações suficientemente energéticas para que haja quebra de ligações covalentes e ionização de átomos originando plasma.) O desenvolvimento científico envolve a participação de muitos indivíduos, experimentação diversificada, elaboração e teste de hipóteses.

O que expusemos dá uma breve noção da linha de raciocínio que conduziu à conceituação de **elemento químico**, que será comentada a seguir, no contexto da Teoria de Dalton, e, no capítulo 2, em sua conceituação atualmente em uso.

Enfim, o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02** é relevante para a compreensão dos aspectos que tornaram a Teoria Atômica de Dalton conveniente para explicar relações ponderais (isto é, relações envolvendo proporções em massa), amplamente presentes na Química, e fornece aos estudantes pré-requisitos para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI03**, que se inicia neste capítulo e prossegue nos capítulos 2 e 3.

O texto “Não confunda lei com teoria” e o boxe *Trabalho em equipe* a ele adjacente oferecem oportunidade de continuar o desenvolvimento da **competência geral 2** e da **competência específica 2**.

Além disso, o texto e o boxe mencionados, junto com o item 6, auxiliam os estudantes a compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico, de modo que favorecem o desenvolvimento da **competência específica 1**.

## História da Ciência

A atividade proposta no *Trabalho em equipe* permite aos estudantes perceber o dinamismo da Ciência, evidenciando, entre outros aspectos, que o pensamento científico está permanentemente aberto ao questionamento e à reformulação, o que pode conduzir à reavaliação de opiniões e conclusões anteriores.

A atividade estimula os estudantes a desenvolver a capacidade de argumentar em exposições orais. (Aqui, pode ser útil ao docente o item *Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar*, da parte inicial deste Manual do professor.) Também auxilia na percepção de que as conquistas científicas normalmente são decorrência do trabalho de diversos membros da comunidade e não de atos isolados de personalidades singulares.

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Pesquem e relatem exemplos de teorias que foram modificadas ou substituídas na história das Ciências da Natureza.

Os resultados obtidos nessa pesquisa podem ser usados como argumentos para sustentar a afirmação “a Ciência é uma atividade colaborativa”? Expliquem.

### EM DESTAQUE

#### Não confunda lei com teoria

Após realizar muitos experimentos, um cientista ou grupo de cientistas pode perceber regularidades naturais. Toda vez que uma regularidade é descoberta, pode ser enunciada usando palavras e/ou equações matemáticas e passa a ser denominada **lei**, ou **princípio**.

Para uma lei ser válida, ela não precisa ser explicada; basta que seja observada por meio de muitos experimentos. Em outras palavras, uma lei generaliza um comportamento regular das coisas, é uma regra seguida pela natureza.

**Teoria**, por outro lado, é uma proposta de explicação para uma ou mais leis que seja aceita pelos cientistas, pelo menos durante certo período de tempo, como sendo a melhor maneira de explicar acontecimentos (fenômenos) observados.

Porém, graças à descoberta de novas leis ou de novos fatos que ela não explique satisfatoriamente, uma teoria pode ser aperfeiçoada ou, até mesmo, substituída por outra.

Elaborado com dados obtidos de: MCCAIN, K.; KAMPOURAKIS, K. *What is scientific knowledge? An introduction to contemporary epistemology of Science*. Nova York: Taylor & Francis, 2020.

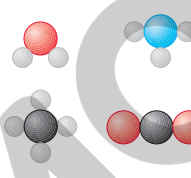
#### Átomos



#### Substâncias simples



#### Substâncias compostas



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Representação de átomos, substâncias simples e substâncias compostas na Teoria Atômica de Dalton. (Os átomos estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.)

Fonte: BURDGE, J. *Chemistry*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 8.

## 6 A Teoria Atômica de Dalton

Entre 1803 e 1808, o cientista inglês John Dalton (1766-1844) propôs uma teoria para explicar as leis enunciadas por Lavoisier e Proust. Essa teoria, que será comentada a seguir, ficou conhecida como **Teoria Atômica de Dalton**.

A palavra **átomo** vem do grego e significa “indivisível”. Ela foi usada pela primeira vez por alguns filósofos da Grécia Antiga que, com base em argumentos filosóficos, propunham que todas as porções de matéria são formadas por partículas muito pequenas e indivisíveis, os átomos. As ideias desses filósofos não foram muito além disso, porque não se fundamentavam em experimentos.

Dalton, ao contrário, baseou-se nos resultados de experimentos feitos por ele e por outros cientistas que o antecederam, entre eles Lavoisier e Proust. Alguns pontos da sua teoria são:

- Todas as substâncias são formadas por átomos.
- Os átomos de um mesmo elemento químico são iguais em suas características (por exemplo, tamanho e massa).
- Os átomos dos diferentes elementos químicos são diferentes entre si (por exemplo, possuem massas diferentes).
- As substâncias simples são formadas por átomos de um mesmo elemento químico.
- As substâncias compostas (também chamadas **compostos químicos**, ou simplesmente **compostos**) são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos diferentes, que se combinam sempre numa mesma proporção.
- Os átomos não são criados nem destruídos.
- Nas reações químicas, os átomos se recombinaem.

20

Marque uma data para que as equipes apresentem suas contribuições e organize uma divisão do tempo da aula para que todas possam se expressar, dentro do tempo estipulado por você. Dependendo do tamanho da turma, destine duas aulas à exposição. Combine antecipadamente o tempo, para que as equipes possam dividir com equidade sua atuação e ensaiar a apresentação, a fim de não exceder o tempo disponível. Insista para que elaborem um apresentação objetiva e não deixem de incluir a época em que os fatos relatados aconteceram, procurando contextualizá-los na história da humanidade por meio da menção de grandes eventos que ocorreram na época mencionada.

Ao final, faça um arremate retomando e salientando, dos pontos que foram expostos, aqueles que exemplificam que as Ciências envolvem um processo dinâmico, que o conhecimento científico é passível de reavaliação (é **provisório**), está associado à época, aos avanços e às limitações inerentes a ela (é **histórico**) e se insere em um arcabouço muito maior, que é o conhecimento humano (é **cultural**).

## 7 Símbolos e fórmulas

### Símbolos representam elementos

São conhecidos atualmente mais de 100 elementos químicos. Cada um deles tem um **nome** e um **símbolo** diferente. Os símbolos dos elementos são formados por uma ou duas letras. A primeira é sempre maiúscula e a segunda, caso exista, é sempre minúscula. O símbolo de um elemento vem de uma ou duas letras tiradas de seu nome em latim ou grego. Por causa disso, nem todos os símbolos têm relação lógica com o nome do elemento em português.

Símbolo de alguns elementos químicos							
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Alumínio	Al	Crômio	Cr	Iodo	I	Ouro	Au
Bromo	Br	Enxofre	S	Magnésio	Mg	Oxigênio	O
Cálcio	Ca	Ferro	Fe	Manganês	Mn	Platina	Pt
Carbono	C	Flúor	F	Mercúrio	Hg	Potássio	K
Cloro	Cl	Fósforo	P	Níquel	Ni	Prata	Ag
Cobre	Cu	Hidrogênio	H	Nitrogênio	N	Sódio	Na

### Fórmulas representam substâncias

Todas as substâncias são formadas por átomos. As **substâncias simples** são formadas por **átomos de um único elemento**, e as **substâncias compostas** são formadas por **átomos de dois ou mais elementos diferentes**.

As **moléculas** são entidades formadas pela união de dois ou mais átomos. Para representar as moléculas de uma substância, seja ela simples ou composta, os químicos utilizam **fórmulas**. Você já deve ter ouvido falar que a fórmula da água é  $H_2O$ . Outros exemplos de fórmulas usadas pelos químicos são  $CO_2$  (gás carbônico),  $N_2$  (gás nitrogênio),  $O_2$  (gás oxigênio),  $O_3$  (gás ozônio),  $C_2H_6O$  (etanol),  $C_6H_{12}O_6$  (glicose) e  $NH_3$  (amônia).

Na fórmula que representa a molécula de uma substância são colocados os símbolos dos elementos que tomam parte de sua composição e números, os **índices de atomicidade** (ou, simplesmente, **índices**), que indicam quantos átomos de cada elemento estão presentes na molécula. Se o índice de atomicidade não for escrito, é porque seu valor é 1. Assim, por exemplo:

- $O_2$  indica a substância cujas moléculas são formadas por dois átomos do elemento químico oxigênio.
- $O_3$  indica a substância cujas moléculas são formadas por três átomos do elemento químico oxigênio.
- $H_2O$  indica a substância cujas moléculas são formadas por dois átomos do elemento químico hidrogênio e um átomo do elemento químico oxigênio.
- $NH_3$  indica a substância cujas moléculas são formadas por um átomo do elemento químico nitrogênio e três átomos do elemento químico hidrogênio.

### Itens 6 a 9

Uma **teoria** corresponde a uma hipótese que foi proposta para explicar fatos e, explicando-os adequadamente, é aceita pela comunidade científica (pelo menos durante certo período de tempo, até que, à luz de fenômenos que não explique, precise ser aperfeiçoada ou substituída). A Teoria Atômica de Dalton permitiu explicar as leis de Lavoisier e de Proust. Como os átomos apenas se recombinaem durante uma reação química e não são destruídos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à de produtos (conservação da massa). Além disso, de acordo com ela, as moléculas de um composto químico são formadas por átomos unidos numa proporção bem definida de números inteiros (1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 2 : 3 etc.), explicando as proporções definidas. Isso lançou clareza na distinção entre substâncias compostas e misturas, já que as misturas não têm composição fixa, podendo apresentar proporção diversificada entre os seus constituintes.

#### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- lei
- teoria
- Teoria Atômica de Dalton

#### ATIVIDADE



#### Para fazer no seu caderno

Este é um **algoritmo** possível para escrever a fórmula de uma substância a partir de um modelo que representa sua molécula (um modelo molecular):

1. Escolha um dos elementos químicos presentes no modelo molecular.
2. Procure na tabela periódica o símbolo que representa esse elemento químico.
3. Escreva o símbolo desse elemento químico.
4. Escreva, à direita do símbolo, um índice (número subscrito) que indique quantos átomos desse elemento existem na molécula. Se o índice for "1", não precisa escrevê-lo.
5. Há um ou mais elementos ainda não considerados? Se houver, escolha um deles e repita as instruções a partir do passo 2. Crie um **fluxograma** que expresse esse algoritmo.

21

Assim, não importando qual seja a massa da amostra de determinado composto que consideremos, a proporção entre as massas dos átomos presentes será sempre a mesma (proporções constantes), pois tal proporcionalidade decorre da massa individual dos átomos e da relação de números inteiros em que eles se combinam.

Com a teoria de Dalton, pôde-se inferir que dois elementos podem, eventualmente, formar mais de um composto. De fato, diversos casos são conhecidos (como  $H_2O$  e  $H_2O_2$ ;  $SO_2$  e  $SO_3$ ;  $CO$  e  $CO_2$ ), muitos deles evidenciados durante o século XIX.

Percebe-se, aqui, o aspecto preditivo do raciocínio científico e a oportunidade de auxiliar os estudantes a "associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos" e "aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico" (BNCC, 2018, p. 323).

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **Lei Enunciado** (matemático ou textual) que expresse uma regularidade da natureza.
- **teoria** Proposta de explicação para uma ou mais leis que é aceita pela comunidade científica, pelo menos durante algum tempo.
- **Teoria Atômica de Dalton** Teoria que inclui as seguintes ideias: as substâncias são formadas por átomos de elementos químicos; átomos não são criados nem destruídos; nas reações químicas, os átomos se recombinaem.

### Atente!

Deixaremos o estudo das substâncias iônicas e das substâncias metálicas, que não são formadas por moléculas, para o capítulo 4.

## Noções de pensamento computacional

O boxe *Para fazer no seu caderno* do item 7 propõe uma atividade envolvendo pensamento computacional, algoritmo e fluxograma. (Veja o texto sobre pensamento computacional na parte inicial deste Manual do professor.)

Retome que um **algoritmo** é um conjunto de instruções sequenciais para executar procedimentos lógicos a fim de resolver um problema e que um algoritmo pode ser representado por meio de um **fluxograma**.

Os estudantes já têm conhecimento desses termos porque fazem parte da habilidade EF06MA04 de Matemática (que abrange “construir algoritmo em linguagem natural e representá-lo por fluxograma que indique a resolução de um problema simples”) e também porque já apareceram no volume anterior desta obra.

A atividade solicita a elaboração de um fluxograma a partir do algoritmo fornecido. Um exemplo de resposta possível é o seguinte:

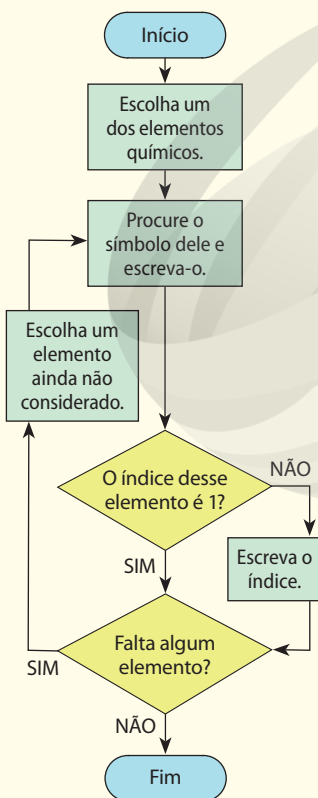


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

### ATIVIDADE A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

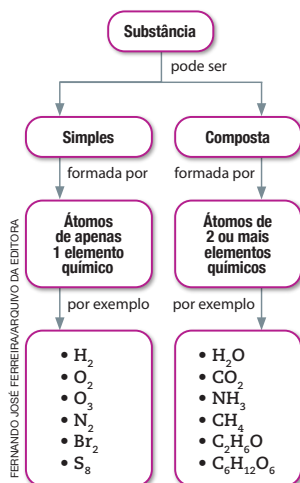
- símbolo
- fórmula
- índice ou índice de atomicidade

#### Distinção entre substância simples e substância composta considerando a composição química

A teoria de Dalton nos permite compreender por que as substâncias compostas podem ser decompostas em outras substâncias menos complexas, mas as substâncias simples não podem.

As **substâncias simples** são formadas por átomos de **apenas um elemento** e as **substâncias compostas**, por átomos de **dois ou mais elementos** (veja o mapa conceitual).

Assim, as substâncias simples são consideradas **substâncias elementares** porque têm em sua constituição átomos de **um único elemento químico**.



FERNANDO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

#### Esquema com modelos para moléculas de algumas substâncias

**Legenda para os átomos:**

- Hidrogênio
- Oxigênio
- Nitrogênio
- Carbono
- Bromo
- Enxofre

Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhares de vezes.

Fonte: Elaborado a partir de TRO, N. J. *Principles of Chemistry: a molecular approach*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 138-140.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

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

#### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **símbolo** Representação gráfica de um elemento químico.
- **fórmula** Representação gráfica de uma substância química.
- **índice ou índice de atomicidade** Número que indica a quantidade de átomos de um elemento na molécula de uma substância.

#### Atividades

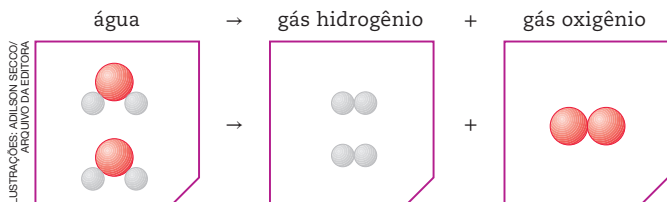
Ao final desse item 7, proponha aos estudantes a realização das atividades 24 a 27 do *Explore diferentes linguagens*.



## 8 Equação química

### Equação química representa reação química

Voltemos ao exemplo da decomposição da água. Levando em conta a composição das moléculas envolvidas, podemos **representar** essa reação da seguinte maneira:



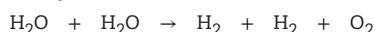
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliadas dezenas de milhões de vezes.

A água, o reagente, é formada por moléculas  $H_2O$ ; o gás hidrogênio e o gás oxigênio, os produtos, têm fórmulas, respectivamente,  $H_2$  e  $O_2$ . Assim, poderíamos representar a reação usando as fórmulas do reagente e dos produtos:



Nessa representação falta, porém, a proporção correta entre as quantidades de moléculas envolvidas.

Uma representação mais correta é:



ou seja,



Agora sim está expressa a verdadeira **proporção** entre as **quantidades de moléculas** que participam da reação.

Essa maneira de representar uma reação química é denominada **equação química**. O exemplo que acabamos de ver é a equação química que representa a decomposição da água.

Os números que indicam a proporção entre as quantidades de moléculas, numa equação química, são chamados **coeficientes**. Na equação anterior, o coeficiente da água é 2, o do gás hidrogênio é 2 e o do gás oxigênio é 1 (que não precisa ser escrito).

**Em equação:**  $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 + O_2$

**Em palavras:** Duas moléculas de água reagem, formando duas moléculas de gás hidrogênio e uma de gás oxigênio.

Outros exemplos de equações químicas são:

**Em equação:**  $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

**Em palavras:** Uma molécula de gás nitrogênio reage com três de gás hidrogênio, formando duas de amônia.

**Em equação:**  $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$

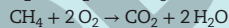
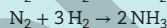
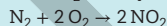
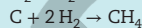
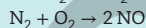
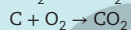
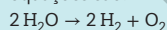
**Em palavras:** Uma molécula de etanol reage com três de gás oxigênio, formando duas de gás carbônico e três de água.

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Usando moedas de diferentes valores, fichas coloridas, bolinhas de massa de modelar, círculos de papel colorido, bolinhas de poliestireno expandido ou outro material que a imaginação sugerir, represente as moléculas dos reagentes e dos produtos das reações químicas cujas equações são:



A Teoria Atômica de Dalton é empregada, neste capítulo, para explicar a Lei da Conservação da Massa e a Lei das Proporções Constantes (item 9).

O desenvolvimento da habilidade EF09CI03 prosseguirá nos capítulos 2 e 3. No capítulo seguinte, os estudantes perceberão que há evidências experimentais que não são contempladas pelo modelo atômico de Dalton (carga elétrica, eletrização), que, em função disso, foi substituído. Isso vai ao encontro de desenvolver nos estudantes a percepção do dinamismo da Ciência.

Cabe, aqui, reforçar, nessa abordagem, a relevância da **competência específica 1**, que propõe compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

### Conteúdo

#### procedimental

#### sugerido

- Utilizar moedas, fichas ou bolinhas de poliestireno expandido para elaborar modelos que representem, em nível atômico-molecular, algumas reações químicas (não muito complexas).

Esse conteúdo é o que se pretende desenvolver com o primeiro *Trabalho em equipe* do item 8. O segundo pretende fazer com que essas representações não fiquem confinadas ao plano qualitativo, na medida em que enfoca a **conservação dos átomos**, e, por consequência, a proporcionalidade expressa pelos coeficientes estequiométricos.

A atividade 31 do *Explore diferentes linguagens* estende o trabalho desse conteúdo procedimental a outros exemplos de reações químicas.

Na realização da proposta dos dois boxes *Trabalho em equipe*, é fundamental que você atente a dois aspectos, a fim de favorecer a aprendizagem.

### De olho na BNCC!

#### • EF09CI03

“Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.”

Neste capítulo, os estudantes estabelecem um primeiro contato com uma concepção científica do átomo, no contexto da Teoria Atômica de Dalton. Você pode ampliar a discussão, comentando que essa teoria elucida a diferença de substâncias compostas e substâncias simples quanto à possibilidade de decomposição (veja comentário sobre os itens 4 e 5, neste capítulo). As **substâncias compostas** (compostos químicos ou, simplesmente, **compostos**) são passíveis de se decompor porque têm, em sua composição, mais de um elemento químico. Em última instância, elas podem ser decompostas nas **substâncias elementares** (substâncias simples correspondentes aos elementos químicos presentes).

Primeiro, saliente que se trata de um **modelo**, uma concepção representativa.

Independentemente da escolha do material (contas de plástico, bolinhas de massa de modelar ou qualquer outro considerado conveniente), é fundamental destacar que se trata de uma representação. Ressalte que as cores empregadas não são reais e que os átomos **não** são esferas rígidas, são assim representados no **modelo** de Dalton.

Um segundo aspecto importante que requer sua intervenção: quando ocorre o rearranjo da maneira como os átomos estão ligados, as moléculas de reagentes transformam-se em moléculas de produtos. Assim, é pedagogicamente conveniente não estimular as equipes a representar simultaneamente moléculas de reagentes e de produtos, mas, ao contrário, representar primeiro as moléculas de reagentes e, a partir delas, por rearranjo das esferas que representam os átomos, representar as moléculas de produtos. Isso auxilia na compreensão de que os **mesmos** átomos existentes nos reagentes estarão nos produtos, porém combinados de modo diferente.

### Use a internet

O simulador recomendado reforça as atividades propostas anteriormente, permitindo que os estudantes interajam para realizar o correto balanceamento de diversas reações químicas.

À medida que os estudantes modificam os coeficientes de reagentes e de produtos, o simulador apresenta os modelos moleculares na tela, possibilitando que eles percebam que o correto balanceamento de uma equação química está vinculado à conservação dos átomos. O simulador tem duas ferramentas que podem ser acionadas para ajudar a realizar o balanceamento.

Ele também apresenta jogos com três diferentes níveis de dificuldade.

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Verificar se, no trabalho em equipe proposto anteriormente, foi respeitado o princípio da conservação dos átomos.

### Use a internet

Explore o balanceamento de equações químicas no simulador disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html). Acesso em: 6 jun. 2022.



Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

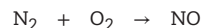
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

## Balanceamento de equações químicas

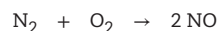
Analisando os exemplos de equações químicas mostrados, é possível perceber que o número de átomos de um certo elemento químico é igual nos reagentes e nos produtos. Isso porque os **átomos não são destruídos nem criados numa reação química**.

Quando escrevemos uma equação química, ela deve estar corretamente **balanceada**, ou seja, os coeficientes devem estar corretamente indicados. Caso contrário, não estará sendo respeitado o fato de os átomos se conservarem.

Veja, por exemplo, a equação química:

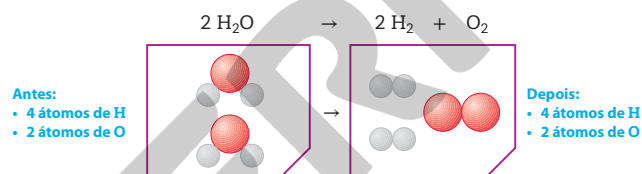


Ela não está corretamente balanceada, pois há menos átomos de nitrogênio (N) e de oxigênio (O) no lado do produto, mas ficará correta se colocarmos o coeficiente 2 na frente da fórmula NO.

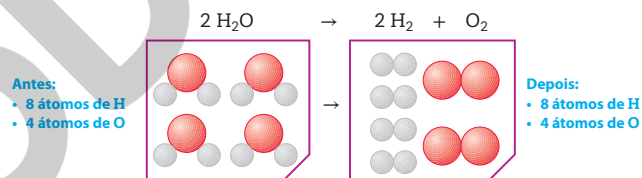


## 9 Explicação para as Leis de Lavoisier e de Proust

Numa reação química os átomos **apenas se recombinam**. Como os átomos não são destruídos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à dos produtos. Isso **explica a Lei de Lavoisier**.



As moléculas de determinada substância são formadas por **átomos unidos numa proporção bem definida**. Não importa a quantidade da substância que consideremos. A proporção em que os átomos estarão presentes será sempre a mesma, o que **explica a Lei de Proust**.



### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- equação química
- coeficiente (de uma equação química)

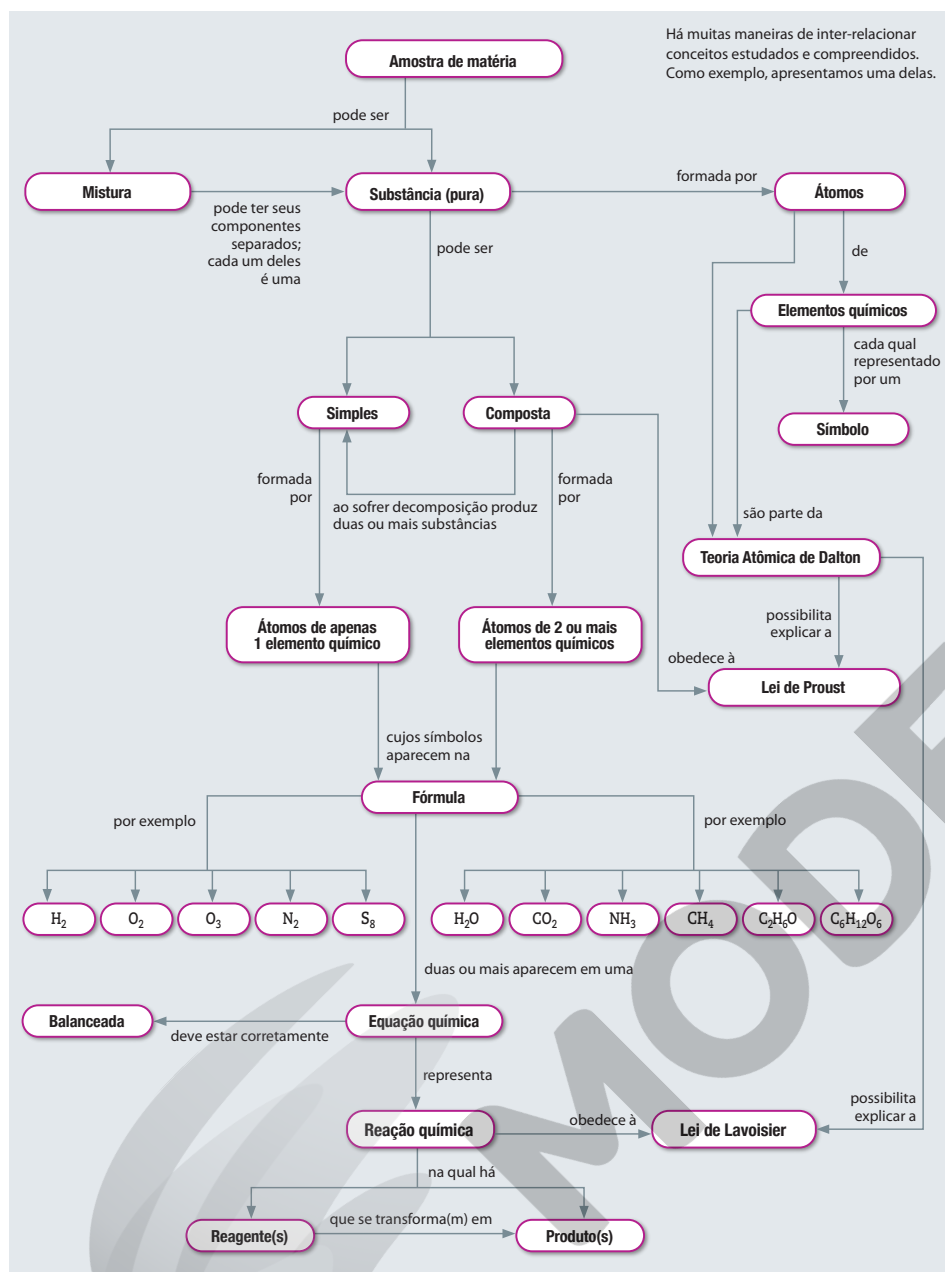
24

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **equação química** Representação gráfica para uma reação química.
- **coeficiente (de uma equação química)** Número colocado antes da fórmula de reagente ou produto para balancear uma equação química.  
Se considerar oportuno, proponha aos estudantes a inclusão de mais dois verbetes na atividade:
- **substância simples** Substância constituída de átomos de um único elemento químico. Exemplos são o gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e o enxofre ( $\text{S}_8$ ).
- **substância composta** Substância constituída de átomos de dois ou mais elementos químicos. Exemplos são a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e a sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ).

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



25

## Atividades

Ao final do item 9, os estudantes têm condições de fazer as atividades 28 a 31 do *Explore diferentes linguagens*.

## Projeto

O **Projeto 1** (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso. Ele ensina a fazer e utilizar uma “tinta invisível”, cujo funcionamento pode ser compreendido com o conceito de reação química.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, junto da respectiva ocorrência no final do livro do estudante.

## Interdisciplinaridade

Os professores de Ciências e Língua Portuguesa podem abordar o conceito de **polissemia**, que é a multiplicidade de sentidos que uma palavra pode ter.

Há diversos termos empregados em Ciência e Tecnologia que, no linguajar do dia a dia ou no de outras áreas específicas do conhecimento, têm significado diferente.

Neste capítulo, há vários termos científicos em que ocorre polissemia, tais como: lei, princípio, teoria, elemento e fórmula.

Essa abordagem interdisciplinar pode ser estendida para a busca de outros exemplos encontrados em Ciências da Natureza. Os colegas de outros componentes podem ser convidados para que a atividade se expanda também a eles.

## Respostas do Explore diferentes linguagens

1. A temperatura da substância no instante inicial (tempo igual a zero) era  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , correspondente ao ponto A no gráfico.
2. Nos trechos AB, CD e EF, à medida que o tempo passa, a temperatura da substância aumenta, ou seja, há aquecimento da substância.
3. Nos trechos BC e DE, a temperatura da substância permanece constante com o passar do tempo.
4. AB – Sólida  
CD – Líquida  
EF – Vapor
5. B – Sólida  
C – Líquida
6. D – Líquida  
E – Vapor

No trecho BC, acontece a **fusão** da substância, ou seja, ela passa da fase sólida para a fase líquida.

7. A temperatura de fusão dessa substância é  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (na pressão em que o experimento foi realizado). A amostra começou a fundir no instante 5 min e terminou de fundir no instante 15 min. Então, o intervalo de tempo necessário para a amostra fundir completamente foi de 10 minutos.
8. A temperatura de ebulição dessa substância é  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  (na pressão em que o experimento foi realizado). A ebulição começou no instante 35 min e terminou no instante 60 min. Portanto, o intervalo de tempo necessário para a amostra ebulir completamente foi de 25 minutos.
9. É de se esperar que a substância sofra **condensação** a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  e **solidificação** a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (nas condições de pressão em que o experimento foi realizado).



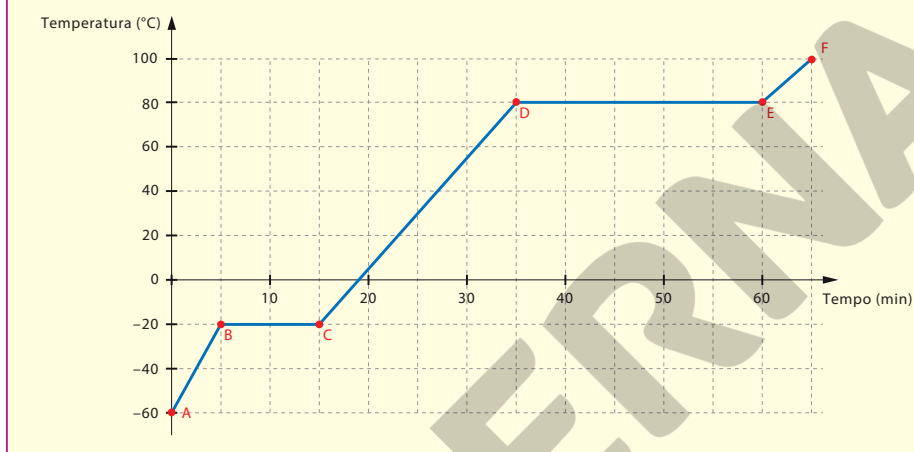
### Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

#### INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

Uma amostra de uma substância inicialmente sólida foi aquecida em laboratório, submetida à pressão atmosférica constante de uma cidade ao nível do mar. O gráfico representa a variação da temperatura em função do tempo, durante a realização do experimento.

#### Curva de aquecimento de uma substância pura em pressão atmosférica ao nível do mar



Fonte: Elaborado a partir de BROWN, T. L. et al. *Chemistry: the central science*. 15. ed. Nova York: Pearson, 2022. p. 536.

1. Qual era a temperatura da substância no tempo zero, isto é, quando o experimento começou? Qual ponto no gráfico (A, B, C, D, E) corresponde a essa situação?
2. Nos trechos AB, CD e EF, o que acontece com a temperatura da substância, à medida que o tempo passa?
3. O que ocorre com a temperatura da substância nos trechos BC e DE, enquanto o tempo passa?
4. Em que fase (sólida, líquida ou vapor) está a substância em cada um dos trechos que foram citados na atividade 2?
5. Em que fase está a substância no ponto B? E no ponto C? O que ocorre no trecho BC?
6. Em que fase está a substância no ponto D? E no ponto E? O que acontece no trecho DE?
7. Qual é a temperatura de fusão dessa substância (na pressão em que o experimento foi realizado)? Quanto tempo levou para a amostra fundir completamente?
8. Qual é a temperatura de ebulição dessa substância (na pressão em que o experimento foi realizado)? Quanto tempo levou para a amostra ebulir completamente?
9. Se uma amostra dessa substância, inicialmente em fase vapor a  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , for lentamente resfriada até  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nas mesmas condições de pressão em que foi realizado o experimento, a que temperatura é de se esperar que ela sofra **condensação**? E **solidificação**? Explique.

26

### TCT Ciência e Tecnologia

As atividades 10 e 17 propiciam abordar o TCT **Ciência e Tecnologia** (inserido na macroárea de mesmo nome), percebendo aplicações da Química, a fim de consolidar o conteúdo estudado no capítulo.

### De olho na BNCC!

As atividades da seção *Explore diferentes linguagens*, ao realizar propostas de interpretação de representações científicas, beneficiam o desenvolvimento da **competência geral 4**, que propõe utilizar diferentes linguagens, bem como conhecimentos das linguagens matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências e ideias em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

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

TABELA

A tabela apresenta as temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias, listadas em ordem alfabética. Utilize-a na realização das duas atividades a seguir.

10. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA** Uma engenheira está projetando uma peça metálica que será usada em um equipamento que operará a 300 °C e pressão atmosférica ao nível do mar.

Considerando apenas a temperatura de operação do equipamento como critério de seleção, quais dos metais — alumínio, cobre, estanho, ferro, gálio e níquel — poderiam ser usados para fazer a peça que está sendo projetada pela engenheira? Explique sua escolha.

11. Para a realização de um experimento de Química (em um laboratório situado ao nível do mar e adequadamente equipado para seguir todas as normas de segurança), é necessário que as substâncias água, benzeno, bromo e fenol estejam líquidas.

Deduza qual é a faixa de temperatura em que esse experimento deve ser realizado a fim de atender a essa exigência. Justifique sua resposta.

Nessa faixa de temperatura, em que fase estaria o iodo?

Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE) de algumas substâncias, em graus Celsius (°C), submetidas à pressão atmosférica ao nível do mar		
Substância	TF	TE
Água	0	100
Alumínio	660	2519
Benzeno	6	80
Bromo	-7	59
Cobre	1085	2560
Estanho	232	2586
Fenol	41	182
Ferro	1538	2861
Gálio	30	2229
Iodo	114	184
Níquel	1455	2913

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 3-4ss e 4-44ss.

GRÁFICO

O gráfico expressa a relação entre massa (m) e volume (V) para o níquel e para o titânio.

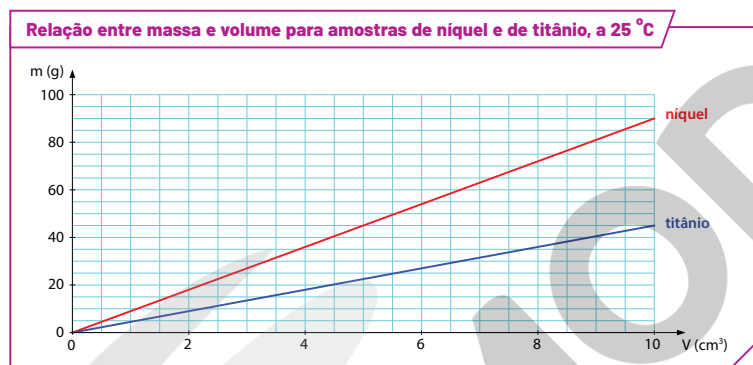


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

Fonte: Elaborado a partir de dados de HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 4-75 e 4-91.

12. Um pedaço de níquel e outro de titânio têm o mesmo volume. Qual tem maior massa?  
 13. Considerando amostras de níquel e titânio de mesma massa, qual tem maior volume?  
 14. Qual é a massa de um cubo maciço de níquel de volume 5 cm<sup>3</sup>?  
 15. Uma esfera maciça de titânio tem massa 45 g. Qual é o volume dessa esfera?  
 16. Qual dos dois metais é o mais denso? Quantas vezes ele é mais denso que o outro?

27

**Respostas do Explore diferentes linguagens (continuação)**

10. Poderiam ser utilizados os metais alumínio, cobre, ferro e níquel, pois apresentam temperatura de fusão superior a 300 °C e, portanto, são sólidos na temperatura de operação da máquina. (O gálio e o estanho não servem, pois estão líquidos a 300 °C.)  
 11. Das quatro substâncias citadas no enunciado, o fenol apresenta a maior temperatura de fusão (41 °C). Portanto, para garantir que todas as substâncias estejam líquidas, a temperatura mínima em que o experimento deve ser realizado é 41 °C.  
 Das quatro substâncias, o bromo apresenta a menor temperatura de ebulição (59 °C); então, para assegurar que todas elas estejam em fase líquida, a temperatura máxima em que o experimento deve ser feito é 59 °C.

Das quatro substâncias, o bromo apresenta a menor temperatura de ebulição (59 °C). Então, para assegurar que todas elas estejam em fase líquida, a temperatura máxima em que o experimento deve ser feito é 59 °C.

Assim, para que as quatro substâncias estejam líquidas, o experimento deve ser realizado entre 41 °C e 59 °C.

Nessa faixa de temperatura, o iodo é sólido, pois só funde a 114 °C.

12. Fixando-se um valor qualquer no eixo x (isto é, fixando-se um volume), a leitura do gráfico revela que o pedaço de níquel apresenta maior massa.

13. Fixando-se um valor no eixo y (isto é, fixando-se uma massa; é conveniente que ela seja menor que 45 g, para dar leitura nas duas retas dentro da faixa de volumes apresentada), a leitura do gráfico revela que o pedaço de titânio tem maior volume.

14. Considerando 5 cm<sup>3</sup>, no eixo x do gráfico, é possível ler que a massa que corresponde a esse volume de níquel é 45 g.

15. Considerando 45 g, no eixo y do gráfico, é possível ler que o volume que corresponde a essa massa de titânio é 10 cm<sup>3</sup>.

16. Comparando os dois metais, concluímos que o níquel é duas vezes mais denso que o titânio. Utilizando os exemplos de leitura do gráfico das atividades 14 e 15, podemos calcular a densidade dos dois metais. Uma amostra de 45 g de titânio apresenta volume 10 cm<sup>3</sup> e, portanto, a densidade do titânio é 4,5 g/cm<sup>3</sup>. No caso do níquel, uma amostra de 45 g tem 5 cm<sup>3</sup> de volume e, assim, a densidade do níquel é 9,0 g/cm<sup>3</sup>, o dobro da densidade do titânio.

17. a) Os sinais de mais (+) existentes nas equações podem ser lidos como “e”.

b) A seta (→) indica que as substâncias representadas à esquerda dela transformam-se na(s) substância(s) representada(s) à direita.

c) Primeira equação:  
Carbono e oxigênio reagem formando monóxido de carbono.

Segunda equação:  
Óxido ferroso e monóxido de carbono reagem formando ferro e dióxido de carbono.

d) Os reagentes da primeira reação são carbono e oxigênio, e os da segunda são óxido ferroso e monóxido de carbono.

e) O produto da primeira reação é monóxido de carbono, e os produtos da segunda são ferro e dióxido de carbono.

18. As oito substâncias citadas são: nitrato de amônio, óxido nitroso, água, nitrito de amônio, nitrogênio, amônia, hidrogênio, oxigênio.

19. Nitrato de amônio, nitrito de amônio, amônia, óxido nitroso e água.

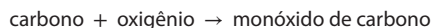
20. São substâncias simples: (gás) nitrogênio, (gás) hidrogênio e (gás) oxigênio. A conclusão fundamenta-se no fato de essas substâncias não se decomporem em outras e estas, por sua vez, são substâncias elementares ou podem ser novamente decompostas até que se obtenham substâncias elementares.

21. O **nitrato de amônio** é composto dos elementos nitrogênio, hidrogênio e oxigênio; o **nitrito de amônio** é composto de nitrogênio, de hidrogênio e de oxigênio; a **água** é composta de hidrogênio e de oxigênio; a **amônia** é composta de nitrogênio e de hidrogênio; o **óxido nitroso** é composto de nitrogênio e de oxigênio.

#### EQUAÇÕES QUÍMICAS

#### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

17. A siderurgia é o ramo da indústria que visa à obtenção de ferro a partir de minérios de ferro. Um desses minérios, denominado hematita, contém a substância óxido ferroso. Nas indústrias siderúrgicas, além do minério, também é empregado carvão, que é constituído da substância carbono. Duas reações químicas que ocorrem nos fornos siderúrgicos podem ser representadas pelas equações químicas a seguir:



a) Explique o significado dos sinais de mais (+) que aparecem nessas equações.

b) Esclareça o que a seta (→) indica nessas equações.

c) Expresse, com palavras, o que cada uma das equações químicas representa.

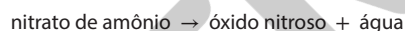
d) Quais são os reagentes de cada uma das duas reações químicas?

e) Quais são os produtos dessas duas reações químicas?

#### INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTOS

Em uma série de experimentos químicos, seguindo todas as normas de segurança laboratorial, as substâncias nitrato de amônio, nitrito de amônio e amônia foram submetidas a condições que provocaram sua decomposição.

Os resultados estão expressos a seguir:



Duas das substâncias produzidas foram submetidas a condições adequadas para serem decompostas, e os resultados foram:



Testando as substâncias nitrogênio (ou gás nitrogênio), hidrogênio (ou gás hidrogênio) e oxigênio (ou gás oxigênio), os químicos verificaram que elas não se decompõem em nenhuma circunstância.

Fundamentado nessas informações, realize as atividades 18 a 21.

18. No texto, foram citadas **oito** substâncias. Relacione o nome delas em seu caderno.

19. Quais das oito substâncias relacionadas podem ser decompostas em outras substâncias?

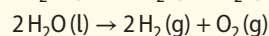
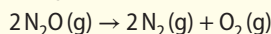
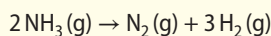
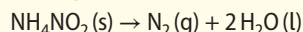
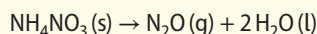
20. Quais das oito substâncias relacionadas são constituídas de mais de um elemento químico (isto é, são **substâncias compostas**, ou **compostos químicos**)? Justifique.

21. Deduza quais são os elementos que compõem (isto é, que fazem parte da composição, da constituição química de) cada uma das substâncias respondidas na atividade 19.

28

Note que a atividade está fundamentada nas informações fornecidas e **não** requer o conhecimento das fórmulas representativas das substâncias envolvidas.

Para conhecimento do docente, as fórmulas são: nitrato de amônio:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; nitrito de amônio:  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ; amônia:  $\text{NH}_3$ ; óxido nitroso:  $\text{N}_2\text{O}$ ; água:  $\text{H}_2\text{O}$ ; (gás) nitrogênio:  $\text{N}_2$ ; (gás) hidrogênio:  $\text{H}_2$ ; e (gás) oxigênio:  $\text{O}_2$ . E as equações químicas que representam as reações mencionadas são:



PROPORÇÃO MATEMÁTICA

22. Os seguintes dados referem-se à decomposição da amônia:

Decomposição de:	amônia	→	nitrogênio	+	hidrogênio
17 g de amônia	17 g		?		3 g
34 g de amônia	34 g		28 g		?
51 g de amônia	51 g		?		9 g

a) Use a Lei de Lavoisier para prever os valores que faltam e registre-os no seu caderno.

b) Mostre que os valores obtidos obedecem à Lei de Proust.

23. O metano, também conhecido como “gás dos pântanos”, é uma substância composta pelos elementos carbono e hidrogênio. Considerando os dados a seguir, referentes à decomposição de diferentes quantidades desse gás, faça o que se pede nos itens a, b e c.

Decomposição de:	metano	→	carbono	+	hidrogênio
4 g de metano	4 g		3 g		x
8 g de metano	8 g		6 g		?
12 g de metano	12 g		9 g		?
16 g de metano	16 g		?		?
20 g de metano	20 g		?		?
100 g de metano	100 g		?		?

a) Determine o valor de x e explique como chegou a ele.

b) Copie os dados em seu caderno e determine os valores que devem ser colocados no lugar das interrogações. Explique o raciocínio que você usou para chegar a eles.

c) Com base na resposta do item anterior, pode-se afirmar que a composição do metano, em massa, é de 75% de carbono para 25% de hidrogênio? Explique.

REPRESENTAÇÕES QUÍMICAS

24. O ácido nítrico, representado por  $\text{HNO}_3$ , é muito útil na indústria química, especialmente na produção de fertilizantes.

a) As indicações “H”, “N” e “O”, que aparecem nessa representação, são símbolos químicos ou fórmulas químicas? O que indicam?

b) A representação “ $\text{HNO}_3$ ” é um símbolo químico ou uma fórmula química? O que representa?

c) De acordo com essa representação, quantos átomos e quantos elementos formam a molécula do ácido nítrico?

MODELO CIENTÍFICO

25. Um dos assuntos deste capítulo é a interpretação de modelos que representam as substâncias em nível molecular.

As perguntas dos itens a seguir referem-se à interpretação dos desenhos a seguir, nos quais esferas de uma mesma cor representam átomos de um mesmo elemento químico,

e esferas de cores diferentes representam átomos de elementos distintos. Responda, justificando, qual(is) dos modelos representa(m):

- a) substância pura simples;
- b) substância pura composta;
- c) mistura de substâncias.

terminados pela Lei de Lavoisier (como em a):

**carbono + hidrogênio**

3 g	1 g
6 g	2 g
9 g	3 g
12 g	4 g
15 g	5 g
75 g	25 g

c) A última linha permite afirmar que 100 g de metano contém 75 g de carbono e 25 g de hidrogênio. Portanto, a afirmação é correta.

24. a) Símbolos químicos; representam elementos:

- H: indica hidrogênio;
- N: indica nitrogênio;
- O: indica oxigênio.

b) Fórmula química, que representa a molécula da substância: nela, há um átomo de hidrogênio, um de nitrogênio e três de oxigênio.

c) 5 átomos / 3 elementos.

25. Correspondem a substâncias puras aquelas amostras formadas pelo mesmo tipo de molécula, o que está mostrado apenas nos desenhos 1, 2, 3 e 4.

a) Quando as moléculas de uma substância pura são formadas por átomos de um mesmo elemento químico, trata-se de uma substância pura e simples. Isso corresponde aos desenhos 2 e 3.

b) Quando as moléculas de uma substância pura são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos, trata-se de uma substância pura e composta. Isso corresponde aos desenhos 1 e 4.

c) Misturas de substâncias estão representadas nos desenhos 5, 6, 7 e 8, em que há dois ou mais tipos diferentes de moléculas. Cada tipo de molécula representa uma substância componente da mistura.

22. a) Os valores que faltam podem ser obtidos igualando-se a soma das massas de nitrogênio e hidrogênio (produtos) à massa de amônia (reagente):

1ª linha: 14 g

2ª linha: 6 g

3ª linha: 42 g

b) A relação (divisão) entre as massas de nitrogênio e de hidrogênio,

$$\frac{\text{massa de nitrogênio}}{\text{massa de hidrogênio}}, \text{ é constante: } \frac{14 \text{ g}}{3 \text{ g}} = \frac{28 \text{ g}}{6 \text{ g}} = \frac{42 \text{ g}}{9 \text{ g}}$$

23. a) O valor de x pode ser obtido pela Lei de Lavoisier:  $x = 1 \text{ g}$

b) Os demais valores podem ser determinados pela Lei de Proust, usando a primeira linha como referência; os valores que faltam na segunda e na terceira linhas também podem ser de-

26. a) Hidrogênio: H  
Flúor: F  
Oxigênio: O  
Carbono: C

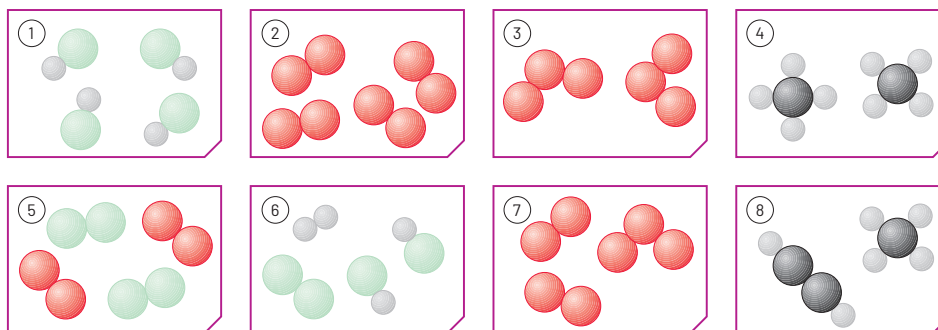
- b) 1. HF  
2. O<sub>2</sub>  
3. O<sub>3</sub>  
4. CH<sub>4</sub>  
5. F<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>  
6. H<sub>2</sub>, HF e F<sub>2</sub>  
7. O<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>  
8. CH<sub>4</sub> e C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

Não há, em princípio, obrigatoriedade de os estudantes “adivinharem” a ordem em que habitualmente escrevemos os elementos químicos nas fórmulas. Assim, se algum estudante escrever H<sub>4</sub>C em vez de CH<sub>4</sub>, ele estará correto à luz das informações de que dispõe.

É interessante comentar que há um costume para a ordem dos símbolos na fórmula e que você vai usá-la em sala, para os estudantes se habituarem a ela. Não há razão, porém, para cobrar tal conhecimento no 9º ano. Interpretar corretamente a quantidade e a diversidade de átomos numa molécula já é um importante passo para esse nível de escolaridade. Este comentário é extensivo às próximas atividades.

27. 1) HCl      11) SO<sub>2</sub>  
2) H<sub>2</sub>O      12) SO<sub>3</sub>  
3) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>    13) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
4) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>      14) CH<sub>4</sub>O  
5) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>      15) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>  
6) NO        16) NH<sub>3</sub>  
7) N<sub>2</sub>O       17) N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
8) NO<sub>2</sub>      18) Cl<sub>2</sub>O  
9) CO        19) HClO<sub>3</sub>  
10) CO<sub>2</sub>     20) CH<sub>3</sub>Cl

28. a) Reagentes: NO e O<sub>2</sub>.  
Produto: NO<sub>2</sub>.  
b) No desenho inicial, há 4 moléculas de NO e 2 moléculas de O<sub>2</sub>. No desenho final, há 4 moléculas de NO<sub>2</sub>. Assim, concluímos que 4 moléculas de NO e 2 moléculas de O<sub>2</sub> se transformaram em 4 moléculas de NO<sub>2</sub>.



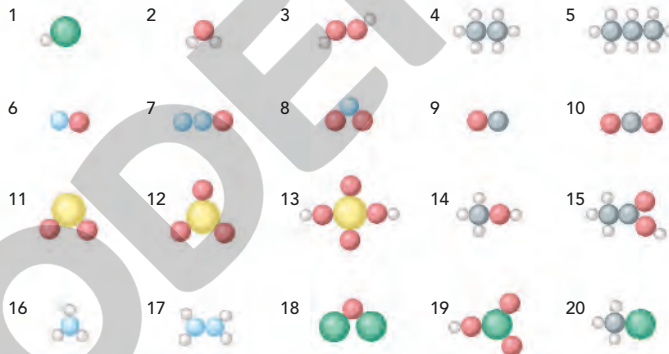
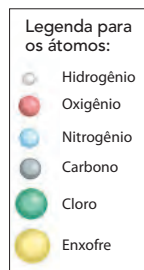
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

26. Para os modelos da atividade anterior, considere a legenda:



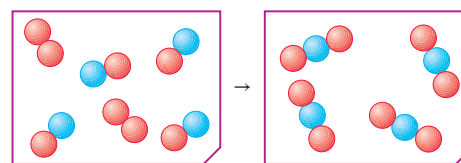
- a) Procure no texto deste capítulo o símbolo de cada um desses elementos químicos e escreva-os em seu caderno.  
b) Escreva a fórmula da(s) substância(s) representada(s) em cada um dos desenhos de 1 até 8 da atividade anterior.

27. Considerando o código ilustrado na legenda, escreva a fórmula que representa cada uma das seguintes moléculas.



28. Este esquema representa um sistema antes e depois de uma reação química. As esferas vermelhas indicam átomos de oxigênio, e as azuis, átomos de nitrogênio.

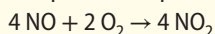
- a) Escreva as fórmulas dos reagentes e do produto.  
b) Represente a reação que ocorreu por meio de uma equação química. Não se esqueça de balanceá-la.



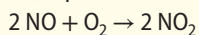
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

30

Isso pode ser equacionado como:



Mas, buscando a simplicidade dos menores números inteiros, podemos (de modo mais adequado) representá-la como:



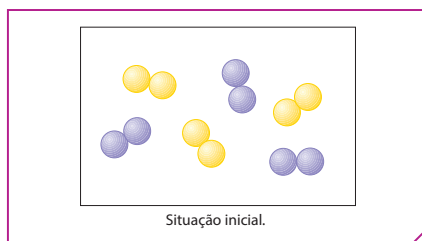
29. No sistema inicial, há 6 átomos do elemento representado em roxo – vamos adotar para ele o símbolo R – e 6 do representado em amarelo – vamos adotar para ele o símbolo A.

Assim:

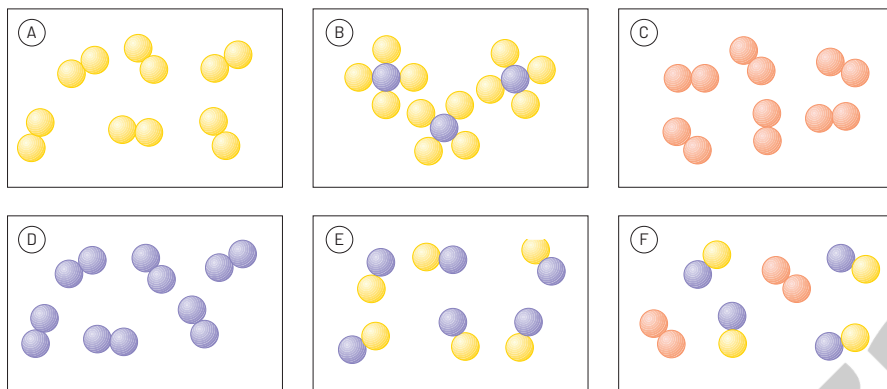
- A. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de R e apareceram átomos de A.



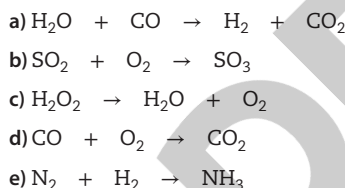
29. Nos desenhos, esferas de mesma cor indicam átomos de um mesmo elemento químico e esferas de cores diferentes, átomos de elementos distintos. O desenho da situação inicial representa moléculas inicialmente presentes em um sistema. Após uma reação química envolvendo essas moléculas, sabe-se que o sistema final corresponde a um dos desenhos de A a F. Analise-os e conclua qual deles corresponde à situação final do sistema. Justifique, para cada um dos desenhos, por que ele pode ou não representar a situação final.



Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.



30. Equação química é uma representação para determinada reação química. Como foi visto neste capítulo, todos os átomos presentes nos reagentes devem estar presentes nos produtos. Verifique se cada uma das equações químicas está balanceada e, no caso de não estar, faça o balanceamento.



#### MODELO CIENTÍFICO

31. No seu caderno, represente cada uma das reações químicas equacionadas na atividade anterior. Utilize esferas coloridas para representar os átomos; uma cor para cada elemento químico.

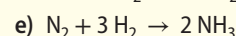
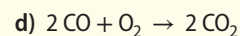
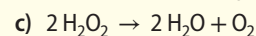
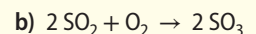
#### Seu aprendizado não termina aqui

Neste capítulo, você estudou que a decomposição da água produz gás oxigênio e gás hidrogênio, e que este último é combustível e oferece sério risco de explosão. Apesar disso, já há muitos estudos para o desenvolvimento

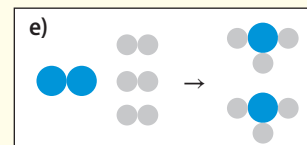
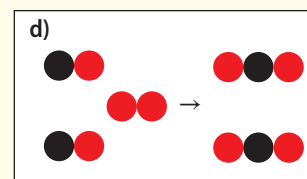
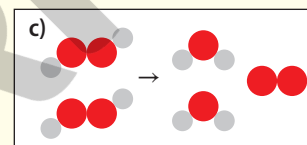
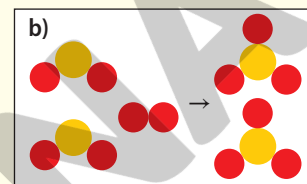
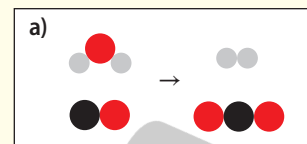
de uma tecnologia segura para aproveitar o gás hidrogênio como combustível em automóveis. Nos próximos anos, é bastante provável que novidades sejam anunciadas. Esteja atento às notícias sobre isso.

- B. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de R e apareceram átomos de A.
- C. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de R e de A e, além disso, apareceram átomos de um outro elemento (que está representado em outra cor).
- D. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de A e apareceram átomos de R.
- E. **Pode** representar a situação final, porque a quantidade dos átomos se mantém inalterada; os átomos apenas se recombinaram, de moléculas de  $\text{R}_2$  e  $\text{A}_2$  em moléculas de  $\text{RA}$ .
- F. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de R e de A e, além disso, apareceram átomos de outro elemento.

30. a) Já está balanceada.



31. Exemplos de respostas estão a seguir. A legenda é:



#### De olho na BNCC!

A seção *Seu aprendizado não termina aqui* volta a oportunizar o desenvolvimento da **competência específica 4**, já mencionada neste capítulo.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Interação entre cargas elétricas
- Eletrização por atrito
- Condutores elétricos e isolantes elétricos
- Eletrização por contato
- Aterramento de um objeto
- Descargas elétricas
- Noções sobre a época em que foram descobertos elétron, próton e nêutron
- Modelo atômico proposto por Rutherford
- Número atômico
- Número de massa
- Conceituação moderna de elemento químico
- Isótopos
- Estrutura da tabela periódica: períodos e grupos
- Metais e não metais
- Elementos representativos, de transição e de transição interna

Podemos reconhecer, dentro do capítulo, dois grandes blocos de conteúdos conceituais, que, por sua vez, podem ser subdivididos em outros menores.

O primeiro deles aborda as cargas elétricas e suas interações. Suas subdivisões são três:


- Na primeira, mostra-se a eletrização por atrito e introduzem-se os conceitos de carga elétrica e de interação entre cargas. O livro não faz um tratamento quantitativo da força elétrica (Lei de Coulomb, assunto tradicionalmente abordado no Ensino Médio).
- Na segunda, são apresentados os conceitos de isolante elétrico, de condutor elétrico e de eletrização por contato.
- Na terceira, o capítulo discute o que é o aterramento de um objeto e o que são as descargas elétricas (propiciando a compreensão da origem dos raios e também dos choques que uma pessoa pode levar quando está eletrizada e toca em objetos metálicos).

### CAPÍTULO

# 2

## Cargas elétricas e modelo atômico de Rutherford

GEOFF SMITH/LAMY/FOTORENA



Durante o voo, a abelha sofre eletrização. Ao pousar na flor, o pólen adere ao inseto porque ele está eletrizado. O que é eletrização? Como algo pode se eletrizar? Que relação existe entre a eletrização e os átomos que constituem os materiais? (Abelha da espécie *Apis mellifera* coberta de grãos de pólen, em flor da planta *Osteospermum ecklonis*, conhecida como margarida-do-cabo. Foto tirada em Sussex, no Reino Unido. Comprimento do animal: 1,3 cm.)

32

O segundo grande bloco aborda o modelo atômico de Rutherford, apresenta a conceituação atual de elemento químico (vinculada ao conhecimento de número atômico), introduz a tabela periódica dos elementos e discute o conceito de isótopos. Esse segundo bloco explora aspectos introdutórios da natureza elétrica da matéria. Para maior clareza, podemos subdividi-lo em blocos menores:

- Noções sobre a estrutura elétrica da matéria, incluindo o modelo de átomo constituído por prótons, nêutrons e elétrons.
- Retomada do conceito de elemento químico (já abordado, de forma introdutória, no capítulo anterior), ampliando-o para o modo como é usado atualmente.
- Representação de um átomo na qual se utilizam símbolo, número atômico e número de massa.
- Apresentação da tabela periódica e terminologias a ela relacionadas.
- Discussão do conceito de isótopo, que permite reforçar o conceito de elemento químico.

## Motivação



### Objetivo

- ▶ Observar uma situação de eletrização por atrito e evidenciar a atração entre corpos eletrizados com cargas elétricas de diferentes sinais.

Você vai precisar de:

- um balão de borracha
- ajuda de colegas

### Procedimento

1. Faça esse experimento em um dia seco. Encha o balão e feche-o com um nó.
2. Esfregue o balão vigorosamente no cabelo por cerca de um minuto. O cabelo deve estar seco e sem creme, gel ou outros produtos.
3. Pare de esfregar o balão, mantenha-o encostado ao cabelo e posicione-se como na figura.
4. Solte o balão e peça a seus colegas que observem o que ocorrerá. A seguir, é sua vez de observar e de outro colega fazer o mesmo que você fez. Tente explicar o que foi observado.



RODRIGO ARRAYÁ/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 1 Eletricidade

O experimento anterior tem a ver com a *eletricidade*. Para muitas pessoas, a palavra *eletricidade* faz lembrar coisas como eletrodomésticos, computadores, conta de energia elétrica, pilhas e baterias, iluminação e motores elétricos.

A eletricidade, no entanto, é muito mais do que isso. Fenômenos (acontecimentos) de origem elétrica são presenciados há muito tempo pela humanidade.

Neste capítulo, vamos estudar alguns dos fundamentos da **Eletricidade**, uma importante área científica cujas aplicações estão bastante presentes na vida dos seres humanos. Aprenderemos algo sobre as cargas elétricas e as interações atrativas ou repulsivas que ocorrem entre elas.

### 2 Cargas elétricas

**Cargas elétricas são de dois tipos: positivas e negativas**

Um experimento relacionado aos primórdios do estudo da eletricidade pode ser realizado com um bastão de vidro pendurado por um barbante.

Se atritarmos esse bastão em um pedaço de lã, notaremos que ambos se **atraem** mutuamente. Veja a figura A.

#### ATENÇÃO!

Por razão de segurança, para realizar qualquer experimento de Eletricidade, você deve ter a **AUTORIZAÇÃO** e a **SUPERVISÃO** de seu professor, mesmo que aparente ser algo inofensivo.

33

Estimule os estudantes a responder em voz alta às perguntas da legenda da foto de abertura e aproveite-as para identificar as concepções prévias deles sobre cargas elétricas.

Não se preocupe em formalizar conceitos ou corrigir erros neste momento. Ouça e registre os saberes manifestados pelos estudantes.

Cientificamente corretas ou não, as ideias pgressas servem de âncoras para novos conhecimentos, que, à medida que são construídos, podem provocar a reelaboração dos próprios saberes que serviram para sua ancoragem, modificando-os.

Nesse sentido, a identificação do que os estudantes pensam antes de iniciar o capítulo possibilita que você direcione a abordagem com maior eficiência, buscando aproveitar e reformular saberes.

Você pode retomar as respostas dadas após o item 7 do capítulo, convidando os estudantes a refletir sobre elas e reformulá-las.

## De olho na BNCC!

As perguntas motivadoras da legenda da foto de abertura do capítulo incentivam a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza. Assim, favorecem o desenvolvimento da **competência específica 3**.

## Motivação

Para realização da atividade prática proposta, peça aos estudantes que se organizem em grupos de três e leiam atentamente o procedimento.

Esteja atento à correta realização, circulando entre os grupos durante a execução e auxiliando-os caso tenham alguma dificuldade.

Essa atividade abre caminho para os conceitos inicialmente apresentados no capítulo, especialmente dos itens 1 a 5, e para desenvolver competências da BNCC (veja a seguir).

## De olho na BNCC!

O experimento do balão de borracha, proposto na seção *Motivação* e retomado no item 3, favorece o desenvolvimento: da **competência geral 2**, por objetivar 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 com base nos conhecimentos das diferentes áreas; e da **competência específica 2**, ao inspirar a compreensão dos 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 e do mundo do trabalho e continuar aprendendo.

## Itens 1 a 3

Nos itens 1 e 2, apresente os conceitos introdutórios referentes às cargas elétricas e sua atração ou repulsão, conforme o texto do livro do estudante. Analise as imagens juntamente com os estudantes, pois elas são importantes na preparação para o restante do capítulo.

No item 2, aproveitando o quadro *Atenção!*, discuta, desde já, a necessidade de cuidados referentes à eletricidade e retome-os ao trabalhar os temas aterramento de objetos (item 6) e para-raios (item 7).

No item 3, explique, usando a sequência representada pelas setas, que diferentes materiais apresentam diferentes tendências à eletrização por atrito. (Para conhecimento do docente, a sequência apresentada é denominada *série triboelétrica*.)

Para ampliar o trabalho de interpretação da série apresentada, proponha questões aos estudantes:

1. O que vai acontecer se um bastão de borracha rígida for atritado em um pedaço de pano de seda?
2. O que vai acontecer se um bastão de vidro for atritado em um pedaço de seda?
3. O que vai acontecer se um bastão de borracha rígida for atritado em um pedaço de pano feito de algodão?
4. O que vai acontecer se um bastão de vidro for atritado em um pedaço de pano feito de algodão?

As respostas esperadas, com base nas setas indicadas na série que está no livro do estudante, são:

1. O bastão de borracha rígida se eletrizará com carga negativa e o pedaço de seda, com carga positiva.
2. O bastão de vidro se eletrizará com carga positiva e o pedaço de seda, com carga negativa.
3. O bastão de borracha rígida se eletrizará com carga negativa e o pano de algodão, com carga positiva.

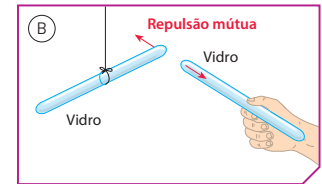
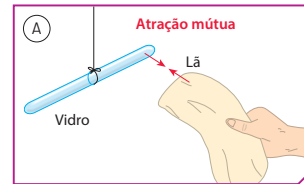


1. O funcionamento das máquinas fotocopadoras se baseia no princípio da atração entre cargas positivas e negativas. Em dias secos, a folha de papel pode sair da máquina levemente eletrizada e, por isso, tende a atrair cabelos soltos e fiapos de tecidos.
2. Quando um pente plástico é atritado no cabelo seco, ambos ficam eletrizados e passam a se atrair mutuamente.
3. Em épocas de ar seco, o atrito do agasalho de lã com o revestimento de tecido do banco do automóvel pode deixar ambos os materiais eletrizados. Um deles adquire carga positiva, e outro, carga negativa.

Representações esquemáticas da atração (D) e da repulsão (E) entre cargas elétricas. (Cores fantasiosas.)

Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 707.

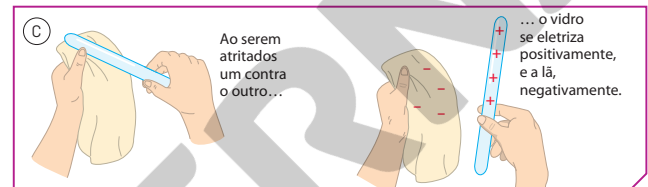
Se atritarmos o bastão de vidro no tecido de lã, o deixarmos pendurado e aproximarmos dele outro bastão de vidro que tenha sido friccionado em outro pedaço de lã, notaremos que os bastões se **repelem**, conforme está esquematizado na figura B.



Representações esquemáticas da atração (A) e da repulsão (B) entre corpos eletrizados. (Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaborada a partir de HAWKES, R. et al. *Physics for scientists and engineers: an interactive approach*. 2. ed. Toronto: Nelson Education, 2019. p. 659.

Essas observações demonstram a ocorrência de fenômenos elétricos. Ao atritarmos os materiais vidro e lã, o bastão de vidro passa a ser portador de carga elétrica **positiva**, e o pedaço de lã, de carga elétrica **negativa** (veja a figura C). Os sinais de positivo e negativo atribuídos a essas cargas nos esquemas são uma convenção científica.



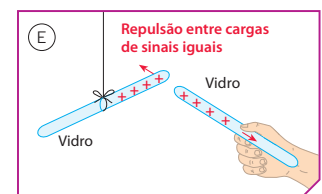
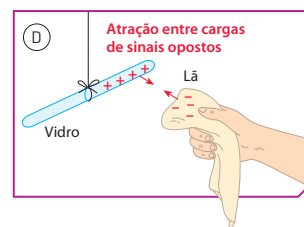
Representação esquemática da eletrização por atrito. (Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaborada a partir de HAWKES, R. et al. *Op. cit.* p. 659.

## Cargas elétricas interagem

Quando atritados em outros, muitos materiais ficam **eletrizados**, isto é, adquirem carga elétrica. Nesse processo, um dos materiais adquire carga elétrica positiva, e o outro, carga elétrica negativa.

Por meio de experimentos semelhantes aos descritos anteriormente com o vidro e a lã, os cientistas concluíram que **cargas elétricas de sinais diferentes se atraem** e que **cargas elétricas de sinais iguais se repelem**. Quando vidro e lã são friccionados, passam a ter cargas elétricas de sinais diferentes e, portanto, passam a se atrair. Já os dois bastões de vidro, quando adquirem cargas elétricas de mesmo sinal, passam a se repelir. (Veja as figuras D e E.)



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO / ARQUIVO DA EDITORA

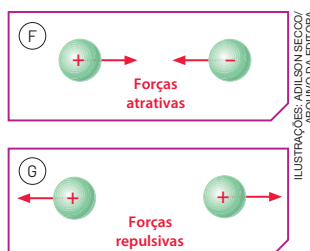
4. O bastão de vidro se eletrizará com carga positiva e o pano de algodão, com carga negativa.

Esse tipo de atividade permite que os estudantes percebam o caráter preditivo dos conhecimentos científicos acerca de um tema, no caso, a eletrização por atrito.

No final do item 3, dê especial atenção à explicação do resultado do experimento da abertura. Ao visitar o resultado obtido e auxiliar os estudantes a explicá-lo, aproveite os resultados da simulação sugerida no *Use a internet* do item 3 (comentada à frente).

A interação entre dois corpos portadores de cargas elétricas é um acontecimento mútuo, em que um deles atua sobre o outro, exercendo uma força sobre ele, e esse outro corpo atua simultaneamente sobre o primeiro, também exercendo uma força sobre ele. Em outras palavras, sobre cada um dos dois corpos atua uma **força** que se deve à presença do outro.

Se os dois corpos apresentam cargas de sinais opostos, as forças tendem a fazê-los se aproximar (figura F). No entanto, se os dois corpos possuem cargas de mesmo sinal, as forças tendem a fazê-los se afastar (figura G).



Representações esquemáticas de forças de atração (F) e de repulsão (G) entre dois corpos. (Cores fantasiosas.)

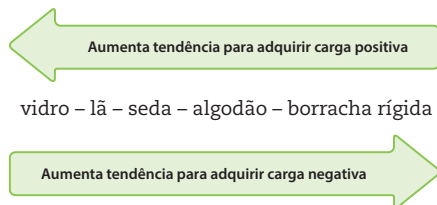
Fonte: GIAMBATTISTA, A. *Physics*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 594.

### 3 Eletrização por atrito

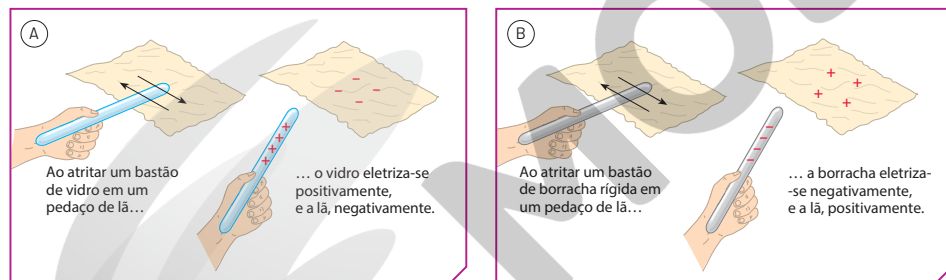
#### Diferentes materiais têm diferentes tendências à eletrização

Quando vidro e lã são atritados, dizemos que ambos os materiais adquirem carga elétrica pelo processo de **eletrização por atrito**.

Com base em muitos experimentos similares, foi possível aos cientistas determinar a tendência dos materiais a adquirir carga elétrica positiva ou negativa, quando atritados uns com os outros. Essa tendência pode ser expressa por meio de uma sequência como a mostrada a seguir:



Com base nessa sequência, podemos afirmar, por exemplo, que a lã adquire carga negativa se atritada com um bastão de vidro (figura A), mas carga positiva se atritada com um bastão de borracha rígida (figura B).



Representações esquemáticas da eletrização por atrito em materiais distintos. (Cores fantasiosas.)

Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 707.

#### Use a internet

Teste a eletrização por atrito entre um balão de borracha e uma roupa de lã no simulador disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_pt_BR.html). Acesso em: 6 jun. 2022.

#### Use a internet

O simulador sugerido permite aos estudantes analisar diferentes formas de eletrização, visualizando as cargas. Deixe que explorem livremente e solicite, após a atividade, que descrevam o que descobriram.

Ao final, é interessante que você arremate a atividade verificando o entendimento dos pontos mais relevantes. Para isso, se possível, projete o simulador (ou peça aos estudantes que acompanhem, divididos em grupos, cada qual em um dispositivo conectado ao simulador, repetindo os passos executados por você). Inicie clicando na opção *Mostrar cargas resultantes*. Atrite o balão no casaco de lã e peça que expliquem por que o balão fica aderido a ele. Note que, conforme a indicação do simulador, o balão fica eletrizado negativamente, e a lã, positivamente.

A seguir, clique na opção *Sem parede* e arraste o balão para longe do casaco. Ao soltá-lo, ele será atraído em direção à lã, caracterizando a força elétrica entre objetos eletrizados como uma interação que ocorre à distância, independentemente do contato.

Clique no ícone para reiniciar a simulação (botão redondo que contém uma seta circular) e repita os procedimentos executados. Neste caso, como você manteve a opção *Mostrar todas as cargas* acionada, será possível mostrar que a matéria eletricamente neutra contém cargas elétricas positivas e negativas em quantidades iguais e que a eletrização por atrito transfere cargas negativas de um objeto para outro.

Em seguida, aproxime o balão eletrizado da parede (caso ela não esteja visível, clique na opção *Com parede*) e verifique se os estudantes entenderam que a aderência do balão à parede se deve a uma reorganização das cargas elétricas da superfície da parede provocada pela interação com o balão eletrizado.

## De olho na BNCCI

Os boxes *Use a internet* dos itens 3, 7 e 9, ao sugerir *links* interativos complementares aos temas explorados, auxiliam no desenvolvimento da **competência geral 5**, estimulando a compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa e reflexiva para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para realizar um experimento de eletrização por atrito.
- Montar um modelo de átomo que respeite as proporções entre raio do núcleo e raio da eletrosfera, escolhendo o objeto mais adequado para representar o núcleo, a fim de que o átomo representado caiba na sala de aula ou, pelo menos, no terreno da escola.
- Consultar a tabela periódica dos elementos de modo a obter informações sobre nome, símbolo e número atômico dos elementos.
- De posse da tabela periódica, determinar, para certo átomo neutro, o número de prótons, o de elétrons e o de nêutrons.

Manipular materiais simples para realizar um experimento de eletrização por atrito é o que se pretende desenvolver com o experimento que abre o capítulo.

O segundo conteúdo procedimental listado para este capítulo pode ser realizado com a *Sugestão de atividade*, mais à frente.

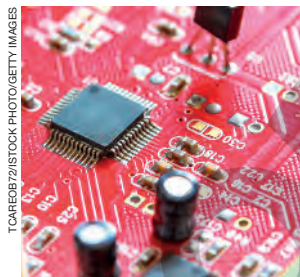
Os demais podem ser desenvolvidos com as atividades do final do capítulo, das seções *Use o que aprendeu* e *Explore diferentes linguagens*.



Balão e cabelo, eletrizados com cargas de sinais opostos, atraem-se mutuamente.

### ATENÇÃO!

A parte interna de equipamentos elétricos pode oferecer **RISCO DE QUEIMADURAS, CHOQUE ELÉTRICO E MORTE**, às vezes mesmo depois de desligados da tomada. Por isso, a abertura e o conserto desses equipamentos devem ser feitos por profissionais treinados para isso.



### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Nos componentes de circuitos eletrônicos, são empregados condutores elétricos (cobre, por exemplo) nas partes que conduzem as cargas elétricas, e isolantes elétricos (como o material chamado baquelite) nas partes que não devem ser condutoras de eletricidade. Além disso, há alguns importantes componentes que são produzidos com semicondutores (silício, por exemplo).

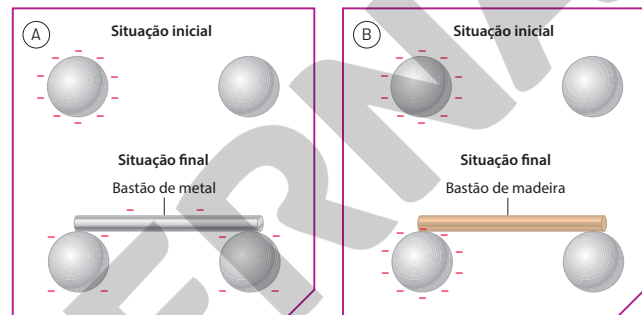
## O experimento do balão de borracha

Já é possível interpretar o resultado do experimento do início do capítulo. Quando o balão de borracha é atritado no cabelo, ocorre eletrização por atrito.

Uma vez eletrizados, o balão e o cabelo passam a ser portadores de cargas elétricas de sinais opostos e, por isso, passam a se atrair.

## 4 Condutores elétricos e isolantes elétricos

Imagine duas esferas de metal um pouco afastadas entre si, uma delas eletrizada com carga negativa e a outra não eletrizada. Se um bastão de metal tocar as duas esferas simultaneamente, verifica-se que parte da carga elétrica é transferida para a outra esfera (figura A). Porém, se utilizássemos um bastão de madeira, a carga permanecerá na esfera eletrizada, e a outra não receberá nem um pouco dessa carga (figura B).



Representações esquemáticas da atuação de material condutor elétrico (A) e isolante elétrico (B). (Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaboradas a partir de YOUNG, D.; STADLER, S. Cutnell & Johnson Physics. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 493.

Esse experimento evidencia que o metal é um material **condutor elétrico** e que a madeira é um material **isolante elétrico**.

De fato, os condutores elétricos mais conhecidos são os metais, tais como o cobre, o ferro, o alumínio, o ouro e a prata. Entre eles, o cobre, metal de aspecto marrom-avermelhado, é usado na fiação elétrica das casas e edifícios de apartamentos.

Entre os isolantes elétricos podemos citar, além da madeira, os plásticos em geral, o ar (a temperatura e pressão ambientes) e as borrachas.

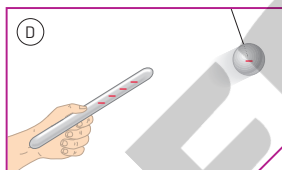
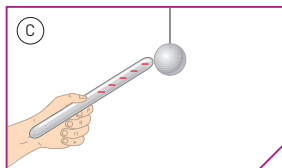
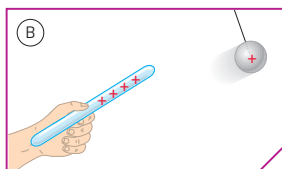
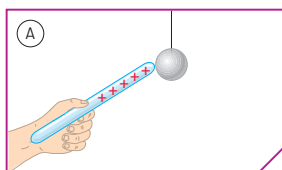
A maioria dos materiais conhecidos se encaixa em um destes dois grupos: condutor elétrico ou isolante elétrico. Há, contudo, certos materiais que não se enquadram bem em nenhuma dessas duas categorias, mas, sim, em um grupo intermediário, conhecido como **semicondutores**. Dois exemplos são o silício e o germânio, empregados na indústria para elaborar alguns componentes usados em aparelhos eletrônicos.

## 5 Eletrização por contato

Quando um corpo eletrizado toca um corpo eletricamente neutro (isto é, sem carga elétrica), parte de sua carga é transferida para ele, que também passa a ficar eletrizado. Esse processo é a **eletrização por contato**.

Na figura A, um bastão de vidro positivamente eletrizado toca uma pequena esfera de metal, eletricamente neutra, suspensa por um fio. Nesse contato, a carga positiva se distribui entre o bastão e a esfera, de modo que ela também fica eletrizada positivamente. Com isso, a esfera passa a ser repelida pelo bastão, como indica a figura B.

Na figura C, um bastão de borracha negativamente eletrizado toca uma pequena esfera de metal, eletricamente neutra, suspensa por um fio. Parte da carga negativa é transferida do bastão para a esfera, eletrizando-a negativamente. Com isso, ela passa a ser repelida pelo bastão, como mostra a figura D.



Representações esquemáticas da eletrização por contato. (Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaboradas a partir de KRAUSKOPF K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 15. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 188-191.

### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

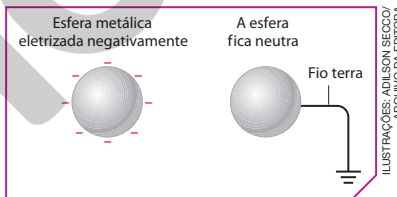
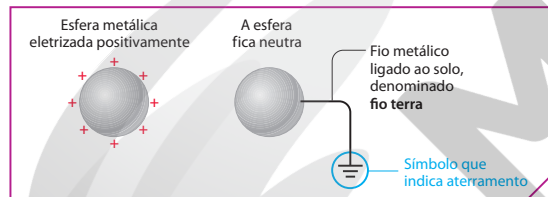
- eletrização por atrito
- eletrização por contato
- condutor elétrico
- isolante elétrico

## 6 Aterramento de um objeto

Verifica-se que, quando um corpo eletrizado positiva ou negativamente é colocado em contato com o solo terrestre, diretamente ou por meio de um material condutor, ele torna-se eletricamente neutro.

Sabe-se que o solo é um condutor elétrico devido à presença de água com sais minerais dissolvidos. Quando um objeto eletrizado toma contato com o solo, transfere para ele sua carga elétrica. É como se, por meio da eletrização por contato, a carga do objeto fosse repartida com o planeta. Como o planeta é muito maior do que o objeto, toda a carga do objeto acaba sendo transferida para a Terra.

Quando um objeto é colocado em contato com o solo, podendo transferir para ele sua carga elétrica, dizemos que está **eletricamente aterrado**. O aterramento pode ser feito por meio de um fio metálico que, nesse caso, é denominado **fio terra**.



Representações esquemáticas de aterramento de condutores eletrizados. (Cores fantasiosas.)

Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 711.

37

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **eletrização por atrito** Fenômeno em que dois materiais, atritados um contra o outro, adquirem cargas elétricas de sinais opostos.
- **eletrização por contato** Fenômeno em que parte da carga de um objeto eletrizado é transferida para outro que o toque.
- **condutor elétrico** Material através do qual cargas elétricas podem se movimentar com facilidade.
- **isolante elétrico** Material que oferece grande resistência à movimentação de cargas elétricas através dele.

## Itens 4 a 6

No item 4, utilize os esquemas do livro do estudante para elucidar a diferença entre um condutor elétrico e um isolante elétrico.

Retome, do 8º ano (capítulo 12), a discussão sobre circuitos elétricos, aproveitando para relacioná-los ao que está sendo estudado. Os circuitos elétricos são elaborados com materiais que conduzem corrente elétrica, ou seja, que possibilitam a movimentação de cargas elétricas por eles.

No item 5, se julgar conveniente, volte ao simulador sugerido no Use a internet do item 3 e explore a opção com dois balões. Eletrize cada um deles com carga negativa por atrito com o casaco de lã e, a seguir, mostre a repulsão entre os dois (faça isso usando a opção *Sem parede*, para facilitar).

No item 6, utilize os esquemas do livro do estudante para explicar como funciona o aterramento elétrico (ele conduz as cargas elétricas para a terra) e retome, do 8º ano, a discussão sobre a importância do correto aterramento elétrico de equipamentos para a **segurança** do usuário.

## TCT Ciência e Tecnologia

A temática de materiais condutores e semicondutores é de grande importância no campo tecnológico contemporâneo. Assim, o TCT **Ciência e Tecnologia** (da macroárea de mesmo nome) é pertinente à imagem presente no item 4 e à sua legenda.

### Atividades

Ao final do item 4, são indicados os exercícios 1 a 3 do Use o que aprendeu.

Ao final do item 5, pode-se propor aos estudantes o exercício 4 do Use o que aprendeu.

E, ao final do item 6, os estudantes já têm condições de fazer o exercício 5 do Use o que aprendeu.

## Item 7

Nesse item, dois aspectos precisam ser discutidos com os estudantes. O primeiro é que, quando dois materiais eletrizados têm cargas muito elevadas e/ou estão muito próximos, o material isolante elétrico que está entre eles pode não ser suficiente para impedir a transferência de cargas elétricas de um para o outro por meio de uma descarga elétrica, acompanhada de luz e ruído. Os raios durante tempestades exemplificam esse fenômeno.

Aproveite essa discussão para explicar o funcionamento do para-raios, conforme descrito no livro do estudante.

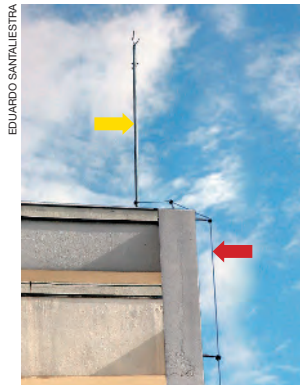
Um segundo aspecto que precisa ser discutido por você são os choques que podemos tomar em dias secos, ao aproximar os dedos de objetos metálicos. Ao falar sobre o assunto, não deixe de explicar que isso é decorrência da eletrização da superfície do nosso corpo (ao ser atritada em roupas, tapetes ou cadeiras, por exemplo), que possibilita a transferência de cargas elétricas entre nossa pele e um objeto metálico. Saliente que o fenômeno é mais frequente nas épocas do ano em que o ar fica mais seco. A presença de umidade atmosférica diminui a tendência de os materiais se eletrizarem por atrito.

### Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Por que os para-raios são pontudos?”.

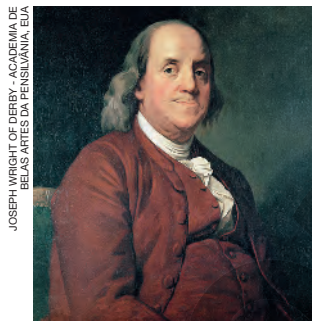
### TCT Ciência e Tecnologia

O exemplo do para-raios, que está presente no cotidiano de muitos estudantes, é mais uma oportunidade de abordar o TCT **Ciência e Tecnologia** e trazer ao dia a dia a relação entre descobertas científicas e suas aplicações na tecnologia.



#### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Um para-raios consiste em uma **haste metálica** (indicada pela seta amarela), posicionada em local mais elevado do que os prédios e as pessoas que visa proteger, ligada à terra por um **grosso fio metálico** (indicado pela seta vermelha). Um raio tem maior tendência a atingir essa haste do que os prédios e as pessoas, propiciando a transferência das cargas elétricas para o solo.



JOSEPH WRIGHT OF DERBY - ACADEMIA DE BELAS ARTES DA PENNSILVANIA, EUA

O cientista estadunidense Benjamin Franklin (1706-1790) dedicou-se, entre outras atividades, ao estudo de fenômenos elétricos. Atribuem-se a ele a invenção do para-raios e a introdução dos termos **positiva** e **negativa** para referir-se às cargas elétricas.

As descargas elétricas entre nuvem e solo, que podem ocorrer durante as tempestades, originam um efeito luminoso, o relâmpago, e um efeito sonoro, o trovão. (Londrina, PR, 2019.)

## 7 Descargas elétricas no ar

### Raios

O ar, quando está na pressão e na temperatura ambiente, é um isolante elétrico. Se um corpo eletrizado está separado pelo ar de um corpo não eletrizado, não haverá transferência de carga elétrica do primeiro para o segundo, porque o ar é isolante. Se, no entanto, um fio de cobre tocasse os dois corpos simultaneamente, então haveria transferência de carga, porque o metal é um condutor elétrico.

Um condutor elétrico (cobre, por exemplo) oferece **baixa resistência** à passagem de cargas elétricas. Já um material isolante elétrico (ar, por exemplo) oferece **alta resistência** à passagem de carga elétrica. Porém, quando corpos estão eletrizados com cargas muito elevadas ou quando estão muito próximos, a resistência que um material isolante elétrico oferece pode não ser suficiente para impedir a transferência de cargas elétricas de um corpo para outro. Essa transferência pode acontecer, acompanhada de luz e ruído, na forma de uma faísca momentânea conhecida como **descarga elétrica**.

Um exemplo são os **raios** que ocorrem nas tempestades. As nuvens podem ficar altamente eletrizadas durante uma tempestade e, em decorrência disso, pode acontecer uma descarga elétrica que transfere carga da nuvem para o solo. Essa descarga elétrica produz uma luminosidade, que conhecemos como **relâmpago**, e um forte ruído, ao qual nos referimos como **trovão**.

#### ATENÇÃO!

**NUNCA TOQUE NO FIO METÁLICO DO PARA-RAIOS SE ESTIVER CHOVENDO OU AMEAÇANDO CHUVA**, pois, se um raio atingir o para-raios, isso poderá ser fatal.



SERGIO FANALLI/PULSAR IMAGENS

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

38

### Atividades

Ao final do item 7, o momento é oportuno para os estudantes fazerem os exercícios 6 a 8 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

### Conteúdos atitudinais sugeridos

- Ser consciente da origem dos choques que podem acontecer, em épocas de ar seco, ao se tocar em objetos metálicos, tais como maçanetas e carcaças de automóvel.
- Reconhecer a importância dos para-raios na prevenção de acidentes.
- Perceber que, na história da Ciência, teorias e modelos são aprimorados ou substituídos.
- Compreender que a Ciência é um construto humano.



## Choques ao tocar em objetos de metal

Outro exemplo de situação em que pode haver descarga elétrica é quando nosso corpo está eletrizado e aproximamos a mão de algum objeto de metal. Nesse caso, quando a ponta do dedo está quase tocando o metal, a distância entre ambos é muito pequena e, antes de haver o toque, uma pequena descarga elétrica “salta” entre ambos, transferindo carga elétrica do dedo para o metal. Essa descarga provoca uma sensação dolorosa e desagradável no local. É, de fato, um pequeno choque elétrico.

Nosso corpo pode se eletrizar, por exemplo, por causa do atrito com o tecido de assentos de automóvel e de certas roupas, especialmente de material sintético, ou pelo raspar dos calçados em um carpete. E a descarga elétrica pode ocorrer, por exemplo, ao tocarmos em uma maçaneta de metal ou na lataria de um automóvel.

A probabilidade de levar esses pequenos choques ao tocar objetos de metal é maior em dias secos e menor em dias muito úmidos.

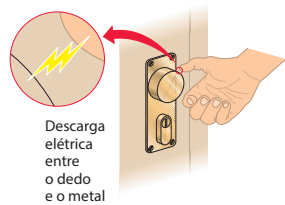
Nos dias muito úmidos, a água que está presente no ar sofre eletrização por contato na superfície de objetos eletricamente carregados. Por isso, a carga elétrica desses objetos pode passar gradualmente para a água atmosférica, até que o objeto eventualmente fique neutro. Portanto, a chance de o nosso corpo eletrizar-se e manter-se eletrizado é bem menor quando o ar está úmido, e a chance de levar choques em maçanetas e latarias de carro também.

## 8 Modelo atômico de Rutherford

Vimos, neste capítulo, que a matéria participa de fenômenos elétricos. Materiais como lã, plástico, vidro e seda podem ser eletrizados se forem atritados uns nos outros. Mas o modelo atômico de Dalton — isto é, a concepção científica elaborada por Dalton de como é o átomo —, que estudamos no capítulo anterior, não leva em conta aspectos elétricos da matéria.

Gases, de modo geral, não conduzem corrente elétrica quando à pressão ambiente. No entanto, na segunda metade do século XIX, alguns cientistas demonstraram que, quando submetidos a baixas pressões, os gases podem se tornar condutores elétricos. Realizando elaborados experimentos com descargas elétricas em gases, o cientista inglês Joseph John Thomson (1856-1940) concluiu em 1897, que existe uma partícula menor que o átomo, dotada de carga elétrica negativa. Essa partícula subatômica, isto é, menor que o átomo, passou a ser denominada **elétron**.

Após essa descoberta, ficou evidenciado que um átomo não é indivisível, diferentemente do que propõe o modelo de Dalton. Ainda no final do século XIX, novos experimentos conduziram à descoberta de outra partícula subatômica, que tem massa 1836 vezes maior que a do elétron e é dotada de carga elétrica equivalente à dele, só que positiva. Para designar essa partícula é utilizado o nome **próton**.



Descarga elétrica entre o dedo e o metal

Representação esquemática de descarga elétrica entre mão eletrizada e maçaneta metálica. A seta indica ampliação. (Cores fantasiosas.)

Fonte: BLOOMFIELD, L. A. *How things work: the Physics of everyday life*. 6. ed. Hoboken: John Wiley, 2016. p. 284.

ADILSON BECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Use a internet

Há endereços na internet que fornecem a umidade relativa do ar, como em: <http://tempo.cptec.inpe.br/> e <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

Quando a umidade relativa está muito baixa (30% ou menor), aumenta a chance de levar pequenos choques elétricos, conforme explicado.



Ao ensinar o tema eletricidade neste nível de escolaridade, é importante desenvolver no estudante atitudes de segurança relativas à eletricidade, e há vários momentos do capítulo que fornecem a oportunidade de enfatizar tais atitudes.

A abordagem dos cuidados com eletricidade teve início no 2º ano do Ensino Fundamental: “Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos etc.” (habilidade EF02CI03).

Essa abordagem prosseguiu no volume do 8º ano desta coleção (capítulo 12), com a discussão dos diversos riscos potencialmente associados ao uso da energia elétrica e de atitudes associadas à prevenção desses acidentes.

Aproveite o tema em estudo, neste capítulo do 9º ano, para retomar e destacar atitudes de segurança relativas à eletricidade. Há vários momentos deste capítulo que oportunizam essa retomada.

## Itens 8 e 9

São muitos os eventos que conduziram ao modelo atômico apresentado no capítulo. Experimentos com descargas elétricas em gases a baixa pressão realizados por diversos pesquisadores no século XIX possibilitaram as descobertas do elétron e do próton.

No início do século XX, diversos pesquisadores — como o irlandês Joseph Larmor (1857-1942), o japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950), o inglês John William Nicholson (1881-1955) e o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) — propuseram diferentes modelos atômicos buscando elucidar fenômenos experimentais que estavam sendo observados. Nenhum desses modelos era capaz de explicar, simultaneamente, todos os fenômenos observados. Para exemplificar, comentaremos aqui, ao docente, como foi desenvolvido o modelo de Rutherford.

Em 1909, o alemão Hans Geiger (1882-1945) e o inglês Ernest Marsden (1889-1970), que trabalhavam na Universidade de Manchester (Inglaterra) sob orientação de Ernest Rutherford, realizaram, por sugestão deste, uma série de experimentos para investigar a dispersão (o espalhamento) de partículas alfa ao incidirem sobre folhas metálicas de diferentes espessuras, milhares de vezes mais finas que 1 mm. Eles usaram um elemento radioativo que emite partículas alfa a velocidades de até 30 mil km/s.

Entre outras, foi utilizada uma folha de ouro de espessura 0,00004 cm, correspondendo a cerca de 300 a 350 átomos desse metal enfileirados. As partículas alfa, como já se sabia na época, são aproximadamente 50 vezes mais leves que os átomos de ouro e apresentam carga elétrica positiva. As partículas alfa atravessam papel ou tecidos bem finos. Assim, os experimentadores esperavam que praticamente todas as partículas alfa deveriam atravessar a folha de ouro em linha reta.

Porém, imaginavam também que algumas partículas poderiam ter pequenos desvios, por interagirem com as cargas elétricas existentes nos átomos de ouro. Para observar o destino das partículas (que não são visíveis), usaram uma superfície fluorescente. Cada vez que uma partícula alfa atingia essa superfície, uma cintilação era vista no local do impacto por fração de segundo. O resultado experimental evidenciou que algumas partículas alfa não atravessavam em linha reta, mas eram desviadas de sua trajetória, às vezes de modo bastante acentuado!

Os resultados do experimento de dispersão de partículas alfa foram analisados por Rutherford. Ele utilizou recursos de Física e Matemática para interpretar os dados obtidos e, para explicá-los, propôs, em 1911, um modelo atômico segundo o qual (1) o átomo apresenta muito mais espaço vazio que preenchido; (2) a maior parte da massa de um átomo encontra-se em uma pequena região central (à qual chamamos **núcleo**), onde está concentrada a carga positiva do átomo; (3) na região ao redor do núcleo (que chamamos **eletrosfera**) encontram-se os elétrons; e (4) o raio da eletrosfera é de dez a cem mil vezes maior que o raio do núcleo (relação que foi inferida da fração de partículas alfa desviadas).

O modelo de Rutherford explicava o fato de a maioria das partículas alfa não se desviar supondo a existência de muitos espaços vazios nos átomos. Para explicar por que poucas partículas alfa eram tão desviadas a ponto de quase retornarem na mesma direção de que vieram, Rutherford propôs que toda a carga positiva do átomo, e quase toda sua massa, estaria concentrada em um espaço pequeno (núcleo), de modo a repelir as partículas alfa (também positivas) que viessem em sua direção.

#### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- elétron
- próton
- nêutron
- modelo atômico

Em 1911, o cientista neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) concluiu, com base em evidências experimentais, que:

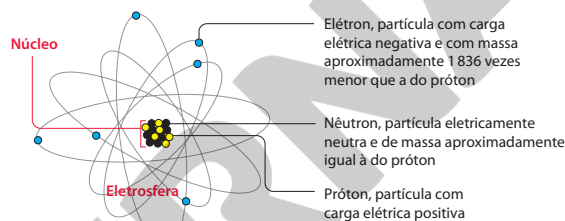
- o átomo não é maciço; ele apresenta muito mais espaço vazio que preenchido;
  - a maior parte da massa de um átomo se encontra em uma pequena região central (que chamamos **núcleo**), onde estão os prótons;
  - na região ao redor do núcleo (que chamamos **eletrosfera**) movimentam-se os elétrons;
  - o raio da eletrosfera é milhares de vezes maior que o raio do núcleo.
- Essas ideias constituem o **modelo atômico de Rutherford**.

Em 1932, o inglês James Chadwick (1891-1974) concluiu que existe outra partícula subatômica de massa muito próxima à do próton, porém eletricamente neutra, ou seja, sem carga elétrica. Essa partícula é denominada **nêutron**. Os nêutrons localizam-se no núcleo do átomo, juntamente com os prótons.

#### Representação esquemática de um átomo

Esquema em cores fantasiosas e **fora de proporção**. O diâmetro da eletrosfera é milhares de vezes maior que o do núcleo. O núcleo está representado ampliado aproximadamente 590 bilhões de vezes, e a eletrosfera, cerca de 180 milhões de vezes. Um átomo apresenta, portanto, muito mais espaço vazio que preenchido.

Fonte: STOKER, H. S. *General, Organic, and Biological Chemistry*. 7. ed. Boston: Cengage, 2016. p. 61.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA  
Reprodução proibida. Art. 184, do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

#### EM DESTAQUE

### A explicação da eletrização por atrito

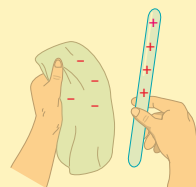
Neste capítulo, foi apresentado o fenômeno da **eletrização por atrito**, no qual dois materiais adquirem cargas elétricas de sinais opostos quando atritados um contra o outro. Como explicar tal acontecimento? A explicação científica para a eletrização por atrito considera que, **quando dois materiais são atritados, alguns elétrons são transferidos de um para outro**.

Assim, por exemplo, quando um bastão de vidro é esfregado em um tecido de lã, alguns elétrons do vidro são transferidos para a lã. Antes da eletrização, ambos os materiais estavam eletricamente neutros, ou seja, tinham carga total igual a zero. Neles, o total de prótons (que são positivos) era igual ao de elétrons (que são negativos). Após a eletrização, um dos materiais ficará com mais elétrons do que prótons (a lã) e terá, portanto, carga elétrica total negativa. O outro terá menos elétrons do que prótons (o vidro) e apresentará carga elétrica total positiva.

Elaborado com dados obtidos de: SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers; with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019.



Quando o vidro é atritado na lã...



... elétrons do vidro são transferidos para a lã. O bastão fica eletrizado positivamente, e o tecido, negativamente.

(Representação esquemática.)

Ao longo da década de 1920, os estudos sobre fenômenos radioativos e a estrutura dos átomos prosseguiram. Foi observado que, para um núcleo atômico com carga correspondente à de  $x$  prótons, sua massa correspondia à de aproximadamente  $2x$  prótons. Muitas tentativas de explicação esbarravam em inconsistências teóricas e experimentais. A solução veio após a observação, em 1930, de um tipo de radiação que não tinha carga positiva (como as partículas alfa) nem negativa (como as partículas beta, outro tipo de partícula radioativa conhecida à época), mas que também não era radiação gama (uma emissão radioativa, esta constituída de ondas eletromagnéticas). Em 1932, o físico inglês James Chadwick (1891-1974) caracterizou essa radiação como sendo constituída de partículas subatômicas de massa muito próxima à do próton, porém eletricamente neutra. Essa partícula, que foi denominada nêutron, localiza-se no núcleo dos átomos, juntamente com os prótons.

Ao trabalhar o item 9, atente ao desfecho da conceituação de **elemento químico**, iniciada no capítulo anterior. A conceituação moderna está associada ao conceito de número atômico.

## 9 Elemento químico e número atômico

O núcleo atômico dificilmente tem sua estrutura alterada por fatores externos. Os fenômenos relacionados às mudanças do núcleo são chamados *fenômenos nucleares* ou *radioativos* e são estudados pela *Física Nuclear*. Esses acontecimentos estão associados a processos que ocorrem em estrelas, em usinas nucleares e em explosões de armamentos nucleares.

Os químicos observaram que, **durante as reações químicas, o núcleo dos átomos permanece inalterado** e que, quando um átomo se une a outro, essa união acontece por meio de modificações na eletrosfera. Assim, os acontecimentos estudados pelos químicos estão relacionados a alterações na eletrosfera dos átomos, não no núcleo.

Os cientistas perceberam, nas primeiras décadas do século XX, que **o número de prótons determina as propriedades químicas de um átomo**. Assim, entende-se atualmente que **elemento químico** é o conjunto de todos os átomos que possuem o **mesmo número de prótons**.

### Número atômico e número de massa

O número de prótons no núcleo de um átomo é chamado **número atômico** e é representado por  $Z$ .

**Cada elemento químico possui um nome, um símbolo e um número atômico**, que lhe são característicos.

Já o **número de massa** de um átomo, representado por  $A$ , é definido como total de prótons ( $Z$ ) e de nêutrons ( $N$ ) em seu núcleo.

**Em palavras:** O número de massa de um átomo é igual à soma dos seus números de prótons e de nêutrons.

**Em equação:**  $A = Z + N$

### Representação para um átomo

Ao representar um átomo, os químicos convencionaram escrever o número atômico ( $Z$ ) na parte inferior esquerda do símbolo e o número de massa ( $A$ ) na parte superior esquerda. Vejamos alguns exemplos:

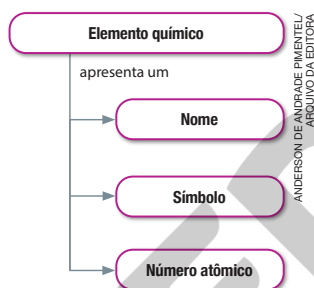
- $^{12}_6\text{C}$  representa um átomo do elemento químico carbono com 6 prótons, 6 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 6 elétrons.
- $^{23}_{11}\text{Na}$  representa um átomo do elemento químico sódio com 11 prótons, 12 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 11 elétrons.
- $^{37}_{17}\text{Cl}$  representa um átomo do elemento químico cloro com 17 prótons, 20 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 17 elétrons.

Os prótons têm carga elétrica positiva, e os elétrons têm carga negativa. Se, em um átomo, o número de elétrons for igual ao de prótons, então a carga negativa (de todos os elétrons) anulará a carga positiva (de todos os prótons), e a carga total será nula (zero). Nesse caso, dizemos que o átomo é **eletricamente neutro**.

### ATIVIDADE

#### Tema para pesquisa

O professor atribuirá, por sorteio, um elemento químico para cada estudante. Pesquise a origem do nome (isto é, o significado desse nome na língua de origem) e do símbolo do elemento que lhe for atribuído, e prepare-se para expor os resultados aos colegas em uma roda de conversa mediada pelo professor.



Se fosse possível ampliar 1 bilhão de vezes um átomo de ouro, sua eletrosfera teria um diâmetro de 30 cm, um pouco maior que uma bola oficial de futebol. O núcleo teria um diâmetro de 0,03 mm, cerca de 10 vezes menor que o ponto final desta frase. **O átomo tem praticamente todo o seu espaço vazio!**

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL / ARQUIVO DA EDITORA

CHADAKORN PHALANGONSHUTTERSTOCK

41

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **elétron** Partícula subatômica de carga negativa.
- **próton** Partícula subatômica de carga positiva e de massa 1836 vezes maior que a do elétron.
- **nêutron** Partícula subatômica sem carga elétrica e com massa aproximadamente igual à do próton.
- **modelo atômico** Concepção científica de como é a estrutura do átomo.

## História da Ciência

A pesquisa de eventos da história das Ciências da Natureza, como a que é proposta no *Tema para pesquisa* do item 9, permite aos estudantes perceber que o sucessivo aprimoramento do pensamento científico decorre da atuação colaborativa de muitos membros da comunidade. A atividade já adianta parte do que será solicitado no fechamento desta unidade.

## De olho na BNCC!

O boxe *Tema para pesquisa* oportuniza compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como cultural e histórico, de modo a favorecer o desenvolvimento da **competência específica 1**.

## Sugestão de atividade

Use a simulação a seguir para mostrar aos estudantes estruturas com diferentes ordens de grandeza de tamanho, favorecendo a aquisição da noção da dimensão dos átomos. Disponível em: <https://htwins.net/scale2/>. Acesso em: 22 jul. 2022.

Use a barra de *zoom* para navegar por diferentes ordens de grandeza. Cada objeto é clicável, fornecendo tamanho e outras informações. A atividade permite retomar a habilidade de Matemática **EF06MA12** ("Fazer estimativas de quantidades e aproximar números para múltiplos da potência de 10 mais próxima.").

Para o docente conhecer outros modelos atômicos do início do século XX, sugerimos duas publicações: LOPES, C. V. M. **Modelos atômicos no início do século XX**: da física clássica à introdução da teoria quântica. 2009. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009. (Tese de Doutorado em História da Ciência.); MELZER, E. E. A.; AIRES, J. A. A História do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Amazônia** – Revista de Educação em Ciências e Matemática. v. 11 (22), p. 62-77, jan.-jun. 2015. Os textos sugeridos são disponibilizados na internet e podem ser encontrados buscando por título e nome dos autores.

## De olho na BNCC!

O texto *Em destaque* do item 8 contribui para continuar desenvolvendo a **competência geral 2** e a **competência específica 3**.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **número atômico** Número de prótons existente no núcleo de um átomo.
- **elemento químico** Conjunto de átomos com o mesmo número atômico.
- **número de massa** Valor que resulta da adição do número de prótons e do número de nêutrons de um átomo.

## Atividades

Ao final do item 9, o momento é oportuno para que os estudantes façam os exercícios 9 a 12 do *Use o que aprendeu* e as atividades 8 a 13 do *Explore diferentes linguagens*.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI03

“Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.”

O desenvolvimento dessa habilidade se iniciou no capítulo anterior, prossegue neste e continuará no seguinte.

Neste capítulo, os estudantes conheceram alguns fatos que revelam a natureza elétrica da matéria, o que abre caminho para a percepção de que um modelo atômico deve incluir essa natureza, como é o caso do modelo apresentado neste capítulo.

Uma outra característica desse modelo é a de que o átomo não é indivisível, mas sim constituído de partículas subatômicas.

Um ponto já comentado neste capítulo e que precisa ser enfatizado ao educador é que a proposição do modelo de Rutherford (1911) é anterior à descoberta do nêutron (1932). Assim, originalmente, esse modelo considerava o átomo constituído de prótons (no núcleo) e elétrons (na eletrosfera).



### Use a internet

Se você precisar de informações específicas sobre os elementos, há na internet tabelas periódicas interativas, como em: <https://www.tabelaperiodica.org/>. Acesso em: 13 abr. 2022. Dê uma busca por *tabela periódica* e você poderá encontrar outras.

Porém, se o número de elétrons for maior ou menor que o de prótons, então o átomo terá carga total não nula; ele será **eletricamente carregado**. Veremos, mais à frente, situações em que átomos não estão eletricamente neutros.

### ATIVIDADE



### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

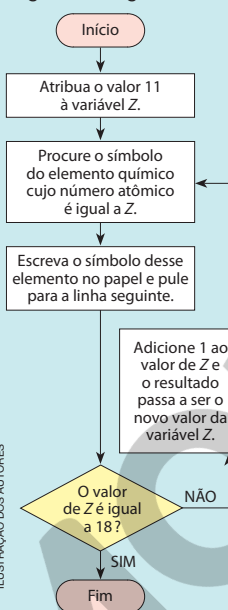
- número atômico
- elemento químico
- número de massa

### ATIVIDADE



### Para fazer no seu caderno

Analise o algoritmo representado pelo seguinte fluxograma:



42

## 10 A tabela periódica

### Períodos

A seguir, aparece a **tabela periódica**. Nela, os elementos estão relacionados, um em cada quadradinho, em **ordem crescente de número atômico**.

Existem sete linhas (seqüências horizontais), cada uma denominada **período**. A tabela periódica atual apresenta sete períodos. Os elementos com números atômicos de 57 a 71, chamados **lantânídeos**, e os de 89 a 103, chamados **actinídeos**, aparecem à parte dos demais, abaixo da tabela. Os lantânídeos pertencem ao sexto período e os actinídeos ao sétimo. Note que, nesses períodos, há um quadradinho que indica a localização desses elementos.

### Famílias ou grupos

Cada uma das dezoito colunas (seqüências verticais) é denominada **grupo** ou **família** de elementos. Por determinação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), os grupos são numerados atualmente de 1 a 18, mas ainda há quem utilize a representação anterior com letras e números (1A, 2A etc.).

Elementos com propriedades semelhantes ficam num mesmo grupo. Alguns dos grupos, por sua importância para a Química, recebem nomes especiais:

- O grupo 1, ou 1A, é o grupo dos **metais alcalinos**.
- O grupo 2, ou 2A, é o grupo dos **metais alcalinoterrosos**.
- O grupo 16, ou 6A, é o grupo dos **calcogênios**.
- O grupo 17, ou 7A, é o grupo dos **halogênios**.
- O grupo 18, ou 0 (zero), é o grupo dos **gases nobres**.

### Elementos representativos e de transição

Os elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 são denominados **elementos representativos**. Os dos grupos de 3 a 12 são chamados **elementos de transição**, sendo que os lantânídeos e os actinídeos são especificamente denominados **elementos de transição interna**.

## Sugestão de atividade

Construir um modelo de átomo, respeitando a proporção entre o raio do núcleo e o da eletrosfera. O que seria mais sensato empregar para representar o núcleo, de modo a ter um átomo com dimensões que caibam na sala ou, pelo menos, no terreno da escola: bola de pingue-pongue, bola de gude, grão de feijão, grão de areia ou o quê? A que distância desse objeto que representa o núcleo estariam os elétrons mais afastados, respeitando-se a proporção entre o raio do núcleo e o raio da eletrosfera?

Esta atividade propicia o entendimento do motivo pelo qual as ilustrações esquemáticas do átomo, no modelo de Rutherford (ou no de Bohr, apresentado no próximo capítulo), que aparecem em livros, estão sempre fora de proporção. É virtualmente impossível representar núcleo e eletrosfera, em escala, em uma folha de papel comum, de tal forma que o núcleo esteja bem visível. Se o diâmetro da eletrosfera for 20 cm, o do núcleo será, no máximo, dez mil vezes menor, isto é, 0,02 mm!

# Tabela periódica dos elementos (IUPAC)

1 ← Numeração dos grupos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC)  
 1A ← Numeração antiga dos grupos, NÃO recomendada pela IUPAC, porém ainda usada por alguns autores

18  
0

1 1,0 H hidrogênio	2 9,0 He hélio	3 6,9 Li lítio	4 9,0 Be berílio	5 23,0 Na sódio	6 24,3 Mg magnésio	7 40,1 Ca cálcio	8 39,1 K potássio	9 39,1 Rb rubídio	10 85,5 Cs césio	11 87,6 Sr estrôncio	12 40,1 Ba bário	13 137,3 Ra rádio	14 132,9 Fr frâncio	15 223,0 Ac actínio	16 232,0 Th tório	17 231,0 Pa protactínio	18 238,0 U urânio	19 238,0 Np néptunio	20 237,0 Pu plutônio	21 239,0 Am américio	22 243,0 Cm cúrio	23 247,0 Bk berquélio	24 251,0 Cf califórnio	25 252,0 Es éinstatímio	26 257,0 Fm fermício	27 261,0 Md mendelécio	28 268,9 No nobélio	29 272,0 Lr lawrêncio																																																								
3 19 19,0 K potássio	4 20 20,0 Ca cálcio	5 21 21,0 Sc escândio	6 22 22,0 Ti titânio	7 23 23,0 V vanádio	8 24 24,0 Cr cromio	9 25 25,0 Mn manganes	10 26 26,0 Fe ferro	11 27 27,0 Co cobalto	12 28 28,0 Ni níquel	13 29 29,0 Cu cobre	14 30 30,0 Zn zinco	15 31 31,0 Ga gálio	16 32 32,0 Ge germânio	17 33 33,0 As arsênio	18 34 34,0 Se selênio	19 35 35,0 Br bromo	20 36 36,0 Kr cripônio	21 37 37,0 Rb rubídio	22 38 38,0 Sr estrôncio	23 39 39,0 Y itríbio	24 40 40,0 Zr zircônio	25 41 41,0 Nb nióbio	26 42 42,0 Mo molibdênio	27 43 43,0 Tc tecnécio	28 44 44,0 Ru rútenio	29 45 45,0 Rh ródio	30 46 46,0 Pd paládio	31 47 47,0 Ag prata	32 48 48,0 Cd cádmio	33 49 49,0 In índio	34 50 50,0 Sn estanho	35 51 51,0 Sb antimônio	36 52 52,0 Te telúrio	37 53 53,0 I iodo	38 54 54,0 Xe xenônio	39 55 55,0 Cs césio	40 56 56,0 Ba bário	41 57 57,0 La lantanio	42 58 58,0 Ce cério	43 59 59,0 Pr praseodímio	44 60 60,0 Nd néodímio	45 61 61,0 Pm promécio	46 62 62,0 Sm samário	47 63 63,0 Eu europio	48 64 64,0 Gd gadolímio	49 65 65,0 Tb térbio	50 66 66,0 Dy disprósio	51 67 67,0 Ho hólmio	52 68 68,0 Er érbio	53 69 69,0 Tm tulio	54 70 70,0 Yb itêrbio	55 71 71,0 Lu lutécio	56 72 72,0 Hf hafnínio	57 73 73,0 Ta tântalo	58 74 74,0 W tungstênio	59 75 75,0 Re rênio	60 76 76,0 Os osmio	61 77 77,0 Ir íridio	62 78 78,0 Pt platina	63 79 79,0 Au ouro	64 80 80,0 Hg mercúrio	65 81 81,0 Tl talho	66 82 82,0 Pb chumbo	67 83 83,0 Bi bismuto	68 84 84,0 Po polônio	69 85 85,0 At astato	70 86 86,0 Rn radônio	71 87 87,0 Fr frâncio	72 88 88,0 Ra rádio	73 89-103 La-Lu lantanídeos	74 90 90,0 Th tório	75 91 91,0 Pa protactínio	76 92 92,0 U urânio	77 93 93,0 Np néptunio	78 94 94,0 Pu plutônio	79 95 95,0 Am américio	80 96 96,0 Cm cúrio	81 97 97,0 Bk berquélio	82 98 98,0 Cf califórnio	83 99 99,0 Es éinstatímio	84 100 100,0 Fm fermício	85 101 101,0 Md mendelécio	86 102 102,0 No nobélio	87 103 103,0 Lr lawrêncio

A tabela periódica da IUPAC não destaca os elementos em diferentes cores. Nesta página, para efeito didático, utilizaram-se as cores da tabela periódica da Sociedade Brasileira de Química (SBQ): hidrogênio e metais (verde), não metais (amarelo) e gases nobres de ocorrência natural (azul). A SBQ não usa a classificação semimetal.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Número atômico	<b>Símbolo</b>	Nome
Massa atômica		

Tabela periódica da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), com as massas atômicas aqui apresentadas com um algarismo após a vírgula. A massa atômica não está apresentada no caso de elementos que não têm isótopos estáveis. Os dados são provenientes de <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (acesso: mar. 2022), onde atualizações são periodicamente disponibilizadas.

Outra atividade sugerida é construir o eletroscópio da questão 5 do *Use o que aprendeu* e realizar o experimento descrito naquela questão.

## Item 10

O item apresenta a estrutura geral da tabela periódica. Esta, a nosso ver, deve ser considerada instrumento de consulta, a qualquer tempo, inclusive em avaliações. A tabela periódica apresentada no livro é a disponibilizada pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Considerando que a entidade não utiliza cores em sua tabela periódica e que todo e qualquer esquema classificatório esbarra em dificuldades e na possibilidade de questionamentos frente à imensa gama de propriedades dos elementos, optou-se, na obra, por utilizar o esquema de cores da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), com o qual muitos docentes estão familiarizados no Brasil.

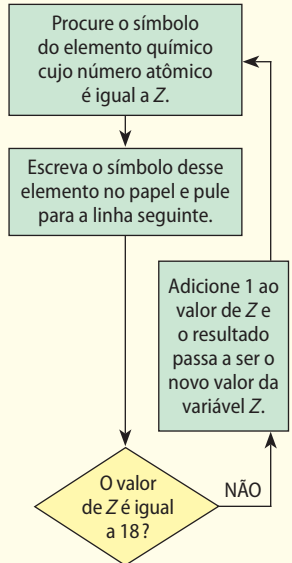
## Noções de pensamento computacional

A representação apresentada no primeiro *Para fazer no seu caderno* do item 10 é um **fluxograma**, uma representação gráfica da sequência de etapas que constituem um **algoritmo**. Algoritmos e fluxogramas já foram objeto de atividades no volume anterior e também no capítulo 1 deste volume. Habilidades de Matemática de anos anteriores também envolvem esses dois conceitos (por exemplo, EF06MA04, EF06MA23, EF07MA26, EF07MA28 e EF08MA16).

Para a análise do fluxograma proposto, os estudantes devem perceber que, inicialmente, o valor da variável Z é 11. O primeiro elemento cujo símbolo será procurado na tabela periódica e escrito no papel é o sódio.

Ao chegar ao bloco de decisão (losango amarelo), como Z (ainda) não vale 18, será acrescentado de uma unidade, passando a valer 12, o que conduzirá a procurar o símbolo do magnésio e a escrevê-lo no papel.

Um **loop** é um conjunto de instruções de um algoritmo que é executado repetidamente até que sejam alcançadas uma ou mais condições desejadas. O conjunto reproduzido a seguir é o **loop** que existe no algoritmo.



ILUSTRACÃO DOS AUTORES

Esse *loop* será repetido até que *Z* seja aumentado para 18, o que, em seguida, conduzirá a procurar o símbolo do argônio e a escrevê-lo no papel. Imediatamente após isso, a resposta à pergunta que está no bloco de decisão (losango amarelo) será “SIM” e o conjunto de instruções do algoritmo chegará ao fim.

Assim, como **resultado**, serão registrados no papel, em 8 linhas consecutivas, os símbolos do sódio (Na) ao argônio (Ar), ou seja, dos elementos que integram o **terceiro período** da tabela periódica.

O segundo *Para fazer no seu caderno* do item 10 propõe uma adaptação do fluxograma para expressar um novo algoritmo que, ao ser executado, resulte nos símbolos dos elementos lantanídeos.

Consultando a tabela periódica, verifica-se que os lantanídeos têm números atômicos de 57 (lantânio) a 71 (lutécio). A adaptação do fluxograma deve, portanto, ser feita de modo que a variável *Z* seja inicializada com o valor 57. Além disso, o *loop* deve ser interrompido quando, no teste do valor da variável *Z*, esta igualar 71. O fluxograma solicitado é:

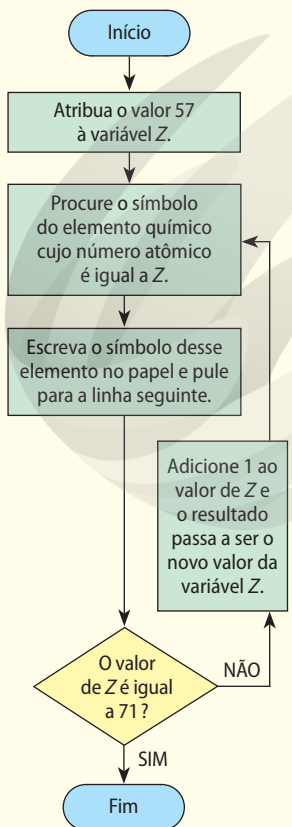


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

### ATIVIDADE

#### Para fazer no seu caderno

Esta atividade também é sobre **pensamento computacional** e envolve o algoritmo expresso pelo fluxograma da atividade *Para fazer no seu caderno* proposta anteriormente.

Esse algoritmo pode ser adaptado para que apresente, como resultado, os símbolos dos elementos denominados lantanídeos.

Faça as adaptações necessárias no fluxograma, em seu caderno, e simule a execução do algoritmo para verificar se o resultado é o pretendido. Se não for, modifique-o até atingir o objetivo pretendido.

### Metais, não metais e semimetais

Os elementos conhecidos como **metais** formam substâncias simples que, de modo geral, conduzem bem a corrente elétrica e o calor. Essas substâncias são facilmente transformadas em lâminas e em fios e são sólidas nas condições ambientes, isto é, a 25 °C de temperatura e pressão atmosférica do nível do mar. A substância simples formada pelo mercúrio (Hg), que é líquida nessas condições, é a única exceção entre os metais.

Os elementos denominados **não metais** (alguns os chamam **ametais**) formam substâncias simples que, ao contrário dos metais, não conduzem bem o calor nem a corrente elétrica (exceção importante é o carbono na forma da substância simples grafite) e não são facilmente transformadas em lâminas ou em fios. Dos não metais, alguns formam substâncias simples gasosas nas condições ambientes (hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, flúor e cloro), um forma substância simples líquida (bromo), e os demais formam substâncias simples sólidas.

Alguns autores chamam de **semimetais** alguns elementos que apresentam propriedades “intermediárias” entre as dos metais e as dos não metais. São eles o boro (B), o silício (Si), o germânio (Ge), o arsênio (As), o antimônio (Sb), o telúrio (Te) e o polônio (Po). Eles formam substâncias simples sólidas a 25 °C ao nível do mar. Dois semimetais de importância prática são o silício e o germânio, empregados em componentes eletrônicos. Existe, contudo, uma tendência crescente na literatura de não se empregar a terminologia semimetais. Há vários anos, por exemplo, a tabela periódica da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) classifica B, Si, As e Te como não metais e Ge, Sb e Po como metais.



44

Aproveite essa atividade para salientar aos estudantes uma das características do pensamento computacional: uma vez que se criou um algoritmo que resolve determinado problema, ele pode ser adaptado para a resolução de problemas similares.

### De olho na BNCC!

Os dois boxes *Para fazer no seu caderno* do item 10 possibilitam o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois propõem utilizar conhecimentos das linguagens matemática e científica para se expressar e partilhar informações e ideias e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Com essas atividades, pode também ser desenvolvida a **competência específica 6**, no tocante a utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa e reflexiva.

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

## 11 Isótopos

O hidrogênio é o elemento químico com  $Z = 1$ . Será que todos os átomos de hidrogênio que existem na natureza são exatamente iguais?

A resposta é não. A maioria dos átomos de hidrogênio pode ser representada por  ${}^1_1\text{H}$ . Contudo, além deles, existem também outros, em menor quantidade, representados por  ${}^2_1\text{H}$  e  ${}^3_1\text{H}$ .

Que semelhança e que diferença há entre eles?

Os três possuem em comum o número de prótons ( $Z$ ) (e, considerando-os eletricamente neutros, também o número de elétrons). A diferença está no número de nêutrons.

Já que possuem o mesmo número atômico, são átomos do mesmo elemento químico: o hidrogênio. Dizemos que esses três átomos são isótopos.

**Isótopos** são dois ou mais átomos que possuem o mesmo número atômico ( $Z$ ) e diferentes números de massa ( $A$ ). Isótopos **sempre pertencem ao mesmo elemento químico**, pois possuem o mesmo  $Z$ , e são, portanto, representados por um mesmo símbolo. A maioria dos elementos químicos é constituída por dois ou mais isótopos presentes na natureza, geralmente, em diferentes quantidades.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

• tabela periódica • grupo • período • isótopos

### EM DESTAQUE

#### Isótopos na água

Quando dizemos que os isótopos pertencem ao mesmo elemento químico (pois têm o mesmo  $Z$ ), estamos dizendo que eles possuem propriedades químicas semelhantes.

Assim, por exemplo, os átomos de hidrogênio que existem numa molécula de água,  $\text{H}_2\text{O}$ , podem ser qualquer um de seus isótopos. O átomo de oxigênio também pode ser qualquer um de seus isótopos.

Isótopos do hidrogênio:  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$  ou  ${}^3_1\text{H}$

Isótopos do oxigênio:  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{17}_8\text{O}$  ou  ${}^{18}_8\text{O}$

**Todos os isótopos de um certo elemento**, por possuírem propriedades químicas semelhantes, **podem tomar parte na composição das mesmas substâncias**.

A abundância dos isótopos (a quantidade de cada um deles que existe na natureza) é normalmente diferente. Assim, por exemplo, de cada 10 000 átomos de oxigênio, os químicos concluíram que 9976 são de  ${}^{16}_8\text{O}$ , 4 são de  ${}^{17}_8\text{O}$  e 20 são de  ${}^{18}_8\text{O}$ .

Elaborado com dados obtidos de: HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Em uma amostra de água, podem existir três isótopos diferentes de hidrogênio e três de oxigênio.



BANANASTOCKGETTY IMAGES

### Use a internet

Acesse uma tabela periódica interativa na qual, clicando no quadradinho do elemento, você terá uma lista de suas principais aplicações, onde é encontrado e o ano e local da descoberta: <https://www.tabelaperiodicacompleta.com/>. Acesso em: 13 abr. 2022.



Cada isótopo tem determinada abundância natural. Por exemplo, os isótopos naturais do neônio (e suas abundâncias) são  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  (90,48%),  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  (0,27%) e  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$  (9,25%). Note que a adição das abundâncias de todos os isótopos naturais de um elemento resulta em 100%.

Dos elementos químicos que têm ocorrência natural, vinte (Be, F, Na, Al, P, Sc, Mn, Co, As, Y, Nb, Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Au e Bi) são encontrados como um único tipo de átomo; todos os outros apresentam dois ou mais isótopos naturais.

O ponto central desse item é a percepção de que isótopos pertencem a um **mesmo elemento químico** e, por isso, são designados por mesmo nome e mesmo símbolo.

A seu critério, você pode mencionar que o único caso de isótopos que têm símbolos e nomes alternativos é o do elemento hidrogênio:

- ${}^1_1\text{H}$ , prótio ou hidrogênio leve;
- ${}^2_1\text{H}$  ou  ${}^2_1\text{D}$ , deutério ou hidrogênio pesado;
- ${}^3_1\text{H}$  ou  ${}^3_1\text{T}$ , trítio ou tritério.

Saliente aos estudantes que o hidrogênio leve (cuja abundância isotópica é 99,99%) é o único átomo que não apresenta nêutrons.

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **tabela periódica** Arranjo no qual os elementos químicos estão dispostos em ordem crescente de número atômico e de acordo com a repetição regular de suas propriedades.
- **grupo** Coluna (vertical) da tabela periódica. Também chamado de família.
- **período** Linha (horizontal) da tabela periódica.
- **isótopos** Átomos de mesmo número atômico e diferentes números de massa.

## Atividades

Ao final do item 10, proponha os exercícios 13 a 15 do *Use o que aprendeu*.

### Item 11

A maioria dos elementos químicos encontrados na natureza ocorre como dois ou mais **isótopos**, átomos de mesmo número atômico e diferentes números de nêutrons (e, conseqüentemente, diferentes números de massa). Por exemplo, os isótopos naturais do magnésio são  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ,  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$  e  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ , e os do bromo são  ${}^{79}_{35}\text{Br}$  e  ${}^{81}_{35}\text{Br}$ .

A palavra **isótopo** vem do grego "lugar igual", em referência ao fato de os isótopos ocuparem posição coincidente na tabela periódica (mesmo elemento).

## Sugestão de atividade

Você pode propor aos estudantes que elaborem um pequeno texto sobre o seguinte: O modelo atômico de Dalton afirma que todos os átomos são indivisíveis e que átomos de um mesmo elemento têm a mesma massa. Proponha duas **críticas** a esse modelo, embasando-as em **argumentos científicos**.

Espera-se que os estudantes comentem, no texto, que os átomos são constituídos de partículas subatômicas (elétrons, prótons e nêutrons) e, por isso, não são indivisíveis. Além disso, a existência de isótopos evidencia que os átomos de um mesmo elemento não são necessariamente idênticos. No caso, diferem no número de nêutrons e, conseqüentemente, na massa.

## Interdisciplinaridade

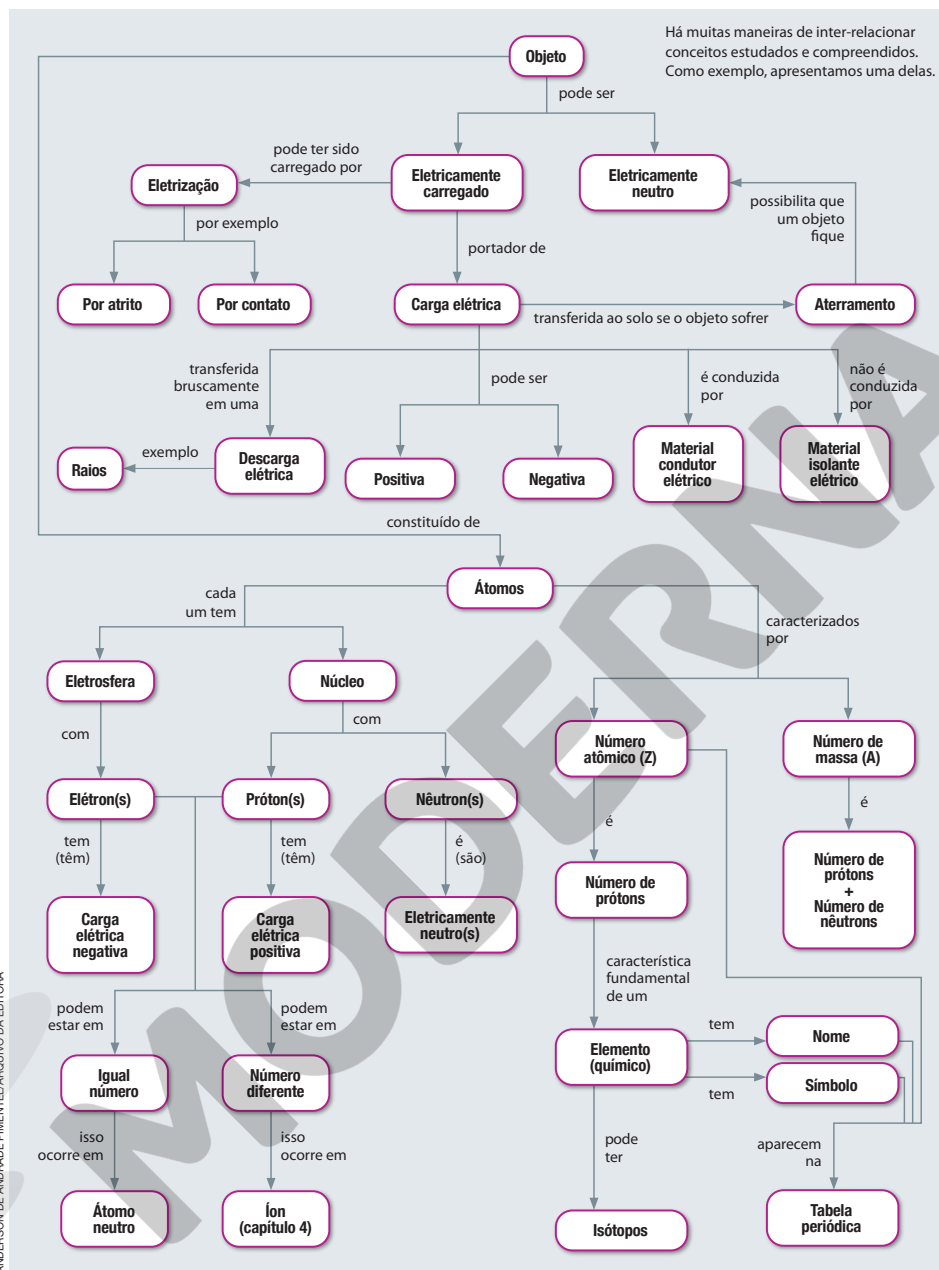
Uma atividade diferente e motivadora pode ser denominada *Fazendo arte com a tabela periódica*.

Nela, a critério do docente de Arte, podem ser exploradas diferentes formas de expressão plástica, bi ou tridimensional, em que a tabela periódica e/ou os símbolos dos elementos sejam usados como parte da composição visual da produção. A ideia que aqui se sugere não é a construção de uma tabela artística, mas a “desconstrução” da tabela periódica como parte de um trabalho de criação artística que, espera-se, seja um meio não verbal de estabelecer afeição a esse importante construto científico.

## De olho na BNCC!

A atividade interdisciplinar com Arte, proposta anteriormente, vai ao encontro do desenvolvimento da **competência geral 3**, posto que constitui estímulo para valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



Também oportuniza o desenvolvimento da **competência geral 4**, na medida em que propõe utilizar conhecimentos da linguagem artística para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos.

A atividade sobre produção artística envolvendo a tabela periódica pode abranger diversas técnicas e ir ao encontro das seguintes habilidades de Arte: **EF69AR06** (“Desenvolver processos de criação em artes visuais, com base em temas ou interesses artísticos, de modo individual, coletivo e colaborativo, fazendo uso de materiais, instrumentos e recursos convencionais, alternativos e digitais”); **EF69AR07** (“Dialogar com princípios conceituais, proposições temáticas, repertórios imagéticos e processos de criação nas suas produções visuais”); **EF69AR31** (“Relacionar as práticas artísticas às diferentes dimensões da vida social, cultural, política, histórica, econômica, estética e ética”).



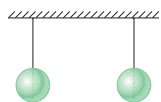


Use o que aprendeu

1. Após atritar vigorosamente um balão de borracha nos cabelos e afastá-lo alguns centímetros, uma pessoa observou o que está na foto. Qual é a explicação científica para os cabelos serem atraídos pelo balão?



2. Algumas marcas de biscoitos salgados são comercializadas em pacotes com poucas unidades, em embalagens de plástico. Ao abrir algumas dessas embalagens, é comum pequenos pedaços do plástico rasgado grudarem na mão da pessoa. Proponha uma explicação para esse acontecimento.
3. Duas esferas de plástico de diâmetro 1 cm foram penduradas a 3 cm de distância entre elas, usando um fio isolante, como mostra o desenho.



Separadamente, cada uma delas foi atritada em um pedaço de tecido de lã.

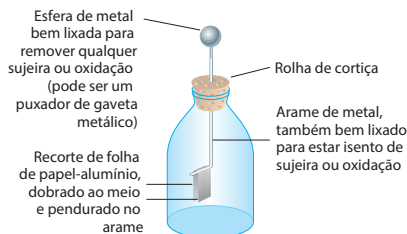
- a) As cargas elétricas adquiridas pelas esferas têm sinais iguais ou diferentes?
- b) Faça um desenho que esboce a situação do experimento logo após as esferas serem atritadas na lã.
- c) Como se chama o processo que fez com que elas adquirissem carga elétrica?

4. Um bastão de vidro foi eletrizado por atrito com um pedaço de tecido de seda. Uma pequena esfera plástica A foi eletrizada por contato com esse bastão.

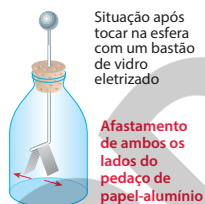
Um bastão de borracha rígida foi eletrizado por atrito com outro pedaço de tecido de seda. Uma pequena esfera plástica B foi eletrizada por contato com esse bastão.

Consulte as informações necessárias no capítulo e responda: a força entre as esferas A e B é de atração ou de repulsão? Por quê?

5. Em um experimento escolar, um grupo de estudantes construiu o seguinte dispositivo, denominado **eletroscópio**.



Um bastão de vidro foi eletrizado por atrito com um pedaço de lã. A seguir, o bastão foi encostado na parte de cima do eletroscópio, o que fez com que as metades do pedaço de papel-alumínio se afastassem, como mostrado na ilustração.



- a) Os metais são condutores elétricos ou isolantes elétricos?
  - b) Tendo em mente sua resposta à pergunta anterior, explique por que as metades da folha de papel-alumínio se afastaram.
  - c) Se um fio terra for ligado à parte metálica do eletroscópio, o que acontecerá com as metades da folha de papel-alumínio? Por quê?
6. Durante a reforma de um prédio, o grosso fio de metal que liga um para-raios ao solo foi cortado. Explique por que isso tornará esse dispositivo ineficiente na proteção contra os raios.

4. O texto do capítulo informa que, ao atritarmos vidro e seda, o vidro adquire carga positiva e a seda, carga negativa. Assim, a esfera A, eletrizada por contato com o vidro, fica **positivamente** carregada. O texto também informa que, ao atritarmos borracha rígida e seda, a borracha adquire carga negativa e a seda, carga positiva. A esfera B, eletrizada por contato com a borracha, fica **negativamente** carregada. Portanto, a força entre A (positiva) e B (negativa) é de **atração**.

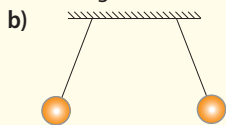
5. a) Os metais são condutores elétricos.
- b) O bastão de vidro está eletrizado (positivamente) por causa do atrito com a lã. Ao tocar com ele no metal do eletroscópio, parte dessa carga é transferida para o metal e espalha-se por ele, pois trata-se de um material condutor elétrico. Os dois lados do pedaço de papel-alumínio passam a ter carga elétrica de mesmo sinal e, por isso, passam a se repelir.
- c) Os dois lados do papel-alumínio voltam à posição inicial porque o fio terra faz o metal ficar neutro.

6. O fio citado permite que as cargas sejam transferidas para o solo, caso o para-raios seja atingido por uma descarga. Se o fio estiver cortado, essa transferência não acontecerá e o dispositivo será ineficiente.

7. a) Uma descarga elétrica proveniente da mão, caso ela esteja eletrizada.
- b) Porque, ao tocar no metal da carcaça metálica, a carga elétrica presente na mão se transferirá para ele.

Respostas do Use o que aprendeu

1. Ao serem atritados, o balão e os cabelos adquiriram cargas elétricas de sinais opostos (eletrização por atrito). Assim, os dois objetos passam a se atrair mutuamente.
2. Enquanto a pessoa está abrindo a embalagem, a pele e o plástico eletrizam-se por atrito, adquirindo cargas de sinais opostos. Por isso, o plástico passa a ser atraído pela mão (e a atraí-la, também).
3. a) As cargas elétricas adquiridas pelas esferas têm sinais iguais.



- b) As esferas adquiriram carga elétrica pelo processo de eletrização por atrito.

8. Alternativa C.
- Certa. A situação é de eletrização por atrito.
  - Errada. A eletrização descrita ocorre por atrito.
  - Certa. A descarga elétrica transfere carga entre os dois corpos.
9. a) Prótons, nêutrons e elétrons. (Exceção seja feita ao isótopo  ${}^1_1\text{H}$ , que não apresenta nenhum nêutron.)

- b) Conjunto de todos os átomos que apresentaram o mesmo número atômico (número de prótons no núcleo).
10. a) Consultando a tabela periódica, determina-se o nome: cobalto.
- b) É o número atômico do cobalto, que indica quantos prótons há no núcleo de cada átomo desse elemento.
- c) É o número de massa do átomo de  ${}^{57}_{27}\text{Co}$ ; indica a soma do número de prótons com o de nêutron.

11. a) Seu número atômico é 11, pois tem 11 prótons.
- b) Seu número de massa é 23, que corresponde à soma do número de prótons (11) e de nêutrons (12).
- c) O elemento é o sódio (Na) e o átomo em questão é representado assim:  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ .

12. O átomo  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$  apresenta 38 prótons, pois seu número atômico é 38. O número de nêutrons é 52, que pode ser determinado subtraindo o número de prótons (38) do número de massa (90). Analogamente, determinamos que o  ${}^{131}_{53}\text{I}$  tem 53 prótons e 78 nêutrons e que o  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$  tem 55 prótons e 82 nêutrons.

13. Na tabela periódica, os elementos estão colocados em ordem crescente de **número atômico**. As linhas (horizontais) são denominadas **períodos**, e as colunas (verticais) são chamadas de **grupos** (ou **famílias**).

7. Quando um técnico que faz manutenção de computadores vai tocar em algum componente interno do aparelho (que está **desligado e desconectado da tomada**), ele primeiro encosta firmemente as mãos na carcaça metálica do aparelho para, só então, tocar no componente eletrônico. Caso contrário, há o risco de danificar tal componente.
- O que poderia danificar o componente?
  - Por que o procedimento adotado pelo técnico evita o dano?

**ATENÇÃO!**

A parte interna de equipamentos elétricos pode oferecer **RISCO DE QUEIMADURAS, CHOQUE ELÉTRICO E MORTE**, às vezes mesmo depois de desligados da tomada. Por isso, a abertura e o conserto desses equipamentos devem ser feitos por profissionais treinados para isso.

8. (Extraído do vestibular da PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.) Leia com atenção a tira do gato Garfield e analise as afirmativas que se seguem.



- Garfield, ao esfregar suas patas no tapete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como eletrização por atrito.
- Garfield, ao esfregar suas patas no tapete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como eletrização por indução.
- O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que é transferida de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas:

- I, II e III
- I e II
- I e III
- II e III
- apenas I

A tabela periódica existe para **consulta**. Utilize-a **sempre** que julgar necessário.

9. Tudo ao nosso redor é formado por **átomos de elementos químicos**.
- Quais são as partículas que formam um átomo?
  - Como se conceitua, atualmente, elemento químico?
10. Os médicos utilizam átomos de  ${}^{57}_{27}\text{Co}$  no diagnóstico de problemas no metabolismo da vitamina  $\text{B}_{12}$ .
- Pesquise qual é o nome do elemento químico de símbolo Co.
  - Explique o significado do número 27 que aparece em  ${}^{57}_{27}\text{Co}$ .
  - Explique o significado do número 57 que aparece em  ${}^{57}_{27}\text{Co}$ .
11. Um átomo muito importante para a saúde humana apresenta núcleo com 11 prótons e 12 nêutrons.
- Qual é seu número atômico?
  - Qual é seu número de massa?
  - Após consultar a tabela periódica, represente o átomo em questão, escrevendo seu símbolo acompanhado do número atômico e do número de massa.
12. Em 1986, um acidente nuclear muito grave aconteceu na usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia. Tal acidente liberou vários átomos perigosos na atmosfera, entre os quais  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ ,  ${}^{131}_{53}\text{I}$  e  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ . Quantos prótons e quantos nêutrons possui cada um desses átomos?
13. Copie as frases em seu caderno e complete-as para que fiquem corretas.  
Na tabela periódica, os elementos estão colocados em ordem crescente de  $\blacksquare$ . As linhas (horizontais) são denominadas  $\blacksquare$ , e as colunas (verticais) são chamadas de  $\blacksquare$  ou  $\blacksquare$ .
14. **Consultando** a tabela periódica, localize o grupo a que pertencem os elementos químicos que têm os seguintes símbolos:
- |               |               |
|---------------|---------------|
| a) He, Ne, Ar | e) Mg, Ca, Ba |
| b) F, Cl, Br  | f) O, S, Se   |
| c) Li, Na, K  | g) N, P, As   |
| d) C, Sn, Pb  | h) B, Al, Ga  |
15. **Consultando** a tabela periódica, escreva em seu caderno o nome dos elementos envolvidos na questão anterior.

- |                  |              |              |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 14. a) Grupo 18. | c) Grupo 1.  | e) Grupo 2.  | g) Grupo 15. |
| b) Grupo 17.     | d) Grupo 14. | f) Grupo 16. | h) Grupo 13. |
15. a) Hélio, neônio, argônio.  
b) Flúor, cloro, bromo.  
c) Lítio, sódio, potássio.  
d) Carbono, estanho, chumbo.  
e) Magnésio, cálcio, bário.  
f) Oxigênio, enxofre, selênio.  
g) Nitrogênio, fósforo, arsênio.  
h) Boro, alumínio, gálio.



## Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

### FOTOGRAFIA

As três atividades a seguir referem-se à fotografia, tirada durante a transferência de combustível de um caminhão-tanque para o tanque de um avião. Antes de iniciar a transferência e durante todo o processo, a parte metálica do avião é ligada ao solo por meio de um fio, indicado pela seta vermelha.



EDUARDO SANTALESTRA

1. Como se chama o procedimento de ligar um objeto ao solo com um fio condutor?
2. Que nome se dá ao fio usado para tal fim?
3. Por que é necessário esse contato da parte metálica do avião com o solo durante a transferência do combustível?

### CHARGE

Observe a charge e, a seguir, realize as atividades 4 a 7.



REAL LIFE ADVENTURES, GARY WISE AND LANCE ALDRICH © 2004 GARLAND/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

4. Explique a razão de os cabelos do personagem terem se arrepiado.
5. Com base na resposta que você apresentou para a atividade 4, o que você acha que aconteceu com a blusa de lã?
6. O homem da charge escureceu a sala, aproximou a blusa de uma maçaneta de metal e viu uma pequena faísca saltar entre esses objetos. Explique por que isso ocorreu.
7. Por que, em um dia chuvoso, provavelmente não aconteceria o que está retratado na charge?

### TIRINHA E TABELA PERIÓDICA

As atividades 8 a 10 se referem à tirinha.



FOXTROT, BILL AMEND © 2004 BILL AMEND/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

8. No terceiro quadrinho, o estudante se refere a um conceito químico. Explique o significado desse conceito e que relação tem com os elementos químicos.
9. Consultando a tabela periódica, deduza a combinação atual do cadeado do estudante.
10. Também com base na tabela periódica, deduza a combinação do cadeado dele no ano anterior.

## De olho na BNCC!

Na seção *Use o que aprendeu*, encontra-se oportunidade de trabalhar novamente a **competência específica 3**, na atividade 1, e a **competência específica 2**, na atividade 7.

## Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Aterramento.
2. Fio terra.
3. Porque, se ela estiver eletrizada, poderá haver uma descarga elétrica para algum objeto ou pessoa que dela se aproxime, e a faísca poderá incendiar o vapor do combustível.
4. O atrito da blusa de lã com os cabelos (limpos e secos) faz com que a blusa e os cabelos se eletrizem por atrito. Como os fios de cabelo passam a estar eletrizados com cargas de mesmo sinal, eles se repelem mutuamente.
5. Considerando que a eletrização dos cabelos se deu por atrito, então a blusa de lã ficou eletrizada com carga de sinal oposto ao da carga elétrica dos cabelos.
6. Quando a blusa eletrizada chega bem perto da maçaneta, ocorre uma pequena descarga elétrica (faísca) entre a lã e o metal, transferindo carga para o metal.
7. A carga adquirida pelos cabelos (e também pela blusa) é transferida para a água atmosférica (eletrização por contato). Isso diminui a chance de os cabelos permanecerem eletrizados.
8. O estudante se refere ao conceito de *número atômico*, que corresponde ao número de prótons no núcleo de um átomo. Cada elemento químico é caracterizado pelo número de prótons no núcleo de seus átomos, ou seja, cada elemento químico tem seu próprio número atômico.
9. C ( $Z = 6$ );  
P ( $Z = 15$ );  
Mn ( $Z = 25$ ).  
A combinação é 61525.
10. Kr ( $Z = 36$ );  
N ( $Z = 7$ );  
Ti ( $Z = 22$ ).  
A combinação era 36722.

11. Ao fazer o questionamento, o perguntador se referiu às necessidades do cidadão, àquilo que tem importância fundamental para a qualidade de vida de cada indivíduo. O político falou de elementos químicos presentes no corpo humano. Portanto, ele não entendeu a pergunta (ou não quis responder ao questionamento).
12. Ordem decrescente de abundância no corpo humano (considerando porcentagem em massa).
13. Magnésio, pois é o próximo em ordem decrescente de abundância no corpo humano.

### De olho na BNCC!

As atividades 11 a 13 da seção *Explore diferentes linguagens* oferecem novamente a oportunidade para desenvolvimento da **competência geral 4**, já citada anteriormente neste capítulo.

Há também, neste conjunto de atividades, a possibilidade de desenvolver a **competência específica 4**, que envolve avaliar aplicações e implicações políticas e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo.

A seção *Seu aprendizado não termina aqui*, ao estimular os estudantes a explicar fenômenos elétricos ocorridos no cotidiano, possibilita, mais uma vez neste capítulo, o desenvolvimento da **competência específica 2**.

### TIRINHA E TABELA

Observe a tirinha e a tabela seguinte para realizar as atividades 11 a 13.



Informações sobre elementos químicos responsáveis por mais de 99% da massa do corpo humano e da crosta terrestre

Símbolo do elemento	Número atômico	Porcentagem em massa no corpo humano	Porcentagem em massa na crosta terrestre
H	1	10	0,9
C	6	23	0,08
N	7	2,6	0,03
O	8	61	49,3
Na	11	0,14	2,7
Mg	12	0,027	1,9
Al	13	—	7,6
Si	14	—	25,8
P	15	1,1	0,12
S	16	0,2	0,06
Cl	17	0,12	0,2
K	19	0,2	2,4
Ca	20	1,4	3,4
Fe	26	0,0060	4,7

Fonte: EMSLEY, J. *Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements*. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 8; BETTELHEIM, F. A. et al. *Introduction to General, Organic, and Biochemistry*. 12. ed. Boston: Cengage, 2020. p. 32.

11. O político entendeu corretamente a pergunta que lhe foi dirigida? Justifique, explicando a que o perguntador se referiu ao realizar seu questionamento e a que o político se referiu ao responder.
12. No último quadrinho, o elaborador da tirinha empregou um **critério** para ordenar a lista. Que critério é esse?
13. Se fôssemos citar mais um item na lista, qual seria ele? Por quê?

### Seu aprendizado não termina aqui

Dependendo do local em que você mora, em certas épocas do ano, podem ser frequentes pequenos "choques elétricos" ao tocar em objetos metálicos, tais como maçanetas, chaves e carcaça de automóveis.

Quando esse fenômeno acontecer, procure avaliar as circunstâncias envolvidas (roupa, piso, calçado, umidade do ar etc.) e, usando o que aprendeu neste capítulo, tente encontrar uma explicação para o ocorrido.

## Ondas eletromagnéticas e modelo atômico de Bohr

Um globo de plasma é uma esfera de vidro contendo gás a baixa pressão, projetada para possibilitar a passagem de corrente elétrica entre um eletrodo central e a esfera. Por que essa passagem de corrente elétrica faz o gás emitir luz? Por que a luminosidade se dirige aos pontos em que alguém toca a esfera? Em que outras situações há emissão de luz devido a um fenômeno semelhante?

ARABUS/SHUTTERSTOCK



51

### Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Noções sobre a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas
- Noções da presença de ondas eletromagnéticas em nosso cotidiano
- Espectros atômicos
- Modelo atômico de Bohr
- Fatos cotidianos explicáveis pelo modelo de Bohr
- Distribuição eletrônica nas camadas para elementos representativos
- Distribuição eletrônica e tabela periódica

Este capítulo oferece, inicialmente, uma noção sobre ondas eletromagnéticas e sua importância. Esse trabalho inicial é essencial para que, a seguir, possa ser apresentado o modelo atômico de Bohr.

Na sequência, o capítulo discute o papel da absorção e da emissão de ondas eletromagnéticas nas transições eletrônicas e apresenta exemplos de fenômenos que podem ser explicados pelo modelo de Bohr. Finalmente, aborda distribuição eletrônica (de átomos neutros) nas camadas e sua relação com a tabela periódica.

### Foto de abertura

Reserve um tempo da aula para que os estudantes respondam às questões propostas na legenda. Esse momento permitirá que você obtenha dados quanto aos conhecimentos prévios da turma sobre o tema. Ao final do capítulo, volte às respostas e convide-os a reformulá-las, se necessário, de acordo com o que aprenderam.

A passagem de corrente elétrica faz com que elétrons dos átomos do gás sejam promovidos para níveis de maior energia. No retorno ao estado fundamental, há emissão de luz. Nos pontos em que alguém toca a esfera, o vidro é conectado eletricamente ao solo (aterramento), pois o corpo humano é razoavelmente condutor de eletricidade. Assim, as descargas elétricas se dirigem preferencialmente aos locais da esfera tocados pela pessoa.

Emissão de luz pelo retorno de elétrons excitados ocorre também, por exemplo, em luminosos de neônio, lâmpadas fluorescentes, vaga-lumes, fogos de artifício e teclas fosforescentes de interruptores.

### De olho na BNCC!

A foto de abertura do capítulo e sua legenda favorecem o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois as perguntas propostas incentivam os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar hipóteses com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI05

“Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.”

Com a atividade da seção *Motivação*, inicia-se o desenvolvimento da habilidade **EF09CI05**, que prossegue neste capítulo e que se concluirá na atividade de encerramento da unidade B.

A atividade experimental proposta nessa seção *Motivação* pretende iniciar a seguinte problematização: como o faiscamento elétrico que ocorre entre as duas pontas desencapadas dos fios, quando o circuito é fechado, pode interferir na recepção do sinal AM?

Ao chegar no terceiro parágrafo do subitem *Rádio AM* do item 3, caso os estudantes não tenham conseguido explicar isso antes, eles descobrirão que um faiscamento elétrico cria ondas eletromagnéticas que interferem na recepção das ondas de rádio AM. Isso propicia a percepção de que ondas eletromagnéticas (1) não são visíveis e (2) podem ser produzidas em fenômenos de natureza elétrica.

### Item 1

Apresente aos estudantes o conceito de onda, conforme está no livro do estudante. Esse conceito será importante não apenas para o desenvolvimento deste capítulo, mas também do capítulo 5, sobre ondas sonoras.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

► Averiguar se descargas elétricas interferem na recepção do sinal das emissoras de rádio AM.

Você vai precisar de:

- um rádio AM com antena
- uma pilha de 1,5 V
- fita adesiva
- uma sala que possa ser totalmente escurecida
- dois pedaços de fio elétrico fino com as extremidades desencapadas (PEÇA A UM ADULTO que as desencape)

### Procedimento

1. Grude, com fita adesiva, uma das extremidades de um fio no polo positivo da pilha e uma das extremidades do outro fio no polo negativo, como mostra a figura A.
2. Segure os fios pela parte encapada. Escureça a sala. Raspe repetidas vezes as extremidades soltas dos dois fios, como na figura B. Nessa etapa do experimento você deve ter constatado que, ao raspá-las, ocorreu um leve faiscamento. Clareie a sala.
3. Ligue o rádio e sintonize uma emissora AM.
4. Segure a pilha próximo à antena e volte a raspar repetidas vezes as extremidades dos fios. O que acontece com a qualidade da recepção da emissora quando as extremidades são raspadas? Como explicar o observado?
5. Ao final, remova os fios para que suas extremidades não permaneçam encostadas, o que descarregaria a pilha.

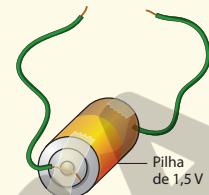


Figura A

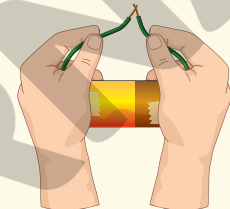


Figura B

ILUSTRAÇÕES: REINALDO VIGNATTI/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

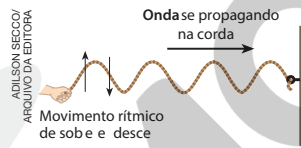
### 1 Ondas

#### Ondas em uma corda

Considere uma corda esticada, com uma de suas extremidades presa a uma parede e a outra segurada por uma pessoa. Se a pessoa realizar um movimento rítmico de sobe e desce com a mão, fará com que uma **onda** se propague na corda esticada, como mostra o esquema.

#### O conceito de onda

Ondas são perturbações regulares que se propagam, mas não transportam matéria. As ondas apenas transportam energia. A **Ondulatória** é a parte da Física que estuda as ondas e os fenômenos relacionados a elas.



(Representação esquemática fora de proporção.)

Fonte: OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. *Inquiry into Physics*. 8. ed. Boston: Cengage, 2018, p. 215.

## Ondas apresentam efeitos detectáveis

Considere duas rolhas de cortiça, A e B, fluando na superfície parada da água, a certa distância uma da outra. Utilizando o dedo para fazer com que a rolha A realize um movimento de sobe e desce, a água, inicialmente parada, também começará a oscilar. Aparece uma onda na superfície da água. E a outra rolha, B, que estava inicialmente parada, também passa a oscilar num movimento de sobe e desce. A onda transporta energia de uma rolha até a outra, colocando-a em movimento.

Se a água fosse invisível, não veríamos a onda que se propaga em sua superfície. Mas, se uma rolha flutuante começasse a oscilar, estaríamos observando uma **evidência** da propagação da onda.

Esse ponto é muito importante para você entender o que será estudado neste capítulo: **mesmo que uma onda não seja vista, os seus efeitos podem ser detectados**, isto é, podem ser percebidos de algum modo. Nesse exemplo, uma simples rolha funciona como um detector de ondas.

## Frequência de uma onda

Uma das características importantes de qualquer onda é sua **frequência**, ou seja, o número de oscilações por unidade de tempo. A unidade mais comum usada internacionalmente para expressar a frequência de uma onda é o **hertz**, simbolizado por **Hz**, que pode ser interpretado como *uma oscilação por segundo*.

Assim, por exemplo, dizer que a corda de um violino, colocada em vibração pelo músico, emite uma onda sonora de frequência 440 Hz (lê-se 440 hertz) significa dizer que essa onda sonora produzida pelo instrumento realiza 440 oscilações a cada segundo.

### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

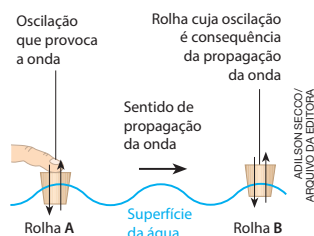
*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- onda
- frequência
- hertz (Hz)

## 2 Ondas: mecânicas versus eletromagnéticas

Ondas em cordas, ondas na superfície da água e ondas sonoras são exemplos de **ondas mecânicas**. Esse tipo de onda precisa de um meio material para se propagar e, portanto, **não** se propaga no vácuo (ausência de matéria).

Já a luz é classificada no grupo das **ondas** (ou **radiações**) **eletromagnéticas**, aquelas que **não** necessitam de um meio material para propagar-se, ou seja, aquelas que conseguem se propagar no vácuo.



Uma rolha A posta em movimento produz uma onda na superfície da água. A energia transportada pela onda faz a rolha B também oscilar. (Representação esquemática fora de proporção.)

Fonte: BALL, L. et al. *Smithsonian supersimple Physics: the ultimate bite-size study guide*. Londres: Dorling Kindersley, 2021. p. 113.

ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar uma demonstração relacionada às ondas eletromagnéticas.
- Consultar corretamente a tabela periódica, visando à obtenção do número atômico de um elemento.
- Associar a posição de um elemento representativo na tabela periódica (período e grupo) à sua distribuição eletrônica em camadas e vice-versa.

Realizar uma demonstração relacionada às ondas eletromagnéticas é um conteúdo que pode ser desenvolvido com o experimento que abre o capítulo (comentário sobre ele feito anteriormente).

Os demais conteúdos procedimentais elencados para este capítulo podem ser desenvolvidos com as atividades finais do capítulo.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **onda** Uma perturbação que se propaga, transferindo energia de um ponto para outro, mas não matéria.
- **frequência** Número de oscilações realizadas por unidade de tempo.
- **hertz (Hz)** Unidade para expressar frequência, que podemos interpretar como "oscilação por segundo".

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Como se mede a velocidade com que uma estrela se afasta da Terra?”.

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **onda mecânica** Onda que se propaga apenas em um meio material.
- **onda eletromagnética** Onda que pode se propagar em um meio material ou no vácuo.

### Item 2

Auxilie os estudantes na leitura do esquema do espectro eletromagnético.

Retome (do 6º ano), que o espectro da luz visível (isto é, a porção visível do espectro eletromagnético) pode ser obtido pela decomposição da luz solar branca ao passar por um prisma de vidro.

Saliente que o espectro visível é constituído de ondas com diferentes frequências e que correspondem às inúmeras diferentes tonalidades de cores presentes no arco-íris.

### De olho na BNCC!

Os itens 2 e 3 auxiliam os estudantes a compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas e do mundo do trabalho e continuar aprendendo, trabalhando, assim, o que é enunciado na **competência específica 2**.

Esses itens também vão ao encontro do preconizado na **competência específica 4**, pois auxiliam em avaliar aplicações da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

#### ATIVIDADE

A-2

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- onda mecânica
- onda eletromagnética

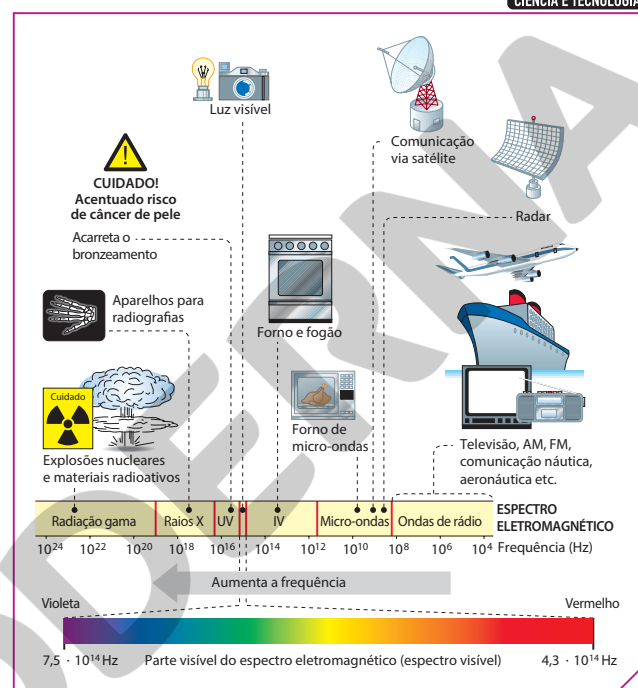
Representação esquemática fora de proporção do espectro eletromagnético, mostrando os diferentes nomes dados às ondas eletromagnéticas dependendo da frequência (UV indica ultravioleta, e IV, infravermelho). Lembre-se de que  $10^4$  significa 10 000,  $10^6$  significa 1 000 000, e assim por diante.

Fonte: Figura elaborada a partir de WALKER, J. Halliday & Resnick *Fundamentals of Physics*. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 973.

Outros exemplos de ondas eletromagnéticas são o infravermelho, o ultravioleta, as ondas de rádio e de tevê, as micro-ondas, os raios X e os raios gama.

Todas as ondas eletromagnéticas possuem a **mesma velocidade** de propagação no vácuo: 300 mil quilômetros por segundo. Nos materiais, essa velocidade é menor, embora nos gases seja praticamente a mesma. As diversas ondas eletromagnéticas **diferem quanto à frequência** e, em decorrência dela, nos seus efeitos, na sua utilidade prática e no tipo de dispositivo necessário para detectá-las.

O esquema a seguir mostra o chamado **espectro eletromagnético** e os nomes atribuídos às várias ondas eletromagnéticas, dependendo de sua frequência.



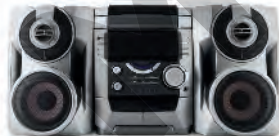
### 3 Características e aplicações das ondas eletromagnéticas

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

#### Rádio AM

As emissoras de rádio **AM** transmitem sua programação por meio de ondas eletromagnéticas de frequências entre 535 kHz e 1 605 kHz ( $1 \text{ kHz} = 1 \text{ quilohertz} = 10^3 \text{ Hz}$ ). Cada emissora tem sua frequência específica dentro dessa faixa, e quando você sintoniza a emissora está selecionando a frequência dela.

VALENTIN VALKOV/  
SHUTTERSTOCK



Aparelho que, entre outras funções, é receptor de rádio AM/FM.

54

### TCT Ciência e Tecnologia

O Tema Contemporâneo Transversal **Ciência e Tecnologia**, inserido na macroárea homônima, aparece recorrentemente em trechos deste capítulo: na representação esquemática do espectro eletromagnético, do item 2; no item 3; no texto *Em destaque* intitulado “Refletores parabólicos”; e nos subitens *Fogos de artifício, Luminosos e lâmpadas de gás e Teclas e ponteiros fosforescentes*, do item 5. Este TCT é pertinente ao capítulo no que tange às aplicações tecnológicas presentes no cotidiano que decorrem de conhecimentos científicos referentes ao espectro eletromagnético.



Transmissões em AM estão muito sujeitas a interferências de algumas outras fontes de radiações eletromagnéticas, como os fios de alta-tensão e os raios (relâmpagos).

No experimento da abertura do capítulo, ao raspar as pontas dos fios você produziu uma simulação de descarga elétrica, um raio em pequeníssima escala. E, como você provavelmente percebeu, isso já é o suficiente para causar ruídos na recepção do sinal da emissora AM.

### Rádio FM e tevê

Transmissões em FM são realizadas por meio de ondas eletromagnéticas na faixa de frequências de 88 MHz a 108 MHz (1 MHz = 1 megahertz =  $10^6$  Hz).

Ao contrário do AM, o sinal FM sofre pouca ou nenhuma interferência de raios ou de fios de alta-tensão, mas tem um alcance bem menor.

As emissoras de **tevê** também transmitem imagem e som por meio de ondas eletromagnéticas. Cada canal de tevê tem sua própria frequência.

Os canais 2 a 6 de VHF (do inglês *very high frequency*) correspondem à faixa de 54 MHz a 88 MHz, e os canais 7 a 13, à faixa de 174 MHz a 216 MHz. A transmissão FM é feita num intervalo de frequências entre os canais 6 e 7 de tevê. A transmissão dos canais 14 a 69 de UHF (*ultra high frequency*) corresponde à faixa de 407 MHz a 806 MHz.

### Telefone celular

A região coberta pela telefonia celular é dividida em áreas, chamadas **células**. Cada célula possui uma estação com antena, ligada à central de telefonia. Um aparelho celular comunica-se com essa estação por meio de duas ondas eletromagnéticas: uma que é enviada do aparelho para a estação, e outra, da estação para o aparelho.

Cada estação permite que um número limitado de aparelhos esteja em uso simultâneo. Por isso, em células com muitos usuários é frequente haver congestionamento do sistema.

### Micro-ondas

As ondas eletromagnéticas com frequências na faixa aproximada de  $10^9$  Hz (1 GHz = 1 gigahertz) a  $10^{11}$  Hz correspondem às micro-ondas.

Nos **fornos de micro-ondas** existe um transmissor que emite micro-ondas de frequência apropriada dentro do compartimento em que o alimento é colocado. Tais ondas transferem energia para as moléculas de água do alimento. A água se aquece e, por consequência, aquece também os demais constituintes do alimento. Materiais como o vidro, a cerâmica e o plástico não são aquecidos diretamente pelo aparelho.



Televisor de tela plana.

IMAGINAI/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



Telefone celular.

SCANPAUL/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



Forno de micro-ondas.

GRASSETTO/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “Como funciona o GPS?” e “Como funciona o radar policial?”.

## Item 3

Para trabalhar esse item, proponha uma sala de aula invertida. Após o estudo, estudantes serão sorteados (ou escolhidos) para apresentar aos demais o que entenderam.

Inicie pedindo aos estudantes que leiam todo o conteúdo e elaborem resumos esquemáticos. Estes serão transcritos por eles na lousa e utilizados para ilustrar a explicação aos demais. Durante a leitura, circule na sala para esclarecer eventuais dúvidas.

Quando todos terminarem, sorteie (ou escolha) um estudante para abordar cada subitem do item 3. Como ele consiste de 9 subitens, 9 estudantes serão convocados para realizar a exposição. Lembrem-se de transcrever na lousa o resumo feito e utilizá-lo durante a explicação.

Enquanto os estudantes estiverem apresentando, faça pausas periódicas para questionar os demais sobre algum ponto. Complemente com o que for necessário, a fim de que todo o conteúdo tenha sido trabalhado.

Responda a eventuais perguntas e finalize o trabalho recapitulando os pontos essenciais discutidos.

Não se esqueça de revisar o resultado do experimento da seção *Motivação* do início deste capítulo. Ele envolve um procedimento no qual um pequeno faiscamento elétrico cria ondas eletromagnéticas que interferem na recepção das ondas de rádio AM. O resultado ajuda a compreender que ondas eletromagnéticas (1) não são visíveis e (2) podem ser produzidas em fenômenos elétricos.

No terceiro parágrafo do subitem *Rádio AM*, os estudantes encontram a explicação do resultado do experimento e podem comparar com a que haviam proposto. Convide-os a revisar suas opiniões iniciais e a reformulá-las.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI05

“Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.”

Estudando até o item 3, os estudantes já adquiriram conhecimentos referentes às ondas eletromagnéticas utilizadas em comunicação, sabem que elas podem se propagar no vácuo e percebem que a frequência é um aspecto que as diferencia e caracteriza.

O desfecho do desenvolvimento dessa habilidade ocorrerá na atividade de encerramento da unidade B, quando os estudantes pesquisarão o processo de emissão e de recepção de ondas e o representarão esquematicamente. Naquela atividade, outras duas habilidades da BNCC envolvendo ondas eletromagnéticas também terão o ápice do seu desenvolvimento.

## Interdisciplinaridade e visita guiada

Um atividade que pode ser realizada a esta altura é fazer uma visita guiada a uma emissora de rádio ou de tevê, que pode ser realizada interdisciplinarmente com Língua Portuguesa, Arte e História.

Essa atividade pode prosseguir com a busca e seleção de informações relevantes sobre os diversos meios eletrônicos de comunicação, suas características e sua importância para a sociedade.

A expansão da atividade para englobar Língua Inglesa permite explorar também temas como anglicismo (palavras e expressões provenientes da língua inglesa), influência cultural e massificação.

Estruture a atividade conforme recomendado no item *Visitas guiadas*, da parte inicial deste Manual do professor, considerando as três grandes etapas do procedimento lá explicadas.

As micro-ondas são empregadas em **transmissões via satélite** (tevê, telefonia, rádio etc.). Os aparelhos de localização por **GPS** recebem sinais de satélites em órbita por meio de micro-ondas. Esse tipo de onda eletromagnética também é usado nos **radares**, aparelhos que emitem micro-ondas e captam o retorno dessas ondas após serem refletidas por objetos. Radares permitem avaliar a posição e/ou a velocidade de objetos como aviões, mísseis e automóveis.



Diferentes modelos de GPS.

## EM DESTAQUE

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

## Refletores parabólicos

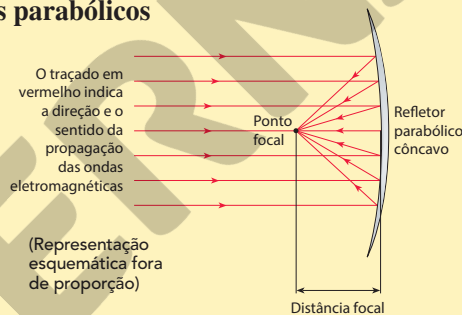
Quando um feixe de ondas eletromagnéticas paralelas atinge um **refletor parabólico** côncavo, essas ondas são refletidas e passam todas por um mesmo ponto, denominado **ponto focal** do refletor.

Por causa disso, essas estruturas são muito úteis na recepção de sinais fracos emitidos de locais distantes, tais como ondas de rádio provenientes de satélites de comunicação ou ondas de luz provenientes de uma estrela. As ondas, após a reflexão, são concentradas em um único ponto e, por isso, o sinal é amplificado.

O traçado em vermelho indica a direção e o sentido da propagação das ondas eletromagnéticas

(Representação esquemática fora de proporção)

Fonte: OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. *Inquiry into Physics*. 8. ed. Boston: Cengage, 2018. p. 341.



Elaborado com dados obtidos de: YOUNG, D.; STADLER, S. *Cutnell & Johnson Physics*. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018.



Refletores parabólicos são empregados em antenas para recepção via satélite (A) (Guarani, MG, 2022), e na captação de sinais de rádio em radioastronomia (B) (Parkes, Austrália, 2021).

Em função de uma visita prévia e também das parcerias estabelecidas com docentes de outros componentes, prepare a lista de objetivos da visita e discuta-a com os estudantes. Perguntas que podem ser propostas: Qual é a formação dos diversos profissionais que trabalham na emissora? Qual é a relevância dos conhecimentos de Língua Portuguesa e de Língua Inglesa para a atuação dos jornalistas e outros profissionais na empresa? Como diferentes aspectos da Arte se expressam nas atividades da emissora? Que tecnologias estão envolvidas na produção e na transmissão? Como essas tecnologias funcionam? Que áreas científicas se relacionam a essas tecnologias e às demais atividades realizadas no local? Qual é a relevância social da atuação dessa emissora?

Caso não seja possível visitar uma emissora de rádio ou tevê, adapte a atividade para realizar uma visitação à redação de uma empresa jornalística que atue pela internet, de um jornal ou de uma revista. Nestes últimos dois casos, como existe também a parte impressa, você pode preferir realizar a visita durante a abordagem do capítulo 6 (com o estudo das cores primárias).

## Luz visível

A retina humana é capaz de perceber as ondas eletromagnéticas de frequências desde aproximadamente  $4,3 \cdot 10^{14}$  Hz até cerca de  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz. Dentro dessa faixa, chamada **espectro visível**, estão todas as cores do arco-íris, que, embora muitas pessoas digam serem sete, na verdade são infinitas, já que há inúmeros tons de vermelho, de alaranjado, de amarelo etc.

Os tons de **vermelho** aparecem na extremidade de **frequência mais baixa** do espectro visível, e o **violeta** aparece na extremidade de **frequência mais alta**.

## Infravermelho

**Infravermelho** significa “abaixo do vermelho”. Esse nome indica que a frequência dessas ondas, não percebidas pelo olho humano, é **inferior à frequência da luz vermelha**.

O infravermelho é o responsável, por exemplo, por boa parte do transporte de calor de uma fogueira até as pessoas ao seu redor, da chama de um forno até o alimento que está assando e de um ferro de passar roupa em funcionamento até quem o está utilizando.

## Ultravioleta

**Ultravioleta** quer dizer “acima do violeta”. Tal nome indica que a frequência dessas ondas eletromagnéticas, que também não são percebidas pelo olho humano, é **superior à frequência da luz violeta**.

O Sol envia para a Terra, juntamente com a luz visível, ondas eletromagnéticas de outras frequências, como o infravermelho e o ultravioleta. Mais da metade das ondas ultravioleta provenientes do Sol que chegam à Terra é absorvida pelo gás **ozônio** presente numa camada da atmosfera situada a cerca de 20 km a 30 km de altitude, conhecida como **camada de ozônio**.

Essa absorção é fundamental, pois o ultravioleta oferece consideráveis riscos a muitos organismos. No ser humano, por exemplo, a exposição prolongada ao ultravioleta pode provocar, entre outros problemas, o câncer de pele e a catarata, distúrbio que deixa a lente do olho (anteriormente denominada cristalino) esbranquiçada.

O Sol emite, entre outras ondas eletromagnéticas, ultravioleta, luz visível e infravermelho, que chegam até nós propagando-se, na maior parte do trajeto, através do vácuo. O infravermelho proveniente do Sol pode provocar queimaduras, e o ultravioleta pode induzir o bronzeamento. O ultravioleta também aumenta a probabilidade de câncer de pele. Portanto, expor-se ao Sol (em praias, piscinas ou qualquer outro local) em horários de elevada incidência de radiação solar sem a proteção oferecida por chapéus, roupas e protetores solares não é uma atitude aconselhável. (Foto do alto, tirada por drone, da Praia do Porto da Barra, Salvador, BA, 2018.)

### ATIVIDADE



#### Para discussão em grupo

O dispositivo conhecido como “termômetro digital sem contato” determina a temperatura corporal quando posicionado a poucos centímetros da pele. O aparelho tem um receptor que, apontado para a testa, capta a radiação infravermelha emitida pelo organismo e, a partir dela, afere a temperatura.

Com base nestas informações, que **contra-argumento** pode ser apresentado para **refutar a fake news**: “Os termômetros digitais são perigosos! Quando direcionados à testa, emitem raios que atingem a glândula pineal e causam danos a ela”.



R.M. NUNES/ALAMY/FOCALHEA

57

Após a visita e a coleta de dados, combine com os estudantes como as equipes deverão entregar os resultados. Estabeleça uma data e explique o formato desejado. (Pôster? Cartaz digital? Relatório escrito? Produção de um vídeo ou áudio para *podcast*? Postagem no *blog*? Apresentação em sala usando TDICs?) Explique com clareza que aspectos são esperados, como os estudantes serão avaliados e esclareça as dúvidas.

Uma opção interessante para desenvolver esse tipo de atividade é incumbir cada equipe de um subconjunto da proposta total e solicitar que a entrega dos resultados inclua uma apresentação ao restante da turma com a utilização de recursos digitais (de acordo com a conveniência e a disponibilidade). Essa proposta é especialmente útil se o local que foi visitado for muito rico em opções que despertam o interesse dos estudantes. Nesse caso, a apresentação em público possibilita que os estudantes se inteirem a respeito das temáticas que ficaram a cargo de outras equipes, propiciando a todos uma visão ampla dos desdobramentos decorrentes da visita guiada.

É oportuno auxiliar os estudantes em aspectos como a assertividade na exposição, a clareza e a objetividade de materiais audiovisuais produzidos para a apresentação e o equilíbrio entre os usos da linguagem culta e da linguagem coloquial ao falar em público.

## Visão crítica sobre fake news

O boxe *Para discussão em grupo* apresenta uma proposta para estimular os estudantes a desenvolver a capacidade de compreender uma situação e, com base no que estudaram, produzir análises críticas, criativas e propositivas.

Nesse caso, ao avaliar as informações dadas, eles devem compreender que, conforme informado, o “aparelho tem um receptor que, apontado para a testa, capta a radiação infravermelha emitida pelo organismo e, a partir dela, afere a temperatura”. Consequentemente, espera-se que o contra-argumento usado na refutação seja que o aparelho capta ondas eletromagnéticas emitidas pelo organismo, mas não as emite. Assim, não oferece o risco mencionado.

A situação proposta também permite ressaltar a importância de conferir a procedência e a veracidade de informações recebidas e/ou acessadas antes de repassá-las.

## De olho na BNCC!

O *Para discussão em grupo* propõe uma atividade que convida a construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam o respeito a si próprio e ao outro (**competência específica 5**).

No item 3, o subitem *Ultravioleta* favorece o desenvolvimento da **competência específica 7**, no que se refere a conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

## De olho na BNCC!

### • 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.”

Neste capítulo, os estudantes conheceram os tipos de radiações (ondas) eletromagnéticas, suas principais aplicações e alguns de seus riscos.

Também tornaram-se aptos a interpretar um esquema como o do item 2 (em que as faixas de frequência dos diferentes tipos dessas ondas são apresentadas), sabendo que a frequência é uma característica distintiva dos diferentes tipos de radiações eletromagnéticas.

Na atividade de encerramento da unidade B, o desenvolvimento dessa habilidade se completará, com os estudantes participando ativamente na obtenção de informações sobre outros riscos das ondas eletromagnéticas, na análise dessas informações e no compartilhamento delas por meio do *blog* de Ciências de cada equipe.

### • EF09CI07

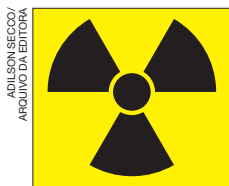
“Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc).”

A esta altura, os estudantes já adquiriram os pré-requisitos conceituais referentes a ondas eletromagnéticas para que possam prosseguir com o desenvolvimento dessa habilidade na atividade de encerramento da unidade B.

Falta aprenderem o que é ultrassom (uma onda mecânica de frequência superior à do som), conceito que será apresentado no capítulo 5, antes, portanto, de chegar à atividade mencionada.



Radiografia é um registro em filme fotográfico produzido por raios X.



Este símbolo indica: “cuidado, fonte de radioatividade!”.

ATIVIDADE



ECONOMIA

#### Tema para pesquisa

Você conhece a área do conhecimento chamada Física Médica? Pesquise a atuação dos profissionais dessa área, bem como quais universidades brasileiras oferecem esse curso.

Equipamento de radioterapia em uso. (Estados Unidos, 2019.)

## Raios X

Os raios X foram descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Konrad Rontgen (1845-1923) ao trabalhar com um aparelho que produzia descargas elétricas em gases a baixa pressão.

O próprio descobridor verificou que os diferentes tecidos do corpo humano são atravessados de modo desigual pelos raios X. Isso conduziu a uma aplicação prática em Medicina: as **radiografias**.

Radiografia é uma imagem produzida em um filme fotográfico por raios X que atravessaram o corpo humano. Os ossos absorvem os raios X muito melhor que outros órgãos, o que faz com que apareçam como regiões claras no filme após este ser revelado. Os músculos, ao contrário, permitem boa passagem dos raios X, e estes, chegando ao filme, produzem as regiões mais escuras vistas após a revelação.

A radiografia é importante para determinados diagnósticos médicos. Contudo, a exposição repetida aos raios X oferece **riscos à saúde**, como o aumento da probabilidade de câncer. Por isso, os técnicos de radiografia usam **aventais de chumbo** e protegem-se atrás de uma **parede desse metal**, que bloqueia a passagem de raios X.

## Raios gama

Os raios gama possuem frequência superior aos raios X e são ainda mais penetrantes e perigosos. Eles são produzidos por alguns **materiais radioativos**.

Nas explosões nucleares são emitidas enormes doses de raios gama. Nas usinas nucleares, processos envolvendo o núcleo dos átomos também produzem esses raios. Nesse caso, a radiação é retida por blindagens especialmente construídas para isso.

Os raios gama são usados, de modo controlado, sob indicação e supervisão médica, em uma técnica chamada **radioterapia**. Ela permite tratar pacientes com câncer em determinados estágios da doença. Nessa técnica, os raios gama são dirigidos para o local do tumor e matam células cancerosas.



58

## Atividades

Ao final do item 3, proponha aos estudantes os exercícios 1 a 6 da seção *Use o que aprendeu*.

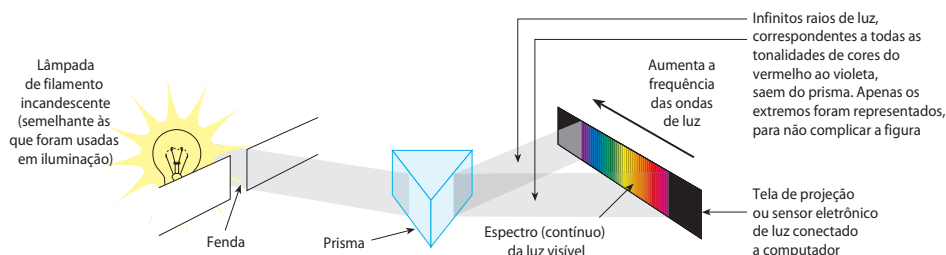
## TCT Economia

Pertencente à macroárea **Economia**, o TCT **Trabalho** alinha-se à proposta do boxe *Tema para pesquisa*, visto que os estudantes têm oportunidade de tomar contato com uma área de atuação profissional intimamente relacionada aos conteúdos abordados neste capítulo.

## 4 Modelo atômico de Bohr

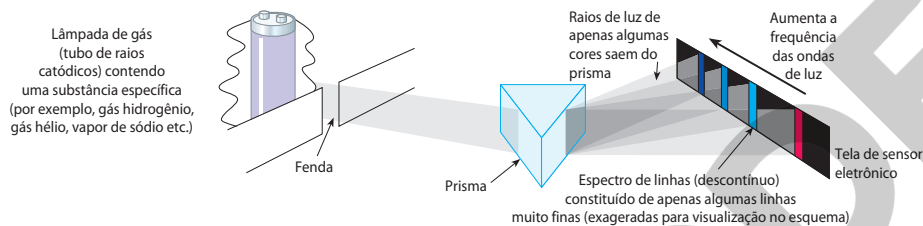
### Espectros atômicos

Se a luz solar ou a de uma lâmpada de filamento incandescente (aquelas que, no passado, foram largamente empregadas em residências) atravessar um prisma, ela será decomposta em várias cores, que são popularmente conhecidas como arco-íris. Cientificamente, o que se obtém é chamado de **espectro da luz visível**.



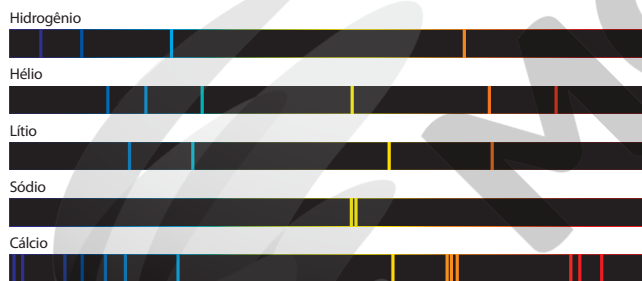
Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 1116.

Se esse experimento for repetido utilizando a luz proveniente de uma lâmpada de gás (similar às lâmpadas fluorescentes, mas sem a pintura branca no vidro que a envolve), não obteremos o espectro completo. Apenas algumas linhas estarão presentes, correspondendo somente a algumas frequências das ondas de luz visível. Essas linhas formam o **espectro de linhas** ou **espectro atômico**.



Fonte: ROBINSON, J. K.; MCMURRY, J. E.; FAY, R. C. *Chemistry*. 8. ed. Hoboken: Pearson, 2020. p. 170.

Alguns exemplos de espectros atômicos são representados na figura a seguir.



Espectros atômicos (ou espectros de linhas) obtidos com alguns elementos. Note que são **espectros descontínuos** e que as linhas coloridas obtidas dependem do elemento utilizado.

Fonte: BURDGE, J. *Chemistry*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 243.

## Itens 4 e 5

O modelo de Bohr representa uma tentativa de incluir a interação da matéria com as ondas eletromagnéticas.

Ele possibilitou explicar qualitativamente fatos como os espectros atômicos, a cor dos letreiros luminosos de neônio (ou de outros gases), a coloração típica dos elementos no teste da chama, a cor dos fogos de artifício e a luminosidade emitida por interruptores fosforescentes (e até por vaga-lumes e outras formas de bio e quimioluminescência).

Ao docente, cabe ressaltar que o modelo de Bohr permitiu realizar previsões **quantitativas** das frequências das linhas espectrais de átomos e íons hidrogenoides (aqueles átomos ou íons com um só elétron, como  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{He}^+$ ,  ${}^3\text{Li}^{2+}$ ,  ${}^4\text{Be}^{3+}$  etc.). Embora a literatura universitária introdutória de Química Geral empregue **qualitativamente** o modelo para explicar diversos fenômenos envolvendo átomos multieletrônicos (aqueles com dois ou mais elétrons), as previsões quantitativas do modelo, nesses casos, **não** concordam com os valores experimentais. Explicações abrangentes dos espectros atômicos só se tornaram possíveis com o modelo atômico propiciado pela Mecânica Quântica.

### De olho na BNCC!

O item 4 e os subitens *O teste da chama* e *Explicação da luz emitida no teste da chama*, do item 5, retomam a oportunidade para o desenvolvimento da **competência geral 2** e da **competência específica 2** neste capítulo.

O estudo de modelos atômicos possibilita aos estudantes a percepção das Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico, o que se alinha com o desenvolvimento da **competência específica 1**.

### De olho na BNCC!

O desenvolvimento da **competência geral 6** é favorecido pelo boxe *Tema para pesquisa*, pois sua proposta abarca valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que possibilitem ao estudante entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

## De olho na BNCC!

No item 5, os subitens *Fogos de artifício, Luminosos e lâmpadas de gás e Teclas e pontos fosforescentes* oferecem a oportunidade de trabalhar a **competência específica 3**, posto que tratam de temas que possibilitam compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

### • EF09CI03

“Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.”

O desenvolvimento dessa habilidade se iniciou no capítulo 1, prosseguiu no capítulo 2 e continua neste, com os estudantes conhecendo o modelo de Bohr.

O modelo, como já mencionado, possibilita explicar fatos como os espectros atômicos, a cor dos luminosos de neônio, a coloração emitida no teste da chama, a cor dos fogos de artifício e a luminosidade emitida por interruptores fosforescentes.

Assim, o caráter preditivo das teorias científicas novamente se faz presente, possibilitando aos estudantes “associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos” e “aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico” (BNCC, 2018, p. 323).

## Sugestão de atividade

A esta altura do capítulo, recomendamos os dois experimentos discutidos a seguir.

### O teste da chama

O teste da chama é feito com um filamento de níquel-cromo seguro por uma pinça de madeira. A ponta desse filamento deve ser mergulhada em HCl (aq) concentrado e depois impregnada com sal de lítio, cálcio, cobre, bário, sódio etc.

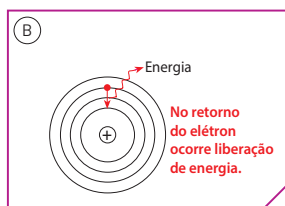
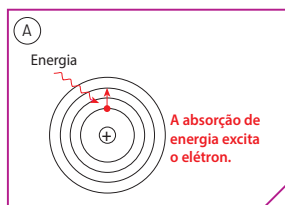
## Postulados do modelo atômico de Bohr

O **modelo atômico de Bohr**, uma proposta para explicar o espectro de linhas de elementos químicos, foi desenvolvido pelo dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), em 1913. Para elaboração de seu modelo atômico, o cientista propôs alguns **postulados** (afirmações consideradas verdadeiras sem demonstração, pontos de partida para um raciocínio). Entre esses postulados estão os seguintes:

- Os elétrons nos átomos movimentam-se ao redor do núcleo em trajetórias circulares (chamadas de **camadas**, ou **níveis**, e designadas por K, L, M, N etc.; a camada mais próxima do núcleo é designada pela letra K, e assim sucessivamente).
- Cada um desses níveis tem um valor determinado de energia. (Por isso, são também denominados **níveis de energia**.)
- Não é permitido a um elétron permanecer entre dois níveis.
- Um elétron pode passar de um nível para outro de maior energia, desde que **absorva** energia externa (ultravioleta, luz visível, infravermelho etc.). Quando isso acontece, dizemos que o elétron foi **excitado** ou que ocorreu uma **transição eletrônica** para um nível de maior energia (veja o esquema A).
- Um elétron excitado pode sofrer transição eletrônica de retorno ao nível inicial. Nesse caso, há **liberação** de energia, por exemplo, como luz visível ou ultravioleta (esquema B).

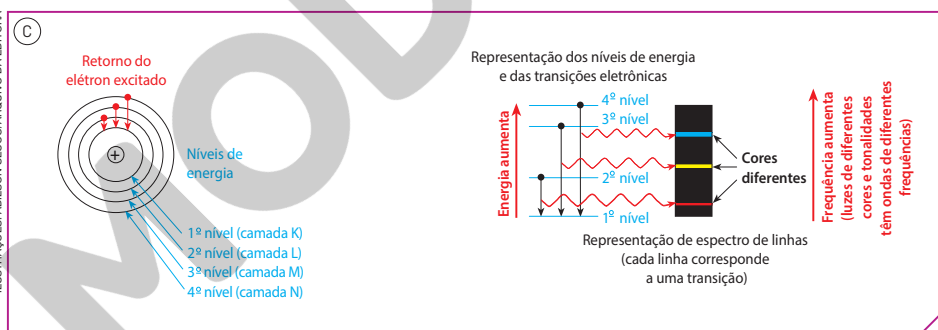
Uma novidade desse modelo é que a energia dos elétrons é **quantizada**, ou seja, apresenta apenas determinados valores.

Utilizando o modelo de Bohr, podem-se explicar os espectros atômicos (esquema C). Os elétrons são excitados pela energia elétrica, na lâmpada de gás. Em seguida, ao retornarem aos níveis de menor energia, liberam energia na forma de luz. Como a cor da luz emitida depende da diferença de energia entre os níveis envolvidos na transição e como essa diferença varia de elemento para elemento, a luz apresentará cor característica para cada elemento.



- A. Esquema de uma **excitação eletrônica**, que ocorre com absorção de energia.
- B. Esquema do retorno do elétron. Nessa transição de retorno, há liberação de energia.
- C. Esquema que explica a emissão de apenas algumas cores nos espectros atômicos.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



Fontes: Esquemas A, B e C elaborados a partir de WALKER, J. *Halliday & Resnick Fundamentals of Physics*. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 1 207; SILBERBERG, M. S.; AMATEIS, P. G. *Chemistry: the molecular nature of matter and change*. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill. 2018. p. 305.

Quando essa extremidade é levada à chama clara de um bico de Bunsen, ocorre a volatilização do cloreto do metal, que, por causa da excitação dos elétrons pela energia proveniente da chama, produz uma chama luminosa de coloração característica, que depende do metal presente.

Por questões de **SEGURANÇA** (a prática envolve ácido concentrado e chama), recomendamos que seja uma **demonstração realizada pelo professor**. O resultado do experimento permite estabelecer relação com a cor dos fogos de artifício, dos letreiros luminosos, das lâmpadas de vapor de sódio etc.

O artigo de GRACETTO, HIOKA e SANTIN FILHO, relacionado em *Sugestão de leitura complementar para professores*, na parte inicial deste Manual do professor, propõe uma interessante variante do teste da chama. No caso de optar por ela, é necessário que você a realize de **modo demonstrativo** e esteja **muito atento às recomendações de segurança propostas no artigo**.

## 5 Algumas aplicações do modelo de Bohr

### O teste da chama

O procedimento que comentaremos a seguir é conhecido como **teste da chama**. Ele teve importância histórica como um dos métodos empregados na detecção de certos elementos metálicos em amostras de minerais. **Devido aos riscos potenciais envolvidos, NÃO deve ser realizado pelos estudantes!**

Na ponta (curvada em forma de pequeno círculo) de um fio feito de níquel e cromo (metais que não interferem no resultado do experimento), coloca-se uma pequena amostra de cloreto de sódio (NaCl) e leva-se à chama de um bico de Bunsen, segurando-o com um pregador de madeira ou fixado a um bastão de vidro para não queimar os dedos. Isso está mostrado na foto A.

A observação que se faz é que a chama, inicialmente azul bem clara, quase transparente, adquire uma intensa coloração amarela. Repetindo-se esse procedimento, porém utilizando brometo de sódio (NaBr) ou iodeto de sódio (NaI), também se observa que a chama adquire coloração amarela.

Como esse fio, levado à chama sem a presença do composto, não produz coloração na chama, isso parece indicar que o sódio deve ser o responsável pela coloração.

De fato, ao repetir esse procedimento com compostos de alguns outros elementos metálicos, percebe-se que cada um deles produz uma cor característica ao ser submetido à chama. Algumas dessas cores estão relacionadas na tabela que traz as cores emitidas pelos átomos de alguns elementos no teste da chama.

A cor no teste da chama é uma característica do elemento metálico presente no composto analisado.

### Explicação da luz emitida no teste da chama

Quando os átomos de um elemento são colocados na chama, o calor excita alguns elétrons, isto é, faz com que passem para níveis de maior energia. Ao voltarem aos níveis iniciais, liberam energia na forma de luz de várias cores, que são características dos átomos de cada elemento; são as cores que aparecem no espectro atômico do elemento. A mistura dessas cores, emitidas simultaneamente por diversos átomos, resulta na cor vista no teste da chama.

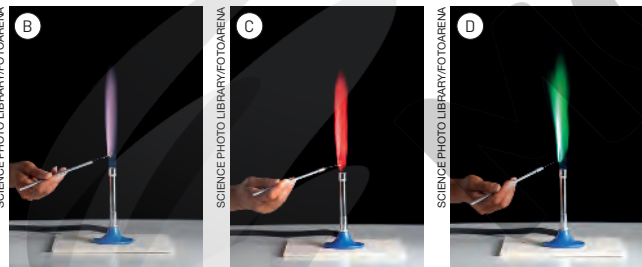


Teste da chama com o elemento sódio.

#### Cores emitidas pelos átomos de alguns elementos no teste da chama

Elemento	Cor
Sódio	Amarelo
Potássio	Violeta
Cálcio	Vermelho-tijolo
Estrôncio	Vermelho-carmim
Bário	Verde-amarelado
Cobre	Verde-azulado

Fontes: EBBING, D. D.; GAMMON, S. D. *General Chemistry*, 11. ed. Boston: Cengage, 2017. p. 216; TRO, N. J. *Principles of Chemistry: a molecular approach*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 367.



Teste da chama com os elementos potássio (B), estrôncio (C) e cobre (D).

Para conhecimento do docente, vamos comentar como funcionam esses bastões.

Uma formulação comum nesses produtos é a seguinte: o tubinho plástico contém uma mistura líquida de um éster difenílico cloro-substituído derivado do ácido oxálico (HOOC—COOH) – éster conhecido pela sigla TCPO, do inglês *bis(2,4,6-trichlorophenyl) oxalate* – e um corante **fluorescente** apropriado, genericamente denominado **fluoróforo** (isto é, que produz fluorescência sob condições apropriadas).

Dentro do tubinho plástico também existe uma ampola fechada de vidro bem fino, contendo solução de peróxido de hidrogênio.

Quando o tubinho plástico é dobrado, a ampola de vidro se quebra, os reagentes entram em contato e, por conseguinte, a reação se inicia.

O éster reage com o peróxido de hidrogênio, produzindo duas substâncias, uma das quais reage imediatamente com o fluoróforo, transferindo energia para ele, o que causa a excitação de alguns de seus elétrons.

O retorno dos elétrons excitados ao estado fundamental emite luz, cuja cor depende do fluoróforo que foi utilizado na fabricação.

Embora bonitos e interessantes, o uso desses bastões em larga escala constitui uma diversão bastante **questionável do ponto de vista ambiental**, pois se trata de uma utilização efêmera e pouco relevante dos plásticos.

Também é importante ressaltar a **toxicidade do líquido**, pois o peróxido de hidrogênio é oxidante e uma das substâncias produzidas (um fenol) é irritante da pele e um possível agente cancerígeno.

**Não é recomendável**, em hipótese alguma, **abrir esses bastões** nem ter contato direto com o líquido que está dentro deles.

### Fluorescência com materiais simples

No artigo de NERY e FERNANDEZ, indicado em *Sugestão de leitura complementar para professores*, as autoras descrevem um procedimento com materiais relativamente simples (água tônica, espinafre, casca de ovo marrom e luz negra), que permite observar a fluorescência.

Uma outra opção é mostrar uma reação química que produz fluorescência em um corante especial, o que ocorre nos bastões luminosos usados em algumas festas. Esses bastões são relativamente fáceis de encontrar em lojas de artigos para festa e podem ser levados à sala de aula para uma demonstração. São tubinhos plásticos que, quando dobrados, passam a emitir brilho colorido, que persiste por vários minutos e pode ser observado em ambientes não muito iluminados. Nesses bastões, uma vez ativados, ocorre um exemplo de **quimioluminescência**, emissão de luz decorrente de uma reação química.

## Mecânica Quântica

O modelo atômico de Bohr (1913) foi elaborado antes da **Mecânica Quântica**, sendo uma das inúmeras contribuições científicas que conduziram ao início desse ramo da Física. A título de informação ao docente, vamos comentar sucintamente algo a respeito dessa área.

Nas três primeiras décadas do século XX, a Física passou por uma revolução na maneira de encarar fenômenos do mundo atômico-molecular. Muitos novos conceitos foram propostos, diversos experimentos e considerações teóricas foram desenvolvidos e um dos frutos dessa nova maneira de entender a Física foi o surgimento da Mecânica Quântica.

Grande número de cientistas contribuiu para esse esforço, entre eles o físico francês Louis de Broglie (1892-1987), os físicos alemães Werner Heisenberg (1901-1976) e Max Born (1882-1970), os físicos austríacos Erwin Schrödinger (1887-1961) e Wolfgang Pauli (1900-1958) e o físico britânico Paul Dirac (1902-1984).

Na época, havia evidências de que a luz, antes considerada apenas onda, podia exibir comportamento corpuscular (comportamento “de matéria”) em certos experimentos. Desenvolveu-se, então, outra hipótese: a de que a matéria poderia apresentar comportamento de onda, o que se confirmou quando foi observado que um feixe de elétrons podia exibir o fenômeno chamado difração, considerado anteriormente como exclusivo das ondas.

Outra modificação radical ocorreu com o conceito de **incerteza**. Até então, a ideia de incerteza, na ciência, estava relacionada à precisão de instrumentos de medida. Por exemplo, se você está medindo o comprimento de um parafuso, uma fita métrica fornece baixa precisão, uma régua escolar fornece maior precisão e um paquímetro propicia precisão ainda maior.

### ATENÇÃO!

**NUNCA** caia na tentação de manipular fogos de artifício. Acidentes sérios, com queimaduras e até morte, atestam o risco que é manuseá-los.



A energia liberada na explosão da pólvora dos fogos de artifício excita elétrons de elementos usados na fabricação. Na transição eletrônica de retorno, há liberação de luzes de diferentes cores, dependendo dos elementos utilizados.



Luminoso de néon.

## Fogos de artifício

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Quando os fabricantes desejam produzir fogos de artifício coloridos, eles misturam à pólvora compostos de certos elementos químicos apropriados.

Para obter a cor amarela, por exemplo, adicionam sódio. Para conseguir o vermelho-carmim, colocam estrôncio. Quando querem o verde-azulado, usam cobre. Desejando o verde, empregam bário.

A cor que um elemento dá aos fogos de artifício é a mesma que ele tem no teste da chama. No momento em que a pólvora explode, a energia liberada na explosão excita os elétrons desses átomos. Quando retornam aos níveis de menor energia, liberam luz colorida: exatamente a cor que seria vista no teste da chama.

## Luminosos e lâmpadas de gás

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os luminosos de néon e as lâmpadas de vapor de sódio ou mercúrio são dispositivos de funcionamento similar. Neles, há uma substância em fase gasosa (gás néon, vapor de sódio e vapor de mercúrio, respectivamente), cujos elétrons são excitados pela energia elétrica. Quando esses elétrons retornam a níveis de menor energia, há a emissão de luz.

Nos luminosos de gás néon, a luz emitida é vermelha, e, nas lâmpadas de vapor de sódio, é amarela.

Nas lâmpadas de vapor de mercúrio, também conhecidas como lâmpadas fluorescentes, há liberação de quantidade apreciável de ultravioleta, que não é visível. A pintura que reveste tais lâmpadas contém uma substância especial (denominada fluorescente), que absorve o ultravioleta e reemite luz branca, visível.



Lâmpada de vapor de sódio.



Lâmpada fluorescente de mercúrio.



Tecla fosforescente de interruptor elétrico, em ambiente iluminado (à esquerda) e em ambiente recém-escurecido (à direita).

## Teclas e ponteiros fosforescentes

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Alguns materiais, quando absorvem ultravioleta ou outras variedades de ondas eletromagnéticas, emitem luz visível. Esse fenômeno é chamado genericamente de **luminescência**.

Quando a emissão ocorre imediatamente após a absorção, o fenômeno é chamado de **fluorescência**. Se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, é denominado **fosforescência**. As teclas de interruptores e os ponteiros de relógio que brilham no escuro são feitos de materiais fosforescentes. Alguns elétrons são excitados quando esses materiais estão iluminados e, gradualmente, retornam à situação inicial, emitindo luminosidade. Por isso, quando apagamos as luzes, permanecem visíveis durante algum tempo.

Na escala dos átomos, porém, a **incerteza é inerente aos fenômenos quânticos**.

Ao tentar medir a posição de um elétron, por exemplo, o próprio ato de medir interfere no resultado. Para localizar o elétron, seria preciso interagir com ele; contudo, essa interação altera sua energia e sua velocidade.

Essa característica é expressa pelo chamado **princípio da incerteza**: não podemos ter certeza absoluta, simultaneamente, da posição e da velocidade de uma partícula.

Novos modelos atômicos foram desenvolvidos reunindo a **quantização**, o **comportamento ondulatório da matéria** e a **incerteza**. Em geral, são modelos matemáticos complexos, cuja apresentação está além do escopo deste Manual do professor. Um exemplo desses modelos é a descrição do comportamento dos elétrons no átomo e de outras entidades em nível submicroscópico, por meio de expressões matemáticas denominadas **equações de onda**.



## 6 Distribuição eletrônica nas camadas

### Distribuição eletrônica do hidrogênio ao argônio

Cada uma das camadas eletrônicas pode comportar um diferente número máximo de elétrons. Por exemplo, a primeira das camadas comporta no máximo 2 elétrons, a segunda, no máximo 8, e a terceira, no máximo 18.

Existe uma tendência de os elétrons ocuparem camadas de energia mais baixa. Quando os elétrons estão na situação de menor energia possível, dizemos que o átomo está em seu estado fundamental.

Usando técnicas experimentais adequadas, os cientistas determinaram a distribuição eletrônica em camadas para os átomos dos elementos químicos, ou seja, quantos elétrons há em cada um dos níveis da eletrosfera dos átomos (eletricamente neutros e no estado fundamental). A seguir, veja a distribuição eletrônica dos átomos de hidrogênio ( $Z = 1$ ) até argônio ( $Z = 18$ ).

1		Distribuição eletrônica dos átomos dos primeiros 18 elementos. Veja a legenda para interpretar corretamente os dados.										18					
H	1	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

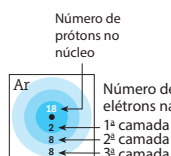
Fonte: BROWN, T. L. et al. Chemistry: the central science. 15 ed. Nova York: Pearson, 2022. p. 313.

O átomo de hidrogênio ( $Z = 1$ ) apresenta 1 próton e 1 elétron. Esse elétron situa-se na primeira camada. No caso do hélio ( $Z = 2$ ), há dois prótons no núcleo e 2 elétrons na primeira camada. (Os nêutrons presentes situam-se sempre no núcleo, junto com os prótons.)

O átomo de lítio ( $Z = 3$ ) tem 3 prótons no núcleo e 3 elétrons na eletrosfera, dos quais dois ocupam a primeira camada, preenchendo-a, e o terceiro ocupa a segunda camada. À medida que percorremos a tabela periódica, a cada aumento de uma unidade no número atômico, tem-se aumento de 1 próton no núcleo e de 1 elétron na eletrosfera. Esse elétron adicional tende a ocupar a camada de menor energia que ainda tenha capacidade para comportá-lo. Quando uma camada está preenchida, o elétron adicional ocupa uma nova camada.

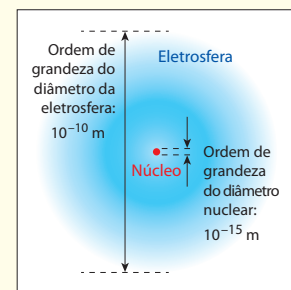
Esse raciocínio se aplica bem aos primeiros elementos, até o argônio. A partir daí, observa-se que alguns elétrons ocupam uma camada mais externa, mesmo que a anterior não esteja totalmente preenchida. Isso é explicado por um modelo mais avançado, o modelo de subníveis, que pode ser estudado no Ensino Médio e na Universidade.

Legenda do esquema:



Distribuições eletrônicas:

- 1H: K-1
- 2He: K-2
- 3Li: K-2 L-1
- 4Be: K-2 L-2
- 5B: K-2 L-3
- 6C: K-2 L-4
- 7N: K-2 L-5
- 8O: K-2 L-6
- 9F: K-2 L-7
- 10Ne: K-2 L-8
- 11Na: K-2 L-8 M-1
- 12Mg: K-2 L-8 M-2
- etc.



Representação esquemática de um modelo atômico mecânico-quântico. Tons mais escuros de azul indicam maior densidade eletrônica. (Fora de proporção e em cores fatisosas.)

Fonte: ROBINSON, J. K.; MCMURRY, J. E.; FAY, R. C. Chemistry. 8. ed. Hoboken: Pearson, 2020. p. 49.

### Pseudociência

Recentemente, o vocabulário da Mecânica Quântica passou a ser usado por pessoas que nada sabem sobre o tema e, sem formação alguma em Medicina ou Psicologia, dão conselhos que pretensamente melhoram a vida das pessoas. Expressões como “cura pela quântica”, “programação quântica” e “coach quântico” são usadas para iludir pessoas e obter lucro, em uma atividade que se constitui em pseudociência. Os discursos às vezes são convincentes e sedutores para quem não tem conhecimento científico.

Essas práticas podem colocar em risco a saúde física e mental dos “clientes”, além de eventualmente se configurarem como exercício ilegal da Medicina ou da Psicologia.

Se questionado pelos estudantes sobre essas práticas “quânticas”, esteja atento ao fato de que não se trata de proibir ou cercar o direito à liberdade de expressão, um dos princípios estruturantes do conceito de democracia, garantido no país pela Constituição Federal, em seu Artigo 5º, incisos IV e IX. Trata-se da necessidade de desenvolver educação midiática na população, visando à percepção de ofertas flagrantemente enganosas, que usam ideias científicas fora de seu contexto de validade. Todo cidadão deve desenvolver discernimento acerca de ofertas desse tipo, a fim de não ser lesado.

No modelo atômico mecânico-quântico, o comportamento de cada elétron é descrito por uma fórmula matemática, a função de onda (associada à equação de onda), a partir da qual podem ser calculadas propriedades como sua energia (que tem valores quantizados) e a probabilidade de encontrá-lo em certa região.

Não é possível falar em órbitas dos elétrons em torno do núcleo, com posições ou trajetórias definidas. Devido à incerteza e ao comportamento ondulatório do elétron, o modelo mecânico-quântico descreve orbitais, funções matemáticas que descrevem a probabilidade de encontrar um elétron com determinada energia a certa distância do núcleo.

Hoje, programas de computador fornecem ilustrações da região de alta probabilidade de encontrar determinado elétron ou conjunto de elétrons e também representações de como essa probabilidade varia no espaço, geralmente usando diferentes cores e tonalidades nessa indicação.

## Subitem Distribuição eletrônica dos elementos representativos

Auxilie os estudantes na leitura do trecho da tabela periódica ilustrado no livro do estudante.

Peça a eles que observem quantas camadas eletrônicas têm os átomos dos elementos químicos do 1º período. Eles deverão responder que há somente uma camada. Continue com o mesmo tipo de questionamento até o 7º período.

Quando finalizar, pergunte à turma o que se pode concluir sobre a relação entre o número de camadas eletrônicas e o período no qual um elemento químico está representado na tabela periódica.

A resposta é que o número do período é igual ao número de camadas eletrônicas.

Em seguida, peça aos estudantes que observem quantos elétrons existem na última camada eletrônica nos átomos dos elementos químicos dos grupos 1 e 2.

Eles deverão concluir que, nos elementos do grupo 1, há um elétron, e nos do grupo 2, dois elétrons.

Continue com o mesmo tipo de questionamento entre os grupos 13 e 18.

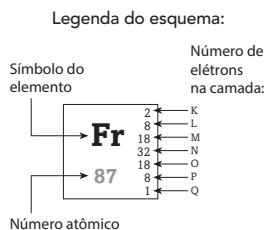
Nesses casos, os estudantes deverão inferir que o algoritmo da unidade do grupo é o mesmo que o número de elétrons da última camada. Exceto o hélio, que está no grupo 18, mas só tem 2 elétrons.

### Atividades

Ao final do item 7, proponha os exercícios 7 a 11 do *Use o que aprendeu*.

### De olho na BNCC!

A seção *Use o que aprendeu* deste capítulo possibilita que algumas competências gerais e específicas sejam desenvolvidas por meio da resolução de atividades.



## Distribuição eletrônica dos elementos representativos

O esquema a seguir apresenta a distribuição eletrônica de diversos elementos representativos (grupos 1, 2 e de 13 a 18).

Analise o esquema com atenção. As informações nele contidas serão bastante úteis para evidenciar que existe uma relação entre a distribuição eletrônica de um elemento e sua posição na tabela periódica, ou seja, seu período (linha, horizontal) e seu grupo (coluna, vertical).

	1	2	13	14	15	16	17	18
1º período	H 1	He 2						
2º período	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
3º período	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
4º período	K 19	Ca 20	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5º período	Rb 37	Sr 38	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6º período	Cs 55	Ba 56	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7º período	Fr 87	Ra 88						

Distribuição eletrônica dos átomos dos elementos representativos (isto é, dos grupos 1, 2 e de 13 a 18 da tabela periódica). Siga a legenda, apresentada no alto, à direita, para interpretar corretamente os dados.

Fonte: BROWN, T. L. et al. *Chemistry: the central science*. 15. ed. Nova York: Pearson, 2022. p. 313.

## 7 Distribuição eletrônica e tabela periódica

### Número de camadas eletrônicas e período do elemento

Analisando os dados do esquema anterior, é possível perceber que os elementos do primeiro período (H e He) apresentam átomos com uma camada eletrônica, elementos do segundo período (Li, Be, B, C, N, O, F e Ne) apresentam átomos com duas camadas e assim sucessivamente até os elementos do sétimo período, cujos átomos têm sete camadas.

Concluimos, portanto, que elementos de um mesmo período apresentam átomos com igual número de camadas eletrônicas. Além disso, o número de camadas eletrônicas com elétrons é igual ao número do período do elemento na tabela periódica.

A atividade 6 favorece a **competência geral 1**, porque requer utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico para entender e explicar a realidade e continuar aprendendo.

A atividade 2 oportuniza o desenvolvimento da **competência geral 2**, porque estimula os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade.

As atividades 1, 3 e 6 alinham-se ao desenvolvimento da **competência específica 1**, na medida em que favorecem compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como cultural e histórico.

As atividades 1 e 3 são propícias ao trabalho da **competência específica 4**, pois, nelas, os estudantes deverão avaliar aplicações e implicações culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

## Camada de valência e grupo do elemento

Pelos dados do esquema reproduzido anteriormente, também é possível perceber que os átomos de elementos de um mesmo grupo (família) apresentam em comum o número de elétrons na última camada.

Os átomos de elementos do grupo 1 apresentam 1 elétron na última camada. A diferença entre a eletrosfera de seus átomos está no número de camadas. O átomo de H (primeiro período) tem uma camada, o de Li (segundo período) duas camadas, o de Na (terceiro período) três camadas etc.

Os átomos de elementos do grupo 2 têm 2 elétrons na última camada, os do grupo 13 têm 3 elétrons na última camada, os do grupo 14 têm 4 elétrons e assim por diante.

A camada mais externa do átomo de um elemento químico é aquela envolvida diretamente no estabelecimento de união com outro(s) átomo(s). Ela é denominada **camada de valência** e os elétrons dessa camada são chamados de **elétrons de valência**.

Elementos de um **mesmo grupo** (mesma família) da tabela periódica têm o **mesmo número de elétrons na camada de valência**.

Exceção a isso é o elemento hélio ( $Z = 2$ ). Seus átomos apresentam 2 elétrons na camada de valência, mas ele não é colocado no grupo 2. Suas propriedades não se assemelham às dos elementos daquele grupo, mas sim às dos gases nobres (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). Por isso, o **hélio** é considerado **gás nobre** e é incluído no **grupo 18** da tabela periódica.

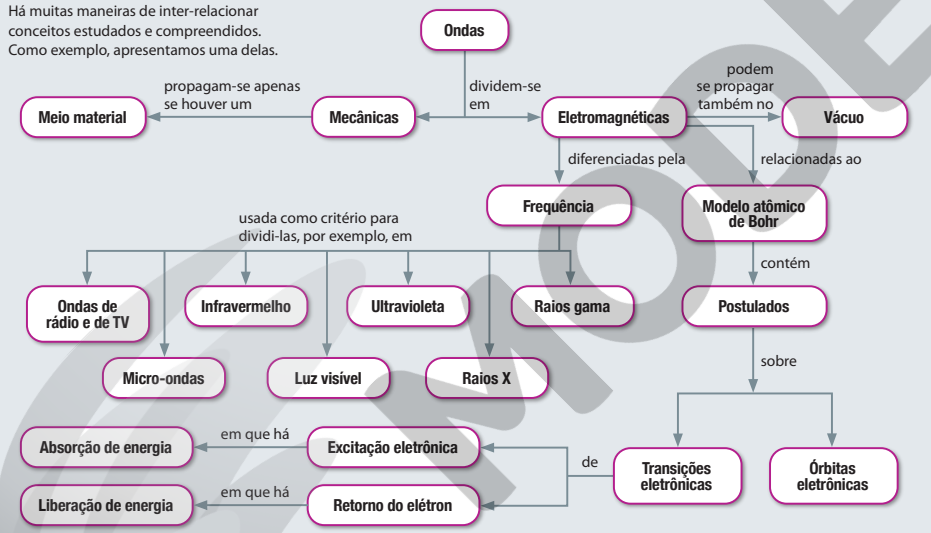
A ilustração mostra os símbolos dos elementos representativos. Ao redor desses símbolos, os elétrons de valência são representados como pequenas bolinhas. Tal simbologia é conhecida como **representação de Lewis** e será bastante útil na compreensão das ligações (uniões) químicas entre átomos, que estudaremos no próximo capítulo.

1	2	13	14	15	16	17	18
•H		•B•	•C•	•N•	•O•	•F•	He:
•Li	•Be•	•Al•	•Si•	•P•	•S•	•Cl•	•Ar•
•Na	•Mg•	•Ga•	•Ge•	•As•	•Se•	•Br•	•Kr•
•K	•Ca•	•In•	•Sn•	•Sb•	•Te•	•I•	•Xe•
•Rb	•Sr•	•Tl•	•Pb•	•Bi•	•Po•	•At•	•Rn•
•Cs	•Ba•						
•Fr	•Ra•						

Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Chemistry*. 13 ed. Nova York: McGraw-Hill, 2019. p. 368.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL

Há muitas maneiras de inter-relacionar conceitos estudados e compreendidos. Como exemplo, apresentamos uma delas.



65

## Respostas do Use o que aprendeu

1. Resposta pessoal. Espera-se que, como decorrência da atividade, os estudantes percebam como somos dependentes do conforto trazido pelas tecnologias associadas à produção e/ou detecção de ondas eletromagnéticas.
2. Resposta pessoal. É provável que as ondas de luz visível sejam muito citadas, assim como as ondas utilizadas em telecomunicações, especialmente nas conexões com a internet.
3. a) Espera-se que, na pesquisa, os estudantes descubram a utilidade dos raios X nas máquinas que verificam a presença de armas, explosivos e outros itens perigosos e/ou ilegais na bagagem. Espera-se, também, que descubram que os detectores através dos quais as pessoas passam, nos aeroportos, não são baseados em raios X, mas sim no magnetismo (trata-se de detecção magnética de metais, como nos dispositivos existentes na porta de bancos).

- b) Entre os exemplos que os estudantes podem encontrar estão a análise de materiais para detectar imperfeições ou trincas e a verificação de dimensões internas de peças e equipamentos.

4. O termo "radar" designa um aparelho que emite feixes de ondas eletromagnéticas (micro-ondas, geralmente), capta esses feixes quando retornam após reflexão em um objeto e, analisando o tempo gasto no percurso de ida e de volta, determina a posição e/ou a velocidade do objeto móvel.

O tipo de dispositivo **citado no enunciado** não avalia a velocidade do veículo por meio de ondas eletromagnéticas, mas por sensores (de pressão) posicionados no chão. Não se trata, portanto, de um verdadeiro radar.

Há, contudo, locais em que a fiscalização eletrônica é feita com auxílio de radares verdadeiros (incluindo radares móveis, posicionados em diferentes locais a cada dia), que dispensam, portanto, sensores posicionados no chão.

5. Espera-se que os estudantes concluam que o satélite geostacionário permite que a antena que emite sinais para ele e também a que recebe sinais provenientes dele fiquem apontadas sempre na mesma direção, facilitando bastante o processo de comunicação via satélite.

Você pode comentar com os estudantes: Já imaginou, por exemplo, se, na recepção doméstica de sinais de tevê por antena parabólica, esta tivesse de ser constantemente reorientada a fim de apontar para o satélite? E como ficaria o sinal quando tal satélite estivesse do outro lado do planeta?

6. O tema permite que os estudantes descubram que as ondas eletromagnéticas foram previstas teoricamente pelo físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879). Ele consolidou as ideias do eletromagnetismo em um conjunto de quatro expressões matemáticas, denominadas *equações de Maxwell*. Por volta de 1862, ele previu, a partir de sua teoria, a existência de ondas eletromagnéticas e determinou sua velocidade no vácuo, obtendo um resultado que coincidiu com a velocidade da luz no vácuo. Isso sugeriu que a luz consiste de ondas eletromagnéticas. (Além de Maxwell, os estudantes poderão mencionar em seus resultados cientistas que o precederam no eletromagnetismo, enfatizando o caráter colaborativo da produção científica.)

Em 1888, o físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) inventou um dispositivo que produziu ondas eletromagnéticas (da região espectral hoje denominada rádio). Contudo, Hertz não explorou a potencialidade do uso das ondas de rádio na comunicação.

O italiano Guglielmo Marconi (1874-1937) aplicou a descoberta de Hertz para construir um telégrafo sem fio, em 1895, o que possibilitou trocar mensagens em código morse entre dois telégrafos não fisicamente conectados. (Anteriormente, o código morse já era usado na telegrafia com fio.)

O telégrafo de Marconi era um emissor/receptor de rádio. A invenção de Marconi possibilitou uma nova era nas comunicações, abrindo caminho para diversas aplicações posteriores de ondas eletromagnéticas nas telecomunicações.

7. É possível. Como o rubídio é do 5º período, seus átomos têm 5 camadas eletrônicas. E, como é alcalino (grupo 1), tem um elétron na camada de valência (última camada).



ATIVIDADE

Use o que aprendeu

1. Faça uma lista das utilidades das ondas eletromagnéticas em seu dia a dia. Confronte-a com a de seus colegas e, a seguir, responda: a humanidade teria a mesma qualidade de vida se não utilizasse as tecnologias associadas às ondas eletromagnéticas? Justifique sua opinião.
2. Na sua opinião, qual dos tipos de onda eletromagnética é o mais útil para você em seu dia a dia? Por quê?
3. Os raios X não são úteis apenas em Medicina. Pesquise e responda qual é a utilidade dos raios X:
  - a) na segurança de aeroportos;
  - b) na indústria.
4. Em algumas cidades brasileiras existem sensores no pavimento das ruas, espaçados a intervalos predeterminados, que, pressionados sucessivamente pelas rodas de um veículo, permitem avaliar a velocidade dele e, se estiver acima do permitido, fotografá-lo. Algumas pessoas chamam esse dispositivo de "radar". Explique por que essa denominação não está correta.
5. Boa parte dos satélites usados em comunicação são **geoestacionários**, ou seja, orbitam ao redor da Terra completando uma volta a cada 24 horas, o que faz com que estejam em órbita sempre sobre uma mesma região. Explique por que é conveniente que um satélite usado em comunicações seja geoestacionário.
6. Pesquise em que época viveu Guglielmo Marconi e qual foi sua contribuição para a humanidade. Como o trabalho de outros cientistas possibilitou essa contribuição? Elabore um pequeno texto explicando que o conhecimento científico é uma produção coletiva. Use argumentos válidos que façam parte de seus conhecimentos e/ou que você tenha pesquisado em fontes confiáveis de informação.
7. O rubídio é um metal alcalino que se encontra no quinto período da tabela periódica. Sem consultar a tabela, é possível dizer quantas camadas eletrônicas apresenta um átomo desse elemento e quantos elétrons há em sua camada de valência? Justifique sua resposta.
8. O chumbo é o elemento do sexto período, grupo 14. Sem consultar a tabela periódica, é possível prever quantos elétrons há na camada de valência de um átomo de chumbo? Explique.
9. Dois dos elementos químicos representativos muito importantes para a saúde óssea têm as seguintes características: um deles apresenta átomos com quatro camadas eletrônicas e dois elétrons na última delas; os átomos do outro têm três camadas eletrônicas e cinco elétrons na última camada.
  - a) Você consegue prever o período e o grupo desses elementos na tabela periódica, sem consultar o esquema de distribuições eletrônicas apresentado no texto? Justifique.
  - b) Agora, consulte a tabela periódica e diga que elementos são esses.
10. Os átomos de um elemento químico presente em quantidade apreciável no corpo humano apresentam 8 prótons e 8 elétrons (além de nêutrons, é claro).
  - a) Qual é a distribuição eletrônica nas camadas dos átomos desse elemento?
  - b) A que grupo da tabela periódica ele deve pertencer?
11. Os átomos de outro elemento químico presente em quantidade apreciável no corpo humano têm 6 prótons e 6 elétrons (e também nêutrons).
  - a) Qual é a distribuição eletrônica nas camadas dos átomos desse elemento?
  - b) A que grupo da tabela periódica ele deve pertencer?

### Seu aprendizado não termina aqui

O efeito das ondas eletromagnéticas de diferentes frequências sobre a saúde humana é o tema de muitos estudos científicos. De vez em quando, surgem novas descobertas. Fique atento às notícias sobre esse assunto, pois ele certamente é de seu interesse.

66

8. É possível. Os elementos do grupo 14 (família do carbono) têm 4 elétrons na camada de valência.
9. a) O primeiro mencionado está no 4º período (4 camadas) e no grupo 2 (2 elétrons de valência). O outro está no 3º período (3 camadas) e no grupo 15 (5 elétrons de valência).
  - b) Respectivamente, cálcio (Ca) e fósforo (P).
10. a) K – 2 L – 6
  - b) Grupo 16.  
*Observação:* É o oxigênio.
11. a) K – 2 L – 4
  - b) Grupo 14.  
*Observação:* É o carbono.

## Fechamento da unidade #

### Isso vai para o nosso blog!

#### Os elementos químicos

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende em Ciências da Natureza. Nesta atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos a seguir para incluir no *blog*.

O professor atribuirá à equipe alguns elementos químicos, para que cada um deles seja foco das perguntas a seguir.

É necessário à saúde humana? Em caso afirmativo, que problemas sua falta causa?

Em que ano foi descoberto? Quem foi seu descobridor?

Que fatos curiosos podem ser relatados sobre esse elemento químico?

Tem aplicações importantes para a sociedade?

É tóxico ao ser humano ou a outras formas de vida? Que malefícios pode nos causar? Causa danos ambientais? Quais?

67

Os resultados devem ser postados no *blog* de Ciências de cada equipe. A seu critério, as equipes podem também fazer um vídeo ou um *podcast* para cada elemento químico que lhes foi atribuído, apresentando, por meio dessa produção, os resultados que obtiveram.

Alternativamente, você pode solicitar a apresentação em público dos resultados, a qual pode incluir recursos digitais (de acordo com conveniência e disponibilidade).

Além de desenvolver habilidades e atitudes necessárias para expressar-se em público, a atividade pode despertar o interesse dos estudantes sobre outros assuntos correlatos, que poderão, a seu critério, ser desenvolvidos oportunamente.

### TCT Saúde e Ciência e Tecnologia

Essa atividade, em função das solicitações às equipes, relaciona-se aos TCTs *Saúde e Ciência e Tecnologia*.

### De olho na BNCC!

A atividade de fechamento de unidade favorece as **competências gerais 1, 4, 5, 9 e 10** e as **competências específicas 4, 6 e 8** (conforme comentado na parte inicial deste Manual do professor).

É favorecido também o trabalho com a **competência específica 7**, no que se refere a conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

### Turmas numerosas

Esta atividade pode auxiliar no caso de turmas com muitos estudantes, pois permite destacar as qualidades de todos que compõem a turma. Atente para que as equipes propiciem equidade de oportunidades aos seus integrantes e para que haja um clima saudável de cooperação, favorecendo a interação e o aprendizado dos estudantes com seus pares.

### Fechamento da unidade A

**Objetivo:** Propiciar uma situação de trabalho em que os estudantes se interessem por informações referentes à Química, especialmente sobre os elementos químicos, sua descoberta, suas aplicações e sua eventual periculosidade.

**Comentário:** O professor deve propor a cada equipe o nome de alguns elementos químicos, a fim de que sejam pesquisadas características desse elemento, tais como época da descoberta e contexto histórico em que se deu essa descoberta, ocorrência natural, importância no sistema produtivo, grau de necessidade ao organismo humano ou grau de toxicidade.

Atribua a cada equipe os mesmos elementos químicos já pesquisados por seus integrantes no *Tema para pesquisa* do item 9 do capítulo 2. Oriente-os a aproveitar seus resultados anteriores (origem e significado do nome) e a prosseguir, realizando as demais solicitações desta atividade.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Noções sobre ligações químicas
- Algumas substâncias químicas de importância cotidiana
- Regra do octeto, distribuição eletrônica nas camadas e suas implicações na previsão de ligações químicas
- Noções sobre substâncias iônicas, substâncias moleculares e substâncias metálicas e suas propriedades
- Importância dos elementos químicos no cotidiano
- Valência e tabela periódica

Nesta unidade B, um fio condutor são os materiais. O capítulo 4 permite perceber que determinadas propriedades das substâncias são condicionadas pela estrutura submicroscópica, que, por sua vez, está vinculada ao tipo de ligação química entre os átomos.

No capítulo 5, os estudantes verão que materiais em vibração produzem ondas sonoras, caracterizadas por propriedades como frequência e velocidade. A frequência das ondas sonoras está vinculada a características do material que as produz, e a velocidade de propagação depende do material pelo qual se propagam.

O capítulo 6, último da unidade, versa sobre a interação da luz com materiais. Parte do capítulo se dedica à absorção ou reflexão das componentes da luz branca. Outra parte trabalha a passagem da luz por meios transparentes. Uma terceira parte versa sobre a reflexão da luz na superfície de materiais, sejam aqueles que a refletem de maneira difusa (uma parede ou uma folha de papel, por exemplo), sejam aqueles que a refletem de maneira regular (um espelho ou uma superfície metálica limpa e polida).

Iniciando a unidade, este capítulo 4 tem como meta estabelecer a noção de que as substâncias podem ser classificadas em três categorias (iônicas, moleculares e metálicas), de acordo com o tipo de ligação química presente.

## UNIDADE B

### CAPÍTULO

# 4

## Ligações químicas

Como os átomos se unem para constituir os materiais?

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A aplicação de descobertas da pesquisa química (por exemplo, sobre ligações entre átomos) a produtos que se destinam à sociedade pode proporcionar uma considerável melhoria da qualidade de vida. Entre os muitos avanços recentes está a elaboração de materiais leves e resistentes para confeccionar próteses de membros, como a que o atleta na foto, Thiago Paulino dos Santos, que conquistou a medalha de ouro em atletismo (arremesso de peso) nas parolimpíadas de Tóquio em 2021, está usando.

### CIDADANIA E CIVISMO

O exemplo de Thiago é inspirador para atletas de todo o mundo, incentivando o protagonismo de pessoas com deficiência, que toda a sociedade deve valorizar, e a prática de esportes, que deve contribuir para a confraternização e a cultura de paz entre as pessoas.

68

As ligações químicas podem ser classificadas fundamentalmente em interatômicas e intermoleculares. As primeiras, estudadas neste capítulo, subdividem-se em iônica, covalente e metálica, que dão origem a grupos de substâncias que, tipicamente, apresentam algumas semelhanças.

No caso de a ligação interatômica ser covalente ou no caso dos gases nobres (monoatômicos), a substância é constituída por moléculas que, por sua vez, interagem entre si (principalmente nas fases sólida e líquida) por meio de ligações intermoleculares. Uma noção comparativa da intensidade dessas ligações é fornecida na tabela do item 6 deste capítulo.

Estudar ligações químicas interatômicas inclui perceber que há substâncias que conduzem eletricidade quando sólidas e que exibem brilho característico. Há substâncias que não conduzem corrente elétrica quando sólidas, mas, submetidas a temperaturas suficientemente altas para provocar sua fusão, passam a conduzi-la. E há substâncias que não apresentam condutividade elétrica apreciável em nenhum dos três estados de agregação, à pressão ambiente.

## Motivação

Em Ciência, um importante procedimento é **classificar** os objetos em estudo, ou seja, separá-los em categorias de acordo com suas semelhanças.

Vamos, inicialmente, conhecer uma possível classificação de substâncias químicas, que as divide em três grupos, de acordo com suas propriedades. Com essa finalidade, as propriedades de algumas substâncias são apresentadas na tabela. As propriedades são:

- temperatura de fusão;
- condutividade elétrica em fase sólida;
- condutividade elétrica em fase líquida.

A condutividade elétrica é a propriedade que diferencia um condutor de um isolante elétrico (conceitos vistos no item 4 do capítulo 2). Os condutores elétricos apresentam elevada condutividade elétrica, ou seja, cargas elétricas podem se movimentar através deles com facilidade. Os isolantes elétricos, ao contrário, têm condutividade elétrica nula. Em outras palavras, podemos dizer que os condutores elétricos **conduzem corrente elétrica** e os isolantes elétricos **não a conduzem**.

Analise os dados da tabela e veja se você percebe quais são as regularidades usadas para agrupar essas substâncias em três categorias distintas. Registre suas conclusões no caderno e volte a elas após estudar o capítulo, reformulando-as se julgar necessário.



EDUARDO SANTALÉSTRA

Note, consultando a tabela apresentada nesta seção, que o cloreto de sódio (NaCl), constituinte do sal de cozinha, é colocado no grupo das substâncias denominadas **iônicas**, que a água (H<sub>2</sub>O) é incluída no grupo das substâncias **moleculares** e que a prata está no grupo das substâncias **metálicas**.

Propriedades de algumas substâncias químicas				
Substância	Fórmula que representa a substância	Temperatura de fusão (°C)	Conduz corrente elétrica em:	
			fase sólida?	fase líquida?
<b>Substâncias iônicas</b>				
Cloreto de lítio	LiCl	610	Não	Sim
Brometo de potássio	KBr	734	Não	Sim
Cloreto de cálcio	CaCl <sub>2</sub>	775	Não	Sim
Cloreto de sódio	NaCl	801	Não	Sim
Óxido de alumínio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2053	Não	Sim
Óxido de magnésio	MgO	2825	Não	Sim
<b>Substâncias moleculares</b>				
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	-114	Não	Não
Cloro	Cl <sub>2</sub>	-102	Não	Não
Água	H <sub>2</sub> O	0	Não	Não
Naftaleno	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	80	Não	Não
Iodo	I <sub>2</sub>	114	Não	Não
Glicose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	150	Não	Não
<b>Substâncias metálicas</b>				
Alumínio	Al	660	Sim	Sim
Prata	Ag	962	Sim	Sim
Ouro	Au	1064	Sim	Sim
Cobre	Cu	1085	Sim	Sim
Ferro	Fe	1538	Sim	Sim
Platina	Pt	1768	Sim	Sim

Fonte das temperaturas de fusão: HAYNES, W. M. (ed.) **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 3-4ss e 4-44ss.

## De olho na BNCC!

A foto e o texto de abertura deste capítulo possibilitam o desenvolvimento: da **competência geral 2**, pois incentivam a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade; da **competência geral 6**, por estimularem o estudante a 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; da **competência específica 3**, porque auxiliam em analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza; e da **competência específica 4**, pois estimulam a avaliar aplicações e implicações culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

Da percepção da existência desses padrões, aliada à inclusão de cargas elétricas no modelo atômico, surgiram propostas de explicação para a ocorrência de ligações químicas entre os elementos e, também, para algumas das propriedades das substâncias resultantes de tais ligações.

## TCTs Ciência e Tecnologia e Cidadania e Civismo

A foto de abertura, ao relacionar uma aplicação científica (a prótese que o atleta utiliza) à atuação no esporte de uma pessoa com deficiência, permite abordar os Temas Contemporâneos Transversais **Ciência e Tecnologia** (macroárea homônima) e **Educação em Direitos Humanos** (macroárea **Cidadania e Civismo**) na leitura e discussão da legenda.

Saliente a relevância da **equidade** entre as pessoas e a necessidade da valorização da **cultura de paz** na sociedade, o que implica a eliminação de todas as formas de preconceito.

## Itens 1 e 2

No item 1, um aspecto que pode ser discutido por você é um procedimento frequente em Ciências da Natureza: classificar objetos em estudo, isto é, separá-los em categorias de acordo com suas propriedades. Em se tratando de substâncias químicas, um dos possíveis esquemas classificatórios consiste em dividi-las em três grupos, de acordo com o conjunto das propriedades temperatura de fusão e condutividade elétrica, tanto em fase sólida quanto em fase líquida.

Ao longo do capítulo, os estudantes perceberão que essas propriedades estão relacionadas ao tipo de ligação química interatômica. Um dos grupos é o das substâncias tipicamente iônicas, que têm em comum o fato de a ligação ser predominantemente iônica. Elas apresentam elevadas temperaturas de fusão e conduzem bem a corrente elétrica na fase líquida, mas não na fase sólida.

Outro grupo é o das substâncias tipicamente moleculares, nas quais os átomos se unem por ligação predominantemente covalente, constituindo as moléculas. Quando puras e sob pressão ambiente, essas substâncias não conduzem corrente elétrica e apresentam temperaturas de fusão que, de modo geral, são bem mais baixas que as das substâncias iônicas.

Uma terceira categoria, a das substâncias tipicamente metálicas, nas quais existe ligação predominantemente metálica, caracteriza-se pela boa condução de corrente elétrica tanto na fase sólida como na fase líquida. As temperaturas de fusão são relativamente altas, em geral superiores às das substâncias moleculares, embora haja algumas notáveis exceções a essa regularidade.

Exemplos desses três tipos de substância estão relacionados na tabela da seção *Motivação*.

SVEN KEES/SHUTTERSTOCK



A safira é constituída principalmente de  $Al_2O_3$ , uma substância iônica incolor. A cor se deve à pequena quantidade de "impurezas" presentes.

WDS/SHUTTERSTOCK



A glicose, sólido cristalino branco, é uma substância molecular de fórmula  $C_6H_{12}O_6$ .

ER\_09/SHUTTERSTOCK



O alumínio, sólido empregado na fabricação dessa maleta, é uma substância metálica de fórmula  $Al$ .

70

## Desenvolvimento do tema

### 1 Tipos de substâncias que estudaremos

Um dos possíveis critérios de classificação das substâncias, que é o empregado na tabela anterior, divide-as nos três grupos a seguir. Estudaremos a razão dos nomes dos grupos neste capítulo.

- Substâncias **iônicas** — conduzem a corrente elétrica em fase líquida, mas não em fase sólida. Têm temperaturas de fusão altas. Esse grupo inclui  $LiCl$ ,  $KBr$ ,  $CaCl_2$ ,  $NaCl$ ,  $Al_2O_3$  e  $MgO$ .
- Substâncias **moleculares** — não conduzem corrente elétrica nas fases sólida e líquida. Apresentam, em geral, temperaturas de fusão mais baixas que as substâncias dos outros dois grupos. Nesse grupo estão  $C_2H_6O$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2O$ ,  $C_{10}H_8$ ,  $I_2$  e  $C_6H_{12}O_6$ .
- Substâncias **metálicas** — conduzem corrente elétrica tanto na fase sólida quanto na líquida. Diversas delas têm temperaturas de fusão relativamente altas. Aqui se incluem  $Al$ ,  $Ag$ ,  $Au$ ,  $Cu$ ,  $Fe$ ,  $Pt$ .

Interrompa sua leitura por alguns instantes e procure na tabela periódica os elementos que formam essas substâncias. Verifique se são metais ou não metais. A que conclusão você chegou?

### 2 Ligações químicas que estudaremos

#### Ligações químicas e camada de valência

Todas as substâncias químicas são formadas por átomos de elementos químicos. Os cientistas observaram que a imensa maioria das substâncias conhecidas é formada por átomos combinados, unidos, ligados a outros. Às vezes são átomos de um mesmo elemento, às vezes de elementos diferentes.

Dos milhões de substâncias conhecidas, sabe-se de apenas seis nas quais existem átomos não ligados a outros. Essas substâncias são o hélio, o neônio, o argônio, o criptônio, o xenônio e o radônio, gases presentes em pequena quantidade na atmosfera terrestre e formados por átomos não combinados de elementos do grupo 18 da tabela periódica ( $He$ ,  $Ne$ ,  $Ar$ ,  $Kr$ ,  $Xe$ ,  $Rn$ ), o grupo dos gases nobres. Além disso, até hoje não foi descoberta sequer uma substância natural na qual átomos de gases nobres estejam combinados entre si ou com átomos de outros elementos.

Essas observações forneceram evidências iniciais aos cientistas para esclarecer como os átomos se combinam. Já que a eletrosfera é a parte mais externa dos átomos e o núcleo é muito pequeno, parece razoável ser a eletrosfera que atua na combinação dos átomos. Hoje, sabe-se que todas as ligações químicas entre átomos têm origem elétrica, representando compromisso entre forças atrativas (entre cargas de sinais diferentes) e forças repulsivas (entre cargas de sinais iguais).

No item 2, a apresentação da regra do octeto está vinculada à baixíssima tendência dos gases nobres a se combinarem quimicamente. A análise em sala de aula da tabela que apresenta a distribuição eletrônica em níveis de energia para esses elementos é relevante para favorecer o entendimento.

Ressalte que, embora a regra do octeto tenha sua relevância histórica e auxilie a prever alguns casos referentes a ligações químicas, ela não explica por que os átomos se combinam. Além disso, há grande variedade de substâncias cujas ligações químicas não são previsíveis por essa regra.

Também é importante esclarecer que já foram produzidos em laboratório compostos de determinados gases nobres, por exemplo  $XeF_2$ ,  $XeF_4$ ,  $XeO_3$ ,  $XeO_4$ ,  $XeOF_2$ ,  $XeO_3F_2$ ,  $XeOF_4$  e  $NaXeO_6$ . O primeiro composto de gás nobre foi sintetizado por Neil Bartlett (1932-2008) em 1962, o  $Xe[PtF_6]$ . Compostos de xenônio são os mais estudados, seguidos pelos compostos de criptônio. O estudo do radônio é bastante dificultado pelo fato de todos os seus isótopos serem radioativos.



Vimos, no capítulo 3, que os elétrons distribuem-se em camadas, ou em níveis (K, L, M etc.).

A camada mais externa da eletrosfera, denominada **camada de valência**, é a que mais pode se aproximar da eletrosfera de outro átomo e, por isso, é aquela envolvida nas **ligações químicas** que ocorrem entre os átomos e os mantém unidos.

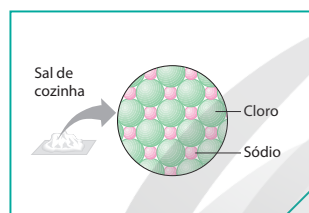
Ao contrário de todos os outros elementos, os gases nobres apresentam a última camada contendo 8 elétrons, com exceção do hélio, no qual a última camada só comporta 2 (veja a tabela). No início do século XX, cientistas consideraram que possuir 8 elétrons na última camada (ou 2, caso seja a camada K) faz com que o átomo fique estável. O estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs, em 1916, uma teoria para explicar a ligação entre os átomos, que ficou conhecida como **modelo do octeto de elétrons**, ou, simplesmente, **regra do octeto**. De acordo com essa regra, um átomo estará estável quando sua última camada (camada de valência) possuir 8 elétrons (ou 2, caso se trate da camada K). Os átomos não estáveis se unem uns aos outros a fim de adquirir essa configuração de estabilidade.

Neste capítulo, apresentaremos uma visão introdutória das ligações químicas e consideraremos substâncias iônicas e moleculares em que os átomos têm eletrosferas em conformidade com a regra do octeto. Tenha em mente, contudo, que são conhecidas muitas exceções a essa regra, estudadas no Ensino Médio e no Ensino Superior.

### Ligações químicas e tipos de substâncias

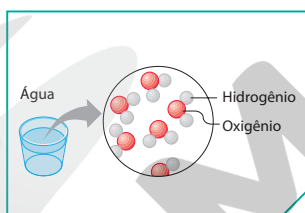
As ligações químicas entre átomos, que estudaremos a seguir, são de três tipos: **iônica**, **covalente** e **metálica**. De modo geral:

- as substâncias **iônicas** são constituídas de metal e de não metal unidos por **ligação iônica**;
- as substâncias **moleculares** são constituídas de átomos de não metais entre os quais existe **ligação covalente**;
- as substâncias **metálicas** são constituídas de átomos de metal unidos por **ligação metálica**.



No NaCl há íons (átomos eletricamente carregados) de sódio e de cloro unidos por ligação iônica.

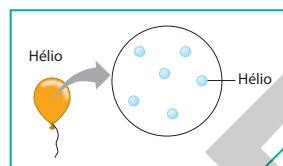
Fonte das figuras: TIMBERLAKE, K. General, Organic, and Biological Chemistry; structures of life. 6. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 98, 102.



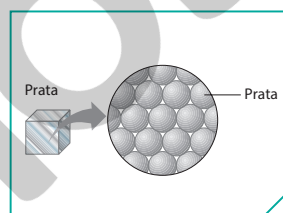
Na água há átomos de hidrogênio e de oxigênio unidos por ligação covalente, formando moléculas.

Distribuição eletrônica dos gases nobres					
Gás nobre	K	L	M	N	O P
Hélio	2				
Neônio	2	8			
Argônio	2	8	8		
Criptônio	2	8	18	8	
Xenônio	2	8	18	18	8
Radônio	2	8	18	32	18

Fonte: KOTZ, J. et al. Chemistry and chemical reactivity. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 316.



Nos gases nobres os átomos não estão unidos a outros átomos. O hélio, presente em balões, é um exemplo de gás nobre. (Nessa figura e nas três a seguir os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.)



Em um pedaço de prata há muitos átomos de prata unidos por ligação metálica.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Conteúdos procedimentais sugeridos

- Prever se uma substância é iônica, molecular ou metálica, com base em sua fórmula e consultando a tabela periódica.
- Elaborar a fórmula prevista para o composto iônico formado por um metal e um não metal, fundamentando-se na posição dos elementos na tabela periódica.
- Elaborar a fórmula eletrônica e a fórmula estrutural para casos simples de substâncias moleculares, a partir da fórmula molecular e da posição dos elementos na tabela periódica.
- De posse da tabela periódica e da carga de um íon, estabelecer uma comparação entre ele e o respectivo átomo neutro, no tocante ao número de prótons e ao de elétrons.

Prever se uma substância é iônica, molecular ou metálica depende do desenvolvimento da habilidade de verificar se cada elemento presente na fórmula da substância é metal ou não metal.

Esse e os demais conteúdos procedimentais elencados para este capítulo podem ser desenvolvidos com as atividades propostas no livro do estudante.

### Conteúdos atitudinais sugeridos

- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.
- Perceber que muito do conforto da vida moderna se deve à utilização de progressos da Química.
- Prestar atenção aos rótulos de produtos industrializados.
- Compreender que a Ciência é um construto humano. Essas são atitudes que se pretende desenvolver ao longo de todo o curso de Ciências da Natureza, em especial ao abordar temas ligados a tecnologia e sociedade. Este capítulo é bastante ilustrativo da importância prática das ideias científicas e permite que, durante ou após o seu desenvolvimento, se trabalhem esses conteúdos atitudinais com os estudantes.

### De olho na BNCC!

Todos os temas apresentados nos itens do *Desenvolvimento do tema* contribuem para que os estudantes possam compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, o que favorece o desenvolvimento da **competência específica 2**.

### Atividades

Ao final do item 2, proponha os exercícios 1 a 5 do *Use o que aprendeu*.

### Item 3

Ao trabalhar a temática ligação iônica e o restante do capítulo, atente que a **tabela periódica é um instrumento de consulta**. Não faz sentido que os estudantes memorizem dados nela presentes.

A possibilidade de consulta à tabela periódica também deve ser estendida ao momento de realização das avaliações.

#### Para discussão em grupo

A intenção da atividade é exercitar a capacidade de consulta à tabela periódica e a execução de comparações.

A atividade permite concluir quais são as cargas, em ligação iônica, dos elementos apresentados:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{S}^{2-}$ .

Esteja atento para esclarecer o significado das notações 2+, 3+ e 2- que aparecem sobrescritas à direita dos símbolos:

- 2+: duas cargas positivas, resultantes da perda de 2 elétrons pelo átomo eletricamente neutro;
- 3+: três cargas positivas, resultantes da perda de 3 elétrons pelo átomo eletricamente neutro;
- 2-: duas cargas negativas, resultantes do recebimento de 2 elétrons pelo átomo eletricamente neutro.

Além de exercitar a consulta à tabela periódica e a realização de comparações, a proposta permite desenvolver nos estudantes a capacidade de argumentar em textos escritos (no momento de responder às questões) e em textos orais (durante a apresentação das conclusões e no momento do debate).

#### ATIVIDADE

##### Para discussão em grupo

Após ler todo o item 3, consultar a tabela periódica e procurar nela os elementos **Li, K, Mg, Ba, Al, Br e S**. Qual é o gás nobre cujo número de elétrons é mais próximo do de cada um deles? Quantos elétrons cada um desses elementos deve perder ou receber para adquirir eletrosfera similar à de gás nobre? Qual é a carga adquirida após a perda ou o recebimento de elétrons? Apresentar as conclusões ao professor e debater com ele cada caso.

### 3 Ligação iônica

As substâncias iônicas são constituídas de **íons**, que são átomos (ou grupos de átomos) com carga elétrica não nula (positiva ou negativa).

No cloreto de sódio (NaCl), componente do sal de cozinha, existem íons do elemento químico sódio e íons do elemento químico cloro.

Para entender o fato de, no NaCl, os átomos de sódio e de cloro serem dotados de carga elétrica, comecemos com as seguintes informações extraídas da tabela periódica:

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Sódio (Na)	11	11	0
Cloro (Cl)	17	17	0

Agora compare a **eletrosfera** desses elementos com a dos gases nobres neônio e argônio:

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Neônio (Ne)	10	10	0
Argônio (Ar)	18	18	0

Você notou que a eletrosfera do sódio está mais próxima, em número de elétrons, da eletrosfera do neônio? E que a do cloro está mais próxima da do argônio? Se não notou, analise novamente os dados apresentados antes de prosseguir a leitura.

Se o sódio perder um elétron, sua eletrosfera passará a ter o mesmo número de elétrons do neônio. E se o cloro receber um elétron, ficará com o mesmo número de elétrons do argônio.

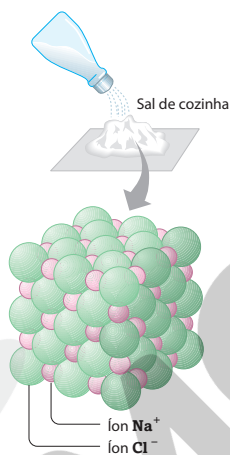
Os cientistas verificaram que, no cloreto de sódio, os átomos de sódio têm 10 elétrons e os de cloro têm 18. Como consequência, esses átomos não estão eletricamente neutros.

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Sódio (Na)	11	10	+1
Cloro (Cl)	17	18	-1

Quando átomos perdem ou recebem elétrons, eles deixam de ser eletricamente neutros e passam a ser íons. Um **íon positivo** é chamado de **cátion** e um **íon negativo** é denominado **ânion**.

O cátion sódio é representado por  $\text{Na}^+$ , o que indica a sua carga positiva. O ânion do elemento cloro é representado por  $\text{Cl}^-$ , o que indica a sua carga negativa. Como os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  possuem cargas de sinais opostos, atraem-se mutuamente e mantêm-se unidos. Essa união entre íons é chamada **ligação iônica** e origina uma estrutura altamente organizada, o **retículo cristalino iônico**, esquematizada na figura.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



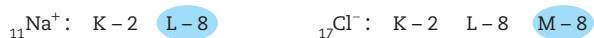
Representação esquemática do retículo cristalino iônico do cloreto de sódio. Os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e em tamanho ampliado dezenas de milhões de vezes.

Fonte: BURDGE, J. *Chemistry*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 57.

Em termos de distribuição eletrônica nos níveis de energia para os átomos eletricamente neutros de sódio e cloro, temos:

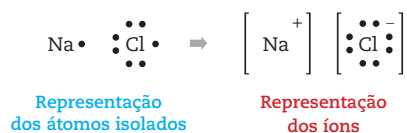


E, para os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , temos:



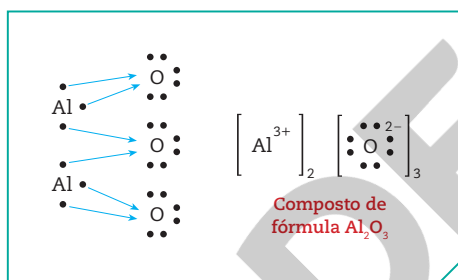
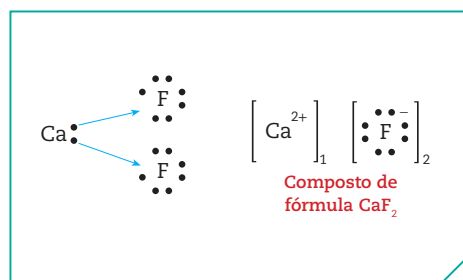
**Ambos estão com 8 elétrons na última camada.**

A comparação entre os átomos neutros e os íons constituintes do NaCl pode ser esquematizada, simplificada, representando-se por bolinhas os elétrons da última camada (a camada de valência) ao redor do símbolo do elemento:



O NaCl é um exemplo de **composto iônico**, ou seja, formado por íons.

Veja mais dois exemplos esquemáticos:



Para escrever a fórmula de um composto iônico, basta verificar a carga do íon formado pelos elementos (no nosso nível de estudo, pela regra do octeto) e considerar que, num composto, a carga elétrica total positiva deve ser igual à negativa, resultando **carga total nula**.



Por exemplo:



O cloreto de sódio (NaCl) é constituído de cátions  $\text{Na}^+$  e ânions  $\text{Cl}^-$ .

## Atente!

No item 3, outros exemplos de compostos iônicos que você pode explorar em aula são o  $\text{MgBr}_2$  e o  $\text{Al}_2\text{S}_3$ .

Em todo composto iônico, as cargas negativas e positivas se cancelam, e a carga total do composto é nula.

No  $\text{MgBr}_2$ , por exemplo, as duas cargas positivas de cada  $\text{Mg}^{2+}$  são compensadas por duas cargas negativas de cada dois  $\text{Br}^-$ .

E, no  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , as seis cargas positivas de cada dois íons  $\text{Al}^{3+}$  são compensadas por seis cargas negativas de cada três íons  $\text{S}^{2-}$ .

## Atividades

Ao final do item 3, os estudantes têm condições de fazer os exercícios 6 a 21 do *Use o que aprendeu*.

## Item 4

Um conceito incorreto, introduzido frequentemente em níveis elementares do ensino, é o de que todas as substâncias seriam formadas por moléculas. Isso não é verdade, e esse capítulo ajuda a evitar essa concepção errônea. As substâncias iônicas e as metálicas não têm natureza molecular. Moléculas são agrupamentos de átomos unidos por ligações covalentes. Por isso, as substâncias estudadas no item 4 são denominadas **moléculares**. Saliente isso aos estudantes ao trabalhar esse item.

Outra coisa que você pode comentar é que todas as ligações químicas têm origem elétrica. No caso da ligação covalente, a razão física de o compartilhamento eletrônico manter os átomos ligados é comentada a seguir. Quando os elementos A e B estabelecem uma ligação covalente A—B, a densidade de probabilidade de encontrar os elétrons compartilhados é elevada em uma região entre os núcleos. Os núcleos de A e B se repelem devido às cargas elétricas de mesmo sinal. Também os elétrons de A e B não envolvidos nas ligações se repelem mutuamente. Ocorre que os elétrons compartilhados são atraídos pelos núcleos (e os atraem), devido às cargas de sinais opostos, o que resulta numa tendência de aproximação dos núcleos, não porque estes se atraem, mas devido à interação com os elétrons compartilhados. A distância de equilíbrio da ligação A—B é tal que as forças repulsivas são equilibradas pelas forças atrativas. Um pequeno deslocamento dos núcleos em relação a essa situação de equilíbrio faz com que haja predominância de uma das tendências envolvidas, atração ou repulsão. Um afastamento provoca predominância da força atrativa; uma aproximação, ao contrário, causa intensificação da repulsão. Assim, os núcleos podem oscilar ao redor de uma distância de equilíbrio, a **distância de ligação**, na qual existe um **compromisso entre atração e repulsão**.

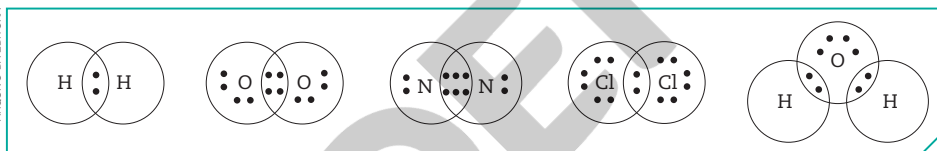
### ATIVIDADE

#### Para discussão em grupo

Após ler todo o item 4, consultar a tabela periódica e procurar nela os elementos **F, Br, S e P**. Qual é o gás nobre cujo número de elétrons é mais próximo do de cada um deles? Quantos elétrons cada um desses elementos deve compartilhar em ligação(ões) covalente(s) para ficar com número de elétrons igual ao de um gás nobre? Qual seria a fórmula da molécula resultante da combinação de cada um desses elementos com o hidrogênio?

Apresentar as conclusões ao professor e debater com ele cada caso.

FERNANDO JOSÉ FERREIRA  
ARGUINO DA EDITORA



Representação esquemática do compartilhamento de elétrons nas moléculas  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  e  $H_2O$ .

Apenas os elétrons da camada de valência estão indicados (por meio de bolinhas pretas). Os elétrons compartilhados estão na região de interseção dos círculos.

Fórmulas estruturais das moléculas das substâncias  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  e  $H_2O$ . Os traços pretos representam ligações covalentes.

## 4 Ligação covalente

Os átomos que se unem para formar moléculas não se transformam em íons, apenas compartilham alguns de seus elétrons. Os elétrons compartilhados passam a fazer parte da eletrosfera de mais de um átomo. Nas moléculas em que os átomos estão em conformidade com a regra do octeto, é o compartilhamento que possibilita que cada átomo adquira um número de elétrons igual ao de um gás nobre.

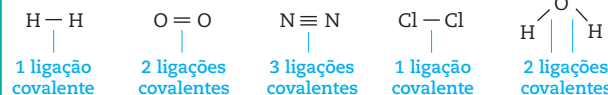
Vamos examinar os casos das substâncias que têm **fórmula molecular**  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  e  $H_2O$ . Para os átomos dos elementos que as constituem, as distribuições eletrônicas foram apresentadas no item 6 do capítulo 3.

Comparando o número de elétrons na camada de valência desses átomos com o dos gases nobres, concluímos o seguinte: Para se assemelhar ao hélio, o hidrogênio precisa de mais 1 elétron (na camada K). Para se assemelhar ao neônio, o nitrogênio necessita de mais 3 elétrons (na camada L) e o oxigênio, de mais 2 (na camada L). O cloro precisa de mais 1 elétron (na camada M) para ficar com o mesmo número de elétrons do gás nobre argônio.

Em substâncias como  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  e  $H_2O$ , os átomos se mantêm unidos porque suas eletrosferas **compartilham** alguns elétrons. Os elétrons compartilhados são atraídos pelos núcleos dos dois átomos e também os atraem. Essas forças atrativas equilibram a tendência de repulsão entre os dois núcleos e também entre as duas eletrosferas. O compromisso das forças atrativas e repulsivas possibilita a existência das moléculas.

Nenhum dos átomos envolvidos se transformou em íon, ou seja, nenhum deles perdeu ou recebeu elétrons. Devido ao compartilhamento, todos passaram a ter, na última camada, a quantidade de elétrons que os faz se assemelharem a gases nobres.

Quando átomos se unem por compartilhamento de elétrons, dizemos que entre eles se estabelece **ligação covalente**. Cada **par de elétrons compartilhado** é considerado **uma ligação covalente**. Os grupos de átomos unidos por ligação covalente são chamados **moléculas**. A **fórmula estrutural de uma molécula** é uma representação na qual cada ligação covalente é indicada por um traço.



74

Ao trabalhar o tema ligação covalente, o **simulador de modelos moleculares** sugerido a seguir permite que você mostre aos estudantes (projetando em sala, se possível) a fórmula estrutural de um composto e seu modelo molecular tridimensional, rotacionando-o em todas as direções. Disponível em: <https://molview.org/>. Acesso em: 27 jul. 2022.

O simulador não foi indicado no livro do estudante porque está em inglês. Contudo, seu uso é bastante simples e existem duas maneiras distintas de escolher uma molécula para exibição. Uma delas é digitar na caixa de busca (no canto superior esquerdo, indicada pelo ícone de lupa) o nome da substância (em inglês) ou sua fórmula molecular. Isso fará com que a fórmula estrutural apareça (na parte esquerda da tela). Clique no modelo molecular (do lado direito da tela) e arraste para girá-lo em qualquer direção e visualizá-lo de diferentes pontos de vista. O botão de rolagem do *mouse* possibilita ampliar ou reduzir o tamanho do modelo molecular.

Três maneiras distintas usadas para representar uma molécula são a **fórmula molecular**, a **fórmula eletrônica** (também denominada **fórmula de Lewis**) e a **fórmula estrutural**.

Fórmula molecular	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Fórmula eletrônica	H • H	•• O •• O ••	•• N •• N ••	•• Cl •• Cl ••	H •• O •• H
Fórmula estrutural	H—H	O=O	N≡N	Cl—Cl	H—O   H

ILUSTRAÇÕES: FERNANDO JOSÉ FERREIRA / ARQUIVO DA EDITORA

Na molécula de H<sub>2</sub> e na de Cl<sub>2</sub>, há uma ligação covalente **simples**. Na molécula de H<sub>2</sub>O há duas ligações covalentes simples. Na molécula de O<sub>2</sub> há **duas** ligações covalentes ou, pode-se dizer também, uma ligação covalente **dupla**. Na molécula de N<sub>2</sub>, há **três** ligações covalentes ou uma ligação covalente **tripla**.

Outros exemplos de substâncias em que há ligações do tipo covalente			
Elemento(s)	Fórmula molecular	Fórmula de Lewis	Fórmula estrutural
Flúor	F <sub>2</sub>	•• F •• F ••	F—F
Bromo	Br <sub>2</sub>	•• Br •• Br ••	Br—Br
Carbono e oxigênio	CO <sub>2</sub>	•• O •• C •• O ••	O=C=O
Enxofre e hidrogênio	H <sub>2</sub> S	H •• S •• H	H—S   H
Nitrogênio e hidrogênio	NH <sub>3</sub>	H •• N •• H H	H—N—H   H
Carbono e hidrogênio	CH <sub>4</sub>	H •• C •• H H	H—C—H   H
Carbono e cloro	CCl <sub>4</sub>	•• Cl •• •• Cl •• C •• Cl •• •• Cl ••	Cl   Cl—C—Cl   Cl

Fontes: ZUMDAHL, S. S.; ZUMDAHL, S. A.; DECOSTE, D. J. *Chemistry*. 10. ed. Boston: Cengage, 2018. p. 326, 328; BROWN, T. L. et al. *Chemistry: the central science*. 15. ed. Nova York: Pearson, 2022. p. 379-380.

75

Teste digitando, por exemplo: "H<sub>2</sub>O", "NH<sub>3</sub>", "CO<sub>2</sub>", "CH<sub>4</sub>", "C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>", "C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>" e "H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>". No caso de fórmulas mais complexas, digite-as, mas não tecla *enter*; o programa mostrará uma lista de opções do banco de dados que se relacionam ao trecho digitado. Clique em uma das opções para poder visualizá-la.

Busque também algumas estruturas pelo nome. Sugestões:

- "vitamin A" (vitamina A);
- "vitamin B<sub>2</sub>" (vitamina B<sub>2</sub>);
- "ascorbic acid" (ácido ascórbico ou vitamina C);
- "vitamin D<sub>2</sub>" (vitamina D<sub>2</sub>);
- "vitamin E" (vitamina E);
- "glycin" (glicina, o mais simples dos aminoácidos);
- "glucose" (glicose).

Você também pode utilizar esse simulador para montar uma fórmula estrutural. Clique primeiro no ícone da lata de lixo para limpar a fórmula estrutural mostrada. A seguir, elabore a estrutura desejada utilizando os símbolos dos elementos (que estão disponíveis à direita da parte branca da tela) e as ligações e cadeias carbônicas cíclicas (disponíveis na lateral esquerda da tela). O ícone da borracha permite apagar qualquer item que foi acrescentado, mas precisa ser removido.

Após montar a fórmula estrutural, clique em "2D to 3D" (na parte superior da tela) para visualizar o modelo molecular desse composto.

No item 6, o boxe *Use a internet* proporrá aos estudantes a utilização de outro simulador para a elaboração de modelos moleculares, este em português.

### Para discussão em grupo

O boxe *Para discussão em grupo*, mais uma vez neste capítulo, oportuniza exercitar a consulta à tabela periódica e a execução de comparações.

A atividade propõe uma comparação na qual se espera que os estudantes concluam o número de ligações covalentes esperadas para átomos de flúor (uma), bromo (uma), enxofre (duas) e fósforo (três).

Durante a discussão, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver a capacidade de argumentação em textos orais.

### Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto "O que é grafeno?".

### Atividades

Os exercícios 22 a 34 do *Use o que aprendeu* são oportunos após o item 4.

## Item 5

Ao trabalhar esse item, retome os conhecimentos progressos (do 7º e do 8º anos) que os estudantes têm sobre o fato de os metais conduzirem bem calor e corrente elétrica (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.”; EF08CI02: “Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.”).

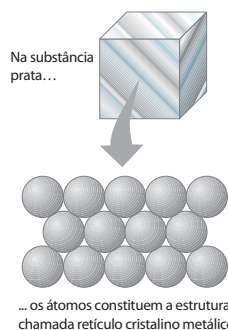
Durante o desenvolvimento, saliente que a regra do octeto **não** propicia qualquer previsão ou explicação referente à ligação metálica.

Para explicar a ligação metálica, um modelo foi criado na primeira metade do século XX e aprimorado subsequentemente por meio da Mecânica Quântica, o qual envolve a ideia de que alguns elétrons têm mobilidade pelo cristal metálico. Esse modelo possibilitou explicar qualitativamente propriedades como as altas condutividades elétrica e térmica, o brilho metálico e as elevadas maleabilidade e ductilidade (também grafada como ductibilidade).

Para o docente, transcrevemos a seguir dois trechos sobre o surgimento do modelo para a ligação metálica.

“Uma teoria dos metais em que elétrons de valência são considerados como tendo livre movimentação sob influência do campo [elétrico] de íons foi desenvolvida pelo físico alemão Hendrik Antoon Lorentz [1853-1928] e, em uma formulação quântica, pelo físico austríaco Wolfgang Pauli [1900-1958].” (PAULING, L. **General Chemistry**. Nova York: Dover, 1970. p. 588. Tradução dos autores.)

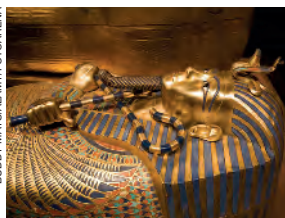
ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



... os átomos constituem a estrutura chamada retículo cristalino metálico.

Os átomos estão representados por esferas em cores fantasiosas e em tamanho ampliado dezenas de milhões de vezes.

BIDDY MANSALAM/ISTOCK



O ouro é uma das substâncias metálicas conhecidas pelo ser humano há mais tempo. Por ser um metal muito maleável, o que facilita sua modelagem, é empregado desde a Antiguidade para fazer adornos e objetos artísticos. É o caso dessa máscara mortuária do faraó egípcio Tutancâmon (1368-1349 a.C.), exposta no Museu do Cairo, Egito.

## 5 Ligação metálica

Consideremos uma amostra da substância simples prata, que é constituída de muitos átomos do elemento químico prata. Cada átomo está rodeado por outros átomos iguais a ele, em um arranjo regular denominado **retículo cristalino metálico**. A ligação entre átomos de metais é denominada **ligação metálica**, à qual não se aplica a regra do octeto.

Na estrutura da prata e dos demais metais, alguns dos elétrons não estão totalmente presos a um único átomo, apresentando a possibilidade de se moverem por toda a estrutura.

As **substâncias metálicas** (ou, simplesmente, metais) são úteis ao ser humano devido às suas propriedades, que, de modo bem genérico, estão listadas a seguir.

- **Brilho característico.** Quando polidos, os metais refletem muito bem a luz. Essa propriedade é fácil de ver em bandejas e em espelhos de prata.
- **Alta condutividade térmica e elétrica.** São propriedades que se devem aos elétrons livres. O movimento ordenado dos elétrons constitui a corrente elétrica, e sua agitação permite a rápida propagação do calor através das substâncias metálicas.
- **Altas temperaturas de fusão e de ebulição.** Em geral, são características dos metais (embora haja exceções, como mercúrio,  $TF = -39\text{ }^\circ\text{C}$ , gálio,  $TF = 30\text{ }^\circ\text{C}$ , e potássio,  $TF = 64\text{ }^\circ\text{C}$ ). Devido a essa propriedade e também à boa condutividade térmica, alguns metais são usados em painéis e em radiadores de automóveis.
- **Maleabilidade.** Metais são muito maleáveis, ou seja, fáceis de serem transformados em lâminas. O metal mais maleável é o ouro, que permite a obtenção das lâminas mais finas.
- **Ductilidade.** Metais também são muito dúcteis, isto é, fáceis de serem transformados em fios. O ouro é também o mais dúctil dos metais, permitindo que dele se obtenham fios finíssimos.

### EM DESTAQUE

CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA

## Fios elétricos: uma aplicação de condutores e isolantes

Na instalação elétrica das residências são usados fios de cobre. Como o cobre é um metal, tais fios são **condutores elétricos**. Os plásticos usados para revestir os fios são substâncias moleculares e, portanto, não são condutores de corrente elétrica. São denominados **isolantes elétricos**. O papel desempenhado por esse revestimento plástico é justamente impedir que um fio toque outro ou que as pessoas encostem diretamente nos fios. Em ambos os casos, as consequências seriam perigosas (curto-circuito, choque elétrico).

Fios elétricos de cobre revestidos de plástico.



Elaborado com dados obtidos de: GIAMBATTISTA, A. *Physics*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

VLKONTZ/SHUTTERSTOCK

76

“Lorentz propôs uma teoria dos metais que explica de modo qualitativo algumas de suas propriedades características e que foi extensivamente desenvolvida [...] por meio da Mecânica Quântica. [...] Essa teoria de elétrons livres provê uma explicação simples do brilho e de outras propriedades ópticas dos metais, das altas condutividades elétricas e térmicas, das elevadas entropias e capacidades térmicas molares e de algumas outras propriedades.” (PAULING, L. **The nature of chemical bonding**. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960. p. 393. Tradução dos autores.)

## Atividades

Após trabalhar em aula o texto *Em destaque* “Ligas metálicas”, proponha aos estudantes a realização dos exercícios 35 a 42 da seção *Use o que aprendeu*.

## CIÊNCIA E TECNOLOGIA

## Ligas metálicas

**Ligas metálicas** são misturas sólidas de dois ou mais elementos, sendo a totalidade, ou pelo menos a maior parte dos átomos nelas existentes, de elementos metálicos.

**Ouro 18 quilates** é uma liga de ouro e cobre (eventualmente contém também prata e outros metais) empregada pelos joalheiros.

**Bronze** é uma liga de cobre e estanho. É empregado na fabricação de sinos, estátuas, medalhas e monumentos.

**Latão** é uma liga de cobre e zinco. Serve para produzir torneiras, instrumentos musicais, porcas e parafusos.

**Aço** é uma liga de ferro com pequena quantidade de carbono. Trata-se da liga metálica mais usada pela nossa civilização, encontrando aplicação na produção de automóveis, navios, ferramentas, trilhos de trem, pregos e parafusos, latas para alimentos, arames, cabos para elevadores etc.



Torneira de latão.



Medalha de bronze.



Instrumento musical de latão, revestido de níquel.

Elaborado com dados obtidos de: GILBERT, T. R. et al. *Chemistry: an atoms-focused approach*. 3. ed. Nova York: Norton, 2020.

## 6 Comparação entre os tipos de substâncias

## Substâncias iônicas

As substâncias iônicas têm geralmente átomos de metal e não metal em sua composição. São constituídas por íons que se unem por ligação iônica formando o retículo cristalino iônico. Apresentam altas temperaturas de fusão e de ebulição, por causa da forte atração entre os íons vizinhos de cargas opostas, e tendem a ser sólidas nas condições ambientes. São exemplos de substâncias iônicas:

- cloreto de sódio, NaCl, formado pelos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ;
- brometo de potássio, KBr, formado pelos íons  $\text{K}^+$  e  $\text{Br}^-$ ;
- cloreto de magnésio,  $\text{MgCl}_2$ , formado pelos íons  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$ ;
- óxido de alumínio,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , formado pelos íons  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{O}^{2-}$ .

## Substâncias moleculares

As substâncias moleculares têm em sua composição átomos de um ou mais não metais. São formadas por moléculas, nas quais os átomos se unem por ligações covalentes. Apresentam temperaturas de fusão e de ebulição relativamente baixas.

## ATIVIDADE



## Tema para pesquisa

Pesquise eventos relevantes na história da Química e elabore uma linha do tempo indicando-os.

A critério do professor, pode-se construir uma grande linha do tempo colaborativa em uma parede da escola, reunindo as contribuições de todos.

Qual a proporção entre mulheres e homens cientistas envolvidos nesses eventos? O que isso indica? Como mudar essa realidade?

77

## De olho na BNCC!

A foto da máscara mortuária do faraó egípcio, no item 5, contribui para o desenvolvimento da **competência geral 3**, por incentivar os estudantes a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais.

## TCT Ciência e Tecnologia

Os textos *Em destaque* deste capítulo são pertinentes ao TCT **Ciência e Tecnologia**, pois exploram aplicações cotidianas e comerciais de diversas substâncias, cuja utilização para diferentes finalidades relaciona-se a suas propriedades e, em última análise, a sua composição e ao tipo de ligação química presente.

## Item 6

Nesse item, retome as ideias apresentadas sobre ligações iônicas, covalentes e metálicas e compare as propriedades das substâncias iônicas, moleculares e metálicas conforme apresentado no livro do estudante.

## História da Ciência

O Tema para pesquisa do item 6 propõe a elaboração de uma linha do tempo a partir da pesquisa de eventos importantes para a história da Química. O ideal nessa atividade é permitir aos estudantes que busquem informações que considerem importantes e curiosas, para que se sintam estimulados pela atividade e para que ela gere, em seguida, interação entre eles para um debate.

Após a pesquisa e a elaboração da linha do tempo, estimule toda a turma a analisar qual a proporção entre mulheres e homens cientistas envolvidos nos eventos pesquisados. Em seguida, peça a contribuição dos estudantes para responder às perguntas: O que essa proporção indica? Atualmente essa proporção é diferente? Se sim, quanto diferente é? Como mudar essa realidade?

A intenção é, além de promover a aprendizagem sobre História da Ciência, estimular a análise da nossa sociedade quanto ao papel de mulheres e de homens na Ciência e na comunidade de forma geral. Já existiu igualdade entre mulheres e homens na sociedade? E na Ciência? E hoje, existe?

É importante que os próprios estudantes possam debater e procurar informações para constatar que não existe igualdade entre os dois grupos e que é de extrema importância desenvolver mecanismos para favorecer a participação das mulheres na Ciência. A sociedade deve se mobilizar no sentido de **propiciar a equidade** e **valorizar o protagonismo da mulher** em todos os setores profissionais, culturais, artísticos e sociais.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI01

“Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.”

No capítulo 1, os estudantes tomaram contato com as mudanças de fase (mudanças de estado de agregação da matéria) e seus nomes. Também aprenderam que, a determinada pressão fixa, a temperatura permanece constante quando uma substância pura muda de fase, o que implica que as temperaturas de fusão e de ebulição são propriedades características das substâncias químicas.

Neste ponto do capítulo 4, os estudantes passam a ser capazes de explicar as mudanças de fase com base em modelos de constituição submicroscópica da matéria. As atividades do *Explore diferentes linguagens* envolvem a utilização desses modelos.

Também neste capítulo, a utilização desses modelos, juntamente com as noções adquiridas sobre ligações químicas, possibilita que os estudantes prevejam a condutividade elétrica, ou não, de substâncias iônicas, moleculares e metálicas, em diferentes fases (item 6 e atividades 45 a 48 do *Use o que aprendeu*).

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **ligação iônica** União química entre cátions e ânions. Está presente nas chamadas substâncias iônicas.
- **ligação covalente** União química entre átomos que compartilham elétrons. É ela que mantém os átomos unidos em substâncias moleculares (isto é, constituídas de moléculas).
- **ligação metálica** União química entre átomos de um ou mais elementos metálicos, da qual resulta uma estrutura em que há elétrons com livre movimentação. Está presente em substâncias metálicas.



#### Use a internet

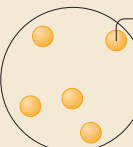
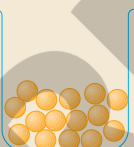

Monte modelos moleculares com a simulação disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html). Acesso em: 8 jun. 2022.

Nos modelos mostrados na tabela, as moléculas estão representadas por esferas em cor fantasiosa, ampliadas alguns milhões de vezes.

Exemplos:

- cloreto de hidrogênio, HCl, formado por moléculas nas quais há 1 átomo de hidrogênio e 1 de cloro;
- gás cloro, Cl<sub>2</sub>, formado por moléculas em que existem 2 átomos de cloro;
- água, H<sub>2</sub>O, formada por moléculas nas quais há 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio;
- sacarose, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, formada por moléculas com 12 átomos de carbono, 22 de hidrogênio e 11 de oxigênio.

As substâncias moleculares podem ser sólidas, líquidas ou gasosas nas condições ambientes. Em uma substância gasosa, as moléculas estão fracamente unidas umas às outras. Em um líquido, elas estão fortemente unidas e, em um sólido, mais unidas ainda.

Características gerais das substâncias moleculares sólidas, líquidas e gasosas			
	Gás	Líquido	Sólido
Propriedades macroscópicas	Volume variável Forma variável	Volume fixo Forma variável	Volume fixo Forma definida
Modelo em nível molecular	 Representação esquemática para molécula, em cor fantasiosa		
Atração que mantém as moléculas unidas	Muitíssimo fraca	Forte	Mais forte que no líquido
Espaço entre as moléculas	Muito grande (centenas de vezes maior que no líquido)	Pequeno	Menor que no líquido
Organização das moléculas	Total desordem, com as moléculas se movimentando muito rapidamente	Moléculas livres para se movimentarem, mas sob influência das vizinhas	Moléculas em um arranjo organizado, mas oscilando (vibrando) ao redor de suas posições

Fonte: TRO, N. J. *Principles of Chemistry; a molecular approach*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 48, 539.

#### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- ligação iônica
- ligação covalente
- ligação metálica

### Substâncias metálicas

As substâncias metálicas apresentam átomos de metal em sua composição, unidos por **ligação metálica**. Elas têm, em geral, altas temperaturas de fusão e de ebulição, sendo sólidas nas condições ambientes. Notável exceção é o mercúrio, que é líquido.

São exemplos de substâncias metálicas:

- zinco, Zn, formado por muitos átomos de Zn;
- ferro, Fe, formado por muitos átomos de Fe;
- prata, Ag, formada por muitos átomos de Ag;
- ouro, Au, formado por muitos átomos de Au.

78

### Use a internet

A atividade proposta nesse box pretende que os estudantes utilizem um simulador para produzir modelos de moléculas que sejam constituídas de diversos elementos químicos. A atividade pode ser feita com direcionamento do programa sobre quais substâncias devem ter seus modelos construídos (nos modos *sozinha* e *várias*) ou de maneira livre, em que os estudantes escolhem que modelos vão construir a partir de alguns elementos disponibilizados ao mesmo tempo ao usuário (modo *diversão*). Nos modos *sozinha* e *várias*, após montar cada modelo, este deve ser arrastado para o respectivo local na região direita da tela. Após completar todos os modelos solicitados, o estudante será conduzido para um novo nível, mais elaborado. Esse simulador é bastante útil para que os estudantes possam, de maneira prática, entender melhor o conceito de molécula, que é abstrato por se referir a entidades não visíveis macroscopicamente.



## Explicação para a condutividade elétrica

Após estudar as ligações iônica, covalente e metálica, é importante que você tenha uma visão geral a respeito de algumas propriedades das substâncias que estão resumidas na tabela a seguir.

Algumas das propriedades das substâncias estudadas neste capítulo				
Substância	Temperaturas de fusão e de ebulição geralmente	Fase em que geralmente se encontra nas condições ambientes	Conduz corrente elétrica em:	
			fase sólida?	fase líquida?
Iônica	Altas	Sólida	Não	Sim
Molecular	Baixas	Sólida, líquida ou gasosa	Não	Não
Metálica	Altas	Sólida*	Sim	Sim

\*Exceção relevante é o mercúrio (Hg), que é líquido.

Vamos, agora, explicar a diferença no comportamento desses três tipos de substâncias quanto à condutividade elétrica. Para isso, vamos empregar as seguintes ideias que já foram comentadas:

- substâncias iônicas são constituídas por íons (cátions e ânions) em retículos cristalinos iônicos;
- substâncias moleculares são constituídas por moléculas;
- substâncias metálicas são constituídas de átomos de elementos do tipo metal unidos por ligação metálica; alguns dos elétrons desses átomos têm liberdade para se movimentar através de toda a amostra (pedaço, peça, objeto) dessa substância;
- corrente elétrica é uma movimentação ordenada de cargas elétricas através de uma determinada substância ou de um determinado material.

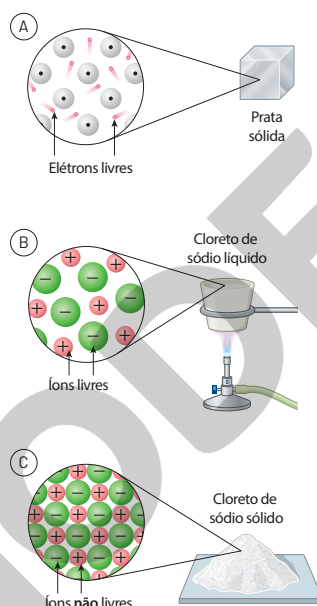
As substâncias metálicas conduzem corrente elétrica em fase sólida devido aos elétrons livres (veja o esquema A). Quando essas substâncias passam para a fase líquida (isto é, são fundidas, derretidas, sofrem fusão), os elétrons continuam livres e a condutividade elétrica se mantém.

Moléculas não possuem carga elétrica, ou seja, são eletricamente neutras. Assim, as substâncias moleculares não apresentam cargas livres e, portanto, são incapazes de conduzir corrente elétrica.

Íons são entidades possuidoras de carga elétrica, isto é, não são eletricamente neutros. Uma substância iônica pode conduzir eletricidade em fase líquida, pois, nessas circunstâncias, os íons que a constituem não estão presos em um retículo cristalino, mas livres para se movimentar (esquema B).

Em fase sólida, ao contrário, as substâncias iônicas não conduzem a corrente elétrica, porque os íons não têm mobilidade através do retículo cristalino iônico (esquema C).

Fonte: Elaborada a partir de dados de TRO, N. J. *Principles of Chemistry; a molecular approach*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 444, 594-598.



(Nos esquemas, os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliadas dezenas de milhões de vezes.)

Fonte: TRO, N. J. *Principles of Chemistry; a molecular approach*. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021. p. 444, 597.

## Atente!

Uma situação problemática diz respeito à condutividade elétrica da água. Quando um químico diz que, nas condições ambientes, a água pura (composto molecular) “não conduz corrente elétrica”, ele está afirmando que ela apresenta uma condutividade elétrica **extremamente baixa**.

De fato, a água destilada contém pequenas concentrações de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{OH}^-$ , provenientes da autoionização da água, responsáveis por uma condutividade elétrica muitíssimo reduzida, mas de mensuração possível desde que se disponha de equipamento adequado.

A condutividade elétrica da água pura ou de uma solução aquosa de um não eletrólito (sacarose, por exemplo) é muitíssimo baixa se comparada à de uma solução iônica. Apenas para efeito de comparação, considere os seguintes dados: a condutividade elétrica da água pura (a 25 °C) é  $5,50 \times 10^{-8} \Omega^{-1} \times \text{cm}^{-1}$ , e a condutividade de uma solução aquosa 0,1 mol/L de NaCl (a 25 °C) é  $10,67 \Omega^{-1} \times \text{cm}^{-1}$ . Nesse exemplo, a solução do eletrólito salino, o NaCl, tem condutividade elétrica **194 milhões de vezes maior** que a da água destilada!

Porém, atenção: a água presente em nosso dia a dia não é pura. A água da torneira, por exemplo, contém várias substâncias dissolvidas, principalmente sais minerais. Muitas dessas substâncias são iônicas e, dissolvidas em água, têm seus íons dissociados. Assim, a **água da torneira é condutora de corrente elétrica**.

Muito cuidado deve ser tomado para que esse líquido não tome contato com fios elétricos desencapados nem caia dentro de aparelhos eletrônicos. No caso de a água tomar contato com componentes elétricos desses aparelhos, pode causar danos a eles e, muito mais sério, colocar o usuário em risco de eletrocussão e morte.

## De olho na BNCC!

O uso pelos estudantes do simulador sugerido no boxe *Use a internet*, que permite construir modelos moleculares, possibilita o desenvolvimento da **competência geral 5**, pois estimula compreender e utilizar tecnologias digitais de forma crítica e significativa para produzir conhecimentos, e da **competência específica 6**, posto que solicita utilizar tecnologia digital para produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica e significativa.

## Atividades

Ao final do subitem *Explicação para a condutividade elétrica*, proponha aos estudantes os exercícios 43 a 48 do *Use o que aprendeu* e também as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.

## Interdisciplinaridade

Se considerar oportuno, converse com o colega de Arte para, juntos, realizarem um trabalho interdisciplinar no qual os estudantes explorem a ocorrência e as aplicações dos diversos elementos químicos. Mediante a divisão dos estudantes em equipes, cada uma ficando incumbida de elaborar um **infográfico** acerca dos elementos químicos e suas características.

Muitas possibilidades podem ser exploradas. Apenas exemplificando, pode-se sugerir: a abundância desses elementos no organismo humano, na água do mar, na crosta terrestre e no Universo; as diferentes aplicações (associadas a dados econômicos) e a toxicidade de alguns deles (atrelada a representações das partes do corpo humano e/ou do ambiente que podem contaminar e prejudicar).

Se for possível, reserve um tempo em aula para que os estudantes realizem pesquisas na internet (usando celular, *tablet* ou computador) para buscar novas imagens e outros dados sobre o tema.

Estimule-os também a pesquisar na biblioteca da escola, caso haja referências disponíveis que contemplem o tema.

Com o material coletado pelos estudantes, as equipes devem elaborar o infográfico.

As produções podem ser expostas na escola, a fim de que sejam fruídas por toda a comunidade escolar. Além disso, os infográficos podem ser publicados no *blog* das diversas equipes.

Essas produções também podem ser usadas como parte integrante da avaliação.

Se houver professor de Informática, considere a possibilidade de convidá-lo para se integrar à atividade.

Nesse caso, podem ser exploradas técnicas de programação em HTML5 (ou outras tecnologias que o docente considerar oportunas) para criar infográficos digitais que sejam interativos.

## EM DESTAQUE

CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA

## Substâncias são constituídas de elementos

Todas as substâncias têm átomos em sua composição. E cada átomo, de acordo com seu número atômico (número de prótons no núcleo), é de determinado elemento químico.

Assim, tudo de material que existe é formado por átomos de elementos químicos, que, consequentemente, têm presença marcante em nossa vida, na tecnologia e na produção industrial.

O texto e as ilustrações desta seção mostram um pequeno resumo da importância dos elementos. Cada item listado pode ser uma aplicação, utilidade, ocorrência ou característica de:

- substância simples;
- substância composta ou íon constituído do elemento;
- mistura em que um dos componentes contenha o elemento.

Fontes dos dados compilados: JACKSON, T. *The periodic table book: a visual encyclopedia of the elements*. Londres: Doring Kindersley, 2017; GARDNER, J. P. *Understanding the periodic table: the Chemistry of everyday elements*. Broomall: Mason Crest, 2018; GIUNTA, C. J.; MAINZ, V. V.; GIROLAMI, G. S. (ed.). *150 years of the periodic table*. Cham: Springer, 2021; ZHU, W. *Chemical elements in life*. Hackensack: World Scientific, 2021.

1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B					
<b>HIDROGÊNIO</b> H  • Sol • baterias de combustível • combustível para foguetes e carros • amônia, ácido clorídrico, margarina • remoção do envelope de combustíveis	<b>LÍTRIO</b> Li  • baterias de íon lítio • medicamentos psiquiátricos • graxas especiais • reagentes de organólito para pesquisas • agentes redutores	<b>BERÍLIO</b> Be  • esmeraldas • janela para aparelhos de raios X • ligas para aviões, freios, ferramentas • moderador em reatores nucleares • ogivas nucleares	<b>SÓDIO</b> Na  • soro fisiológico • sal de cozinha • sabões e detergentes • sistema nervoso • conservação de peixes e carnes liofilizadas • iluminação de ruas • airbag	<b>MAGNÉSIO</b> Mg  • liga leve para rodas e estrutura de aeronaves • fogos de artifício • antiácidos e laxantes • água do mar • dolomita e magnesito • clorofila • cofator de enzimas	<b>POTÁSSIO</b> K  • sistema nervoso • sal light • sabões macios • fertilizantes • salitre • pólvora • máscaras de oxigênio para emergências	<b>CÁLCIO</b> Ca  • cálcio, cal viva e cal hidratada • conchas de molusco, mármore, pérolas, casca de ovos • gesso de giz • ossos e dentes • cimento	<b>ESCÂNDIO</b> Sc  • aditivo em lâmpadas fluorescentes • tubo de imagem de televisores não planos • tela de osciloscópio • liga com alumínio • indução da germinação de sementes	<b>TITÂNIO</b> Ti  • implantes dentários • próteses e implantes ósseos • notocósis • marca-passos • pigmento branco para tintas, cosméticos e pasta de dente	<b>VANÁDIO</b> V  • turbinas de avião • aço para molas • aço inox • catalisadores para produzir ácido sulfúrico e para remoção industrial de gases poluentes	<b>CRÔMIO</b> Cr  • aço inox • revestimento de torneiras, instrumentos musicais e peças para automóveis e motos • brocas de perfurar • pigmento para tintas • curtimento do couro	<b>MANGANÊS</b> Mn  • aço para cofres, trilhos, ferramentas, facas, colheitadeiras, arados e ferramentas • pila seca comum e alcalina • antifúngico • agentes oxidantes	<b>FERRO</b> Fe  • aço (constituinte principal) • ferramentas, pregos, parafusos, arames, lutas, motores, carros • ímãs • hemoglobina • centro da Terra	<b>COBALTO</b> Co  • laminas de barbear, brocas de perfurar, ferramentas • ímãs • vitamina B12 • diagnósticos em medicina nuclear • pigmento para tintas
<b>RUBÍDIO</b> Rb  • fotocélulas • lâmpas fluorescentes • datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas • removedor de O <sub>2</sub> em equipamentos de alto vácuo	<b>ESTRÔNCIO</b> Sr  • fogos de artifício vermelhos • foguetes sinalizadores • datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas • diagnóstico em medicina nuclear	<b>ÍTRIO</b> Y  • laser para cortar, soldar e perfurar • radares • ímãs de campo magnético intenso • tratamento de certas formas de câncer • lentes para câmeras	<b>ZIRCÔNIO</b> Zr  • sonda lambda (sensor de O <sub>2</sub> no escapamento de carros) • tubos para as varretas de fissão nuclear • cerâmicas e materiais refratários • abrasivos	<b>NIÓBIO</b> Nb  • revestimento de relógios finos • tubulações • ferramentas de corte • termopares • supercondutor para ímãs potentes • implantes cirúrgicos	<b>MOLIBDÊNIO</b> Mo  • aços especiais para facas e automóveis • lubrificantes em pó • nódulos (nas raízes de leguminosas) que fixam nitrogênio do ar em compostos que dão fertilidade ao solo	<b>TECNÉCIO</b> Tc  • artificialmente produzido, por não ser encontrado em nosso planeta • diagnósticos em medicina nuclear de pulmões, ossos, medula óssea, placenta, rins e fígado	<b>RUTÊNIO</b> Ru  • instrumentos cirúrgicos • catalisadores industriais • revestimento de eletrodos • chips eletrônicos • contatos elétricos	<b>RÓDIO</b> Rh  • conversores catalíticos • contatos elétricos • revestimento brilhante e anticorrosivo para joias e relógios • catalisadores industriais • fibras ópticas					
<b>CÉSIO</b> Cs  • mecanismo de ajuste da órbita de satélites • fotocélulas • relógio atômico • radioterapia de câncer • removedor de O <sub>2</sub> em equipamentos de alto vácuo	<b>BÁRIO</b> Ba  • liga de Ba-Ni usada em velas de ignição • fogos de artifício verdes • contraste opaco para radiografia intestinal • fluido para perfuração • cristais piezoelétricos	<b>LANTÂNIO</b> La  • pedras de isqueiro • vidros para lentes especiais • microscópios eletrônicos • catalisadores para processamento do petróleo	<b>HÁFNIO</b> Hf  • barras empregadas no controle da fissão em reatores de submarinos nucleares e usinas term nucleares • Ashes fotográficas • cerâmicas refratárias • isolantes térmicos	<b>TÂNTALO</b> Ta  • instrumentos cirúrgicos • implantes ósseos • capacitores • eletrodos para letreiros de gás neônio • retificadores de corrente elétrica	<b>TUNGSTÊNIO</b> W  • brocas perforatrizes de liga W-Co • filamento de lâmpadas incandescentes • ferramentas • cátodos de aparelhos produtores de raios X • eletrodos para solda	<b>RÊNIO</b> Re  • liga para resistência usada em fornos elétricos • catalisador na produção de gasolina por reforma catalítica • termopares para medir altas temperaturas	<b>ÓSMIO</b> Os  • ponta da pena de canetas-tinteiro • catalisadores industriais • agulha de injeção • catalisadores industriais • agulha de bissola • reagente para revelar impressões digitais	<b>IRÍDIO</b> Ir  • película em ícalos de sal indesejados • extremidade das velas de ignição • padrão internacional de m e kg (liga Pt-Ir) • ponta da pena de canetas-tinteiro					

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## Turmas numerosas

A produção coletiva de infográficos propicia uma vivência em que os estudantes podem cooperar e se complementar com suas diversas qualidades, aprendendo uns com os outros. As diversidades individuais são enriquecedoras e propiciam aos estudantes aprender também com base na interação com os demais integrantes da equipe. Procure contemplar a diversidade e a complementaridade na composição das equipes, que não precisam ser as mesmas que mantêm os *blogs* de Ciências.

As produções podem, ainda assim, ser postadas nos *blogs*, pois cada estudante pode inserir a produção da qual participou no *blog* para o qual contribuiu, independentemente de haver repetição de postagens dos infográficos nos diferentes *blogs*. Saliente aos estudantes que os *blogs* são ferramentas de divulgação do conhecimento científico e quanto mais visibilidade as produções da turma tiverem, melhor para a comunidade como um todo.

<p>18 0</p> <p><b>HELIO</b></p> <p>He</p>  <p>1 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• balões para crianças</li> <li>• balões dirigíveis</li> <li>• letreiros luminosos</li> <li>• resfriamento de equipamentos científicos</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• Sol</li> </ul>								
<p>13 3A</p> <p><b>BORO</b></p> <p>B</p>  <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vidro resistente ao calor para uso em laboratório e cozinhas</li> <li>• propelente de foguetes</li> <li>• ignitor de arçobó</li> <li>• aditivo de detergentes para lavanderia</li> <li>• água borada</li> </ul>	<p>14 4A</p> <p><b>CARBONO</b></p> <p>C</p>  <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grafite e diamante</li> <li>• lápis e lapiseira</li> <li>• compostos orgânicos</li> <li>• carvão, gás natural, petróleo</li> <li>• aço, tintas, pneus, refrigerantes</li> <li>• conchas, pérolas</li> </ul>	<p>15 5A</p> <p><b>NITROGÊNIO</b></p> <p>N</p>  <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arçobó</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• resfriamento de equipamentos e de amostras biológicas</li> <li>• amônia, ácido nítrico, fertilizantes, explosivos</li> <li>• ureia, proteínas, DNA</li> </ul>	<p>16 6A</p> <p><b>OXIGÊNIO</b></p> <p>O</p>  <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hospitais</li> <li>• cilindros de mergulho</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• comburente</li> <li>• camada de ozônio</li> <li>• grande variedade de minerais (silicatos, óxidos, carbonatos)</li> </ul>	<p>17 7A</p> <p><b>FLUOR</b></p> <p>F</p>  <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esmalte dental</li> <li>• fluoretação da água</li> <li>• pastas de dente e enxaguantes bucais</li> <li>• inscrição em vidros</li> <li>• enriquecimento do urânio para reatores</li> <li>• clorofluorocarbonos</li> </ul>	<p>18 8A</p> <p><b>NEÔNIO</b></p> <p>Ne</p>  <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laser para leitores de código de barra</li> <li>• letreiros luminosos (letreros de neon)</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• fluido refrigerante para baixíssimas temperaturas</li> </ul>			
<p>10 8B</p> <p><b>NÍQUEL</b></p> <p>Ni</p>  <p>28</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• revestimento de instrumentos musicais, torneiras e peças para automóveis e motos</li> <li>• aço inox e moedas</li> <li>• catalisador para produzir margarina</li> <li>• centro da Terra</li> </ul>	<p>11 1B</p> <p><b>COBRE</b></p> <p>Cu</p>  <p>29</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bronze</li> <li>• fios e cabos elétricos e eletrônicos</li> <li>• circuitos eletrônicos</li> <li>• moedas</li> <li>• encanamento para água quente</li> </ul>	<p>12 2B</p> <p><b>ZINCO</b></p> <p>Zn</p>  <p>30</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ferro galvanizado para arames, calhas, pregos, porcas e parafusos</li> <li>• latão</li> <li>• pilha comum/alcalina</li> <li>• pigmento branco para tintas e maquiagem</li> <li>• cremes para assadura</li> </ul>	<p>13 3B</p> <p><b>GÁLIO</b></p> <p>Ga</p>  <p>31</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LEDs que emitem ultravioleta</li> <li>• celulares e computadores</li> <li>• semicondutores</li> <li>• termômetros especiais</li> <li>• diagnósticos em medicina nuclear</li> </ul>	<p>14 4B</p> <p><b>GERMÂNIO</b></p> <p>Ge</p>  <p>32</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lentes grande-angulares</li> <li>• transistores</li> <li>• chips eletrônicos</li> <li>• retificadores de corrente elétrica (lâmpada/continua)</li> <li>• dispositivos infravermelhos</li> </ul>	<p>15 5B</p> <p><b>ARSÊNIO</b></p> <p>As</p>  <p>33</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chips para celulares</li> <li>• peçonhiscos e potente veneno</li> <li>• LEDs</li> <li>• lasers</li> <li>• aumento da dureza do chumbo quando em liga com ele</li> </ul>	<p>16 6B</p> <p><b>SELÊNIO</b></p> <p>Se</p>  <p>34</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• xampu anticapa</li> <li>• fotômetros (medem intensidade luminosa)</li> <li>• fotocélulas</li> <li>• fotocopiadoras</li> <li>• células fotovoltaicas</li> <li>• diagnósticos em medicina nuclear</li> </ul>	<p>17 7B</p> <p><b>BROMO</b></p> <p>Br</p>  <p>35</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• retardador de chama para espumas e tecidos</li> <li>• filmes cinematográficos</li> <li>• filmes para radiografia</li> <li>• água do mar</li> <li>• medicamentos</li> <li>• inseticidas</li> </ul>	<p>18 8B</p> <p><b>CRIPTIÔNIO</b></p> <p>Kr</p>  <p>36</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• flashes fotográficos</li> <li>• lasers</li> <li>• lâmpadas estroboscópicas</li> <li>• letreiros luminosos</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• atmosfera inerte em medicina nuclear</li> </ul>
<p>46</p> <p><b>PALÁDIO</b></p> <p>Pd</p>  <p>46</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ouro branco (liga de Pd-Au)</li> <li>• próteses dentárias</li> <li>• contatos elétricos</li> <li>• eletrodos inertes</li> <li>• catalisador para produzir margarina</li> <li>• baterias de combustível</li> </ul>	<p>47</p> <p><b>PRATA</b></p> <p>Ag</p>  <p>47</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• filmes para radiografias e cinema</li> <li>• joias</li> <li>• moedas e medalhas</li> <li>• espelhos</li> <li>• catalisadores</li> <li>• revestimentos bactericidas</li> </ul>	<p>48</p> <p><b>CÁDMIO</b></p> <p>Cd</p>  <p>48</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pilhas recarregáveis níquel-cádmio</li> <li>• barras de controle em reatores nucleares</li> <li>• aditivo em ligas metálicas</li> <li>• painel solar fotovoltaico</li> </ul>	<p>49</p> <p><b>ÍNDIO</b></p> <p>In</p>  <p>49</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• semicondutores transparentes para displays e telas sensíveis ao toque</li> <li>• transistores</li> <li>• baterias solares</li> <li>• ligas para solda</li> <li>• lasers</li> </ul>	<p>50</p> <p><b>ESTANHO</b></p> <p>Sn</p>  <p>50</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bronze para sinos, moedas, estátuas, medalhas, tubos para órgãos musicais</li> <li>• folha de flandres (lata)</li> <li>• display e telas sensíveis ao toque</li> <li>• solda para eletrônica</li> </ul>	<p>51</p> <p><b>ANTIMÔNIO</b></p> <p>Sb</p>  <p>51</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fósforos (há sulfeto de antimônio na liga)</li> <li>• em liga com chumbo para uso em baterias de automóvel</li> <li>• retardador de chama adicionado a artigos feitos de plástico</li> </ul>	<p>52</p> <p><b>TELÚRIO</b></p> <p>Te</p>  <p>52</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DVDs e CDs graváveis</li> <li>• câmeras que captam infravermelho</li> <li>• fotocopiadoras</li> <li>• baterias solares</li> <li>• resistores elétricos</li> <li>• lasers</li> </ul>	<p>53</p> <p><b>IODO</b></p> <p>I</p>  <p>53</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diagnósticos da glândula tireoide em medicina nuclear</li> <li>• antisséptico hospitalar</li> <li>• lâmpadas halógenas</li> <li>• sal iodado</li> <li>• sal para desencadear precipitação de chuvas</li> </ul>	<p>54</p> <p><b>XENÔNIO</b></p> <p>Xe</p>  <p>54</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• farsos de xenônio</li> <li>• flashes fotográficos embutidos em celulares e câmeras</li> <li>• lasers</li> <li>• ar atmosférico</li> <li>• diagnósticos em medicina nuclear</li> </ul>
<p>78</p> <p><b>PLATINA</b></p> <p>Pt</p>  <p>78</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• barras para investimento</li> <li>• cadinhos</li> <li>• catalisador</li> <li>• padrão internacional de m e kg (liga Pt-Ir)</li> <li>• quimioterapia do câncer</li> </ul>	<p>79</p> <p><b>OURO</b></p> <p>Au</p>  <p>79</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• joias e relógios</li> <li>• moedas e medalhas</li> <li>• barras para investimento</li> <li>• circuitos eletrônicos</li> <li>• revestimento de plugues</li> <li>• revestimentos em artes</li> </ul>	<p>80</p> <p><b>MERCÚRIO</b></p> <p>Hg</p>  <p>80</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lâmpadas fluorescentes</li> <li>• pilhas</li> <li>• amalgama dental</li> <li>• termômetros <b>apenas</b> para pesquisas (proibido uso doméstico e clínico)</li> <li>• produção de cloro e soda clástica</li> </ul>	<p>81</p> <p><b>TÁLIO</b></p> <p>Tl</p>  <p>81</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diagnósticos cardíacos em medicina nuclear</li> <li>• veneno para ratos</li> <li>• detectores de infravermelho</li> <li>• termômetros para temperaturas muito baixas</li> </ul>	<p>82</p> <p><b>CHUMBO</b></p> <p>Pb</p>  <p>82</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• baterias para veículos (acumulador de Plante)</li> <li>• munição</li> <li>• proteção contra raios X e raios gama</li> <li>• cintos para mergulho</li> <li>• solda para eletrônica</li> </ul>	<p>83</p> <p><b>BISMUTO</b></p> <p>Bi</p>  <p>83</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fármacos</li> <li>• sprays</li> <li>• antiácido estomacal e medicamento para acidez de estômago</li> <li>• esmaltes, batons e outros cosméticos com aspecto perolado</li> </ul>	<p>84</p> <p><b>POLÔNIO</b></p> <p>Po</p>  <p>84</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• radioativo</li> <li>• fonte de energia para satélites artificiais</li> <li>• usado em pesquisas sobre radioatividade</li> <li>• fonte de partículas alfa</li> <li>• fonte de nêutrons (liga Po-Be)</li> </ul>	<p>85</p> <p><b>ASTATO</b></p> <p>At</p>  <p>85</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• radioativo</li> <li>• raríssimo; todo o astato que existe na crosta terrestre caberia em uma xícara</li> <li>• elemento produzido artificialmente para pesquisas científicas</li> </ul>	<p>86</p> <p><b>RADÔNIO</b></p> <p>Rn</p>  <p>86</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• radioativo</li> <li>• desprende-se de rochas que contêm urânio ou tório</li> <li>• nível monitorado para alerta de terremoto</li> <li>• expelido também em erupções vulcânicas</li> </ul>

## De olho na BNCC!

A atividade proposta de produção artística de infografias, interdisciplinar com Arte, vai ao encontro do desenvolvimento da **competência geral 3**, posto que constitui estímulo a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural. Também oportuniza o desenvolvimento da **competência geral 4**, na medida em que propõe utilizar conhecimentos da linguagem artística para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos.

A atividade pode abranger diversas técnicas e ir ao encontro de algumas das habilidades de Arte, como a **EF69AR06** (“Desenvolver processos de criação em artes visuais, com base em temas ou interesses artísticos, de modo individual, coletivo e colaborativo, fazendo uso de materiais, instrumentos e recursos convencionais, alternativos e digitais.”).

Outras duas habilidades de Arte potencializadas pela atividade são a **EF69AR07** (“Dialogar com princípios conceituais, proposições temáticas, repertórios imagéticos e processos de criação nas suas produções visuais.”) e a **EF69AR31** (“Relacionar as práticas artísticas às diferentes dimensões da vida social, cultural, política, histórica, econômica, estética e ética.”).

A inclusão da Informática na atividade propicia desenvolver também a **competência geral 5**, pois envolve 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.

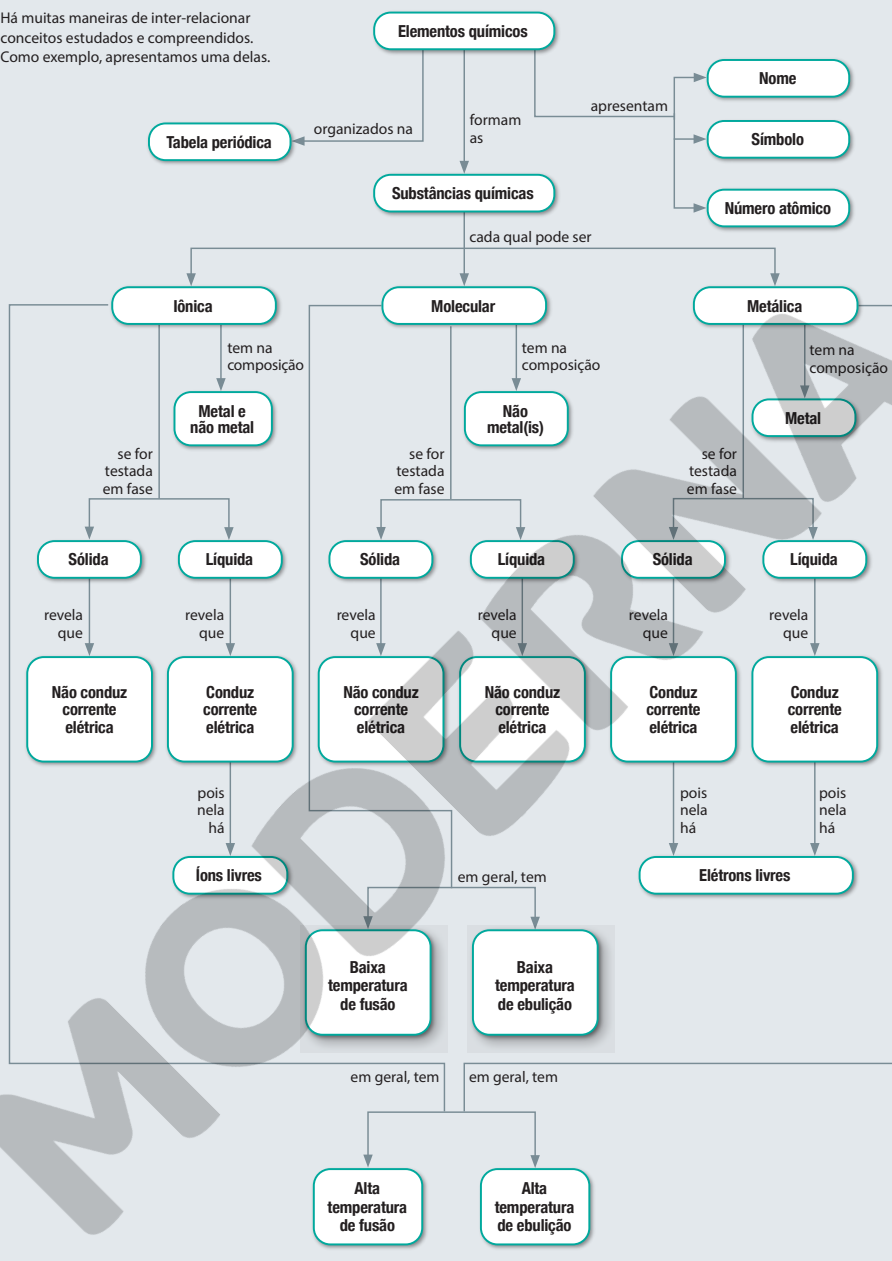
Propicia ainda o desenvolvimento da **competência específica 6**, posto que solicita utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.

## Respostas do Use o que aprendeu

- Os gases nobres existentes na natureza: hélio (He), neônio (Ne), argônio (Ar), criptônio (Kr), xenônio (Xe) e radônio (Rn). (O oganessônio,  $Z = 118$ , é artificial; não existe na natureza e, por isso, não foi incluído na resposta.)
- Os gases nobres.
- A última camada (camada mais externa).
  - Camada de valência.
- Um átomo tem eletrosfera estável quando sua última camada possui 8 elétrons (ou 2, caso se trate da camada K). Para saber se a eletrosfera está estável, devemos consultar a distribuição eletrônica do átomo e verificar se o número de elétrons na última camada está de acordo com a regra do octeto.
- No NaCl, há ligação iônica, na  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , há ligação covalente, e, na Ag, ligação metálica.
- Substância composta, pois é constituída de dois elementos químicos distintos, o cálcio e o oxigênio.
  - O cálcio está no grupo 2, e o oxigênio, no 16.
  - Ligação iônica.
  - Um átomo neutro de cálcio tem 20 elétrons. Ele mais se aproxima do argônio, que tem 18 elétrons. Assim, o cálcio tende a perder 2 elétrons, transformando-se no íon  $Ca^{2+}$ . Um átomo neutro de oxigênio tem 8 elétrons e mais se aproxima do neônio, que tem 10 elétrons. O oxigênio pode estabilizar-se recebendo 2 elétrons e transformando-se no íon  $O^{2-}$ . A cal viva é uma substância iônica, em que há íons  $Ca^{2+}$  e  $O^{2-}$ .

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL

Há muitas maneiras de inter-relacionar conceitos estudados e compreendidos. Como exemplo, apresentamos uma delas.



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL/ARQUIVO DA EDITORA

82

- $K^+$  (1 elétron é perdido para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
  - $Br^-$  (1 elétron é ganho para ficar com eletrosfera similar à do Kr).
  - $Ca^{2+}$  (2 elétrons são perdidos para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
  - $Cl^-$  (1 elétron é ganho para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
  - $Na^+$  (1 elétron é perdido para ficar com eletrosfera similar à do Ne).
  - $S^{2-}$  (2 elétrons são ganhos para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
  - $Mg^{2+}$  (2 elétrons são perdidos para ficar com eletrosfera similar à do Ne).
  - $O^{2-}$  (2 elétrons são ganhos para ficar com eletrosfera similar à do Ne).



Use o que aprendeu

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

- Existem seis substâncias na natureza formadas por átomos não ligados a outros. Quais são essas substâncias?
- As eletrosferas de alguns elementos químicos são consideradas modelos de estabilidade. Que elementos são esses?
- As ligações químicas interatômicas são as uniões que mantêm os átomos coesos formando as substâncias.
  - O estabelecimento dessas ligações envolve que parte da eletrosfera?
  - Como essa parte é denominada?
- A regra do octeto é empregada (em casos relativamente simples) para realizar determinada previsão. O que diz essa regra e como ela possibilita fazer a previsão?
- O cloreto de sódio (NaCl) é uma substância iônica, a sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) é uma substância molecular e a prata (Ag) é uma substância metálica. Que tipo de ligação química existe em cada uma delas?
- A cal viva é um material muito usado por pedreiros, pintores e agricultores. Ela pode ser representada pela fórmula CaO.
  - Essa substância é simples ou composta? Justifique.
  - Em que grupos da tabela periódica estão os elementos que a compõem?
  - Que tipo de ligação química existe na cal viva?
  - Justifique sua resposta à pergunta anterior, comparando os elementos que formam a cal viva com os gases nobres dos quais eles mais se aproximam em número de elétrons.
- Consulte, na tabela periódica, os números atômicos dos seguintes elementos e localize o gás nobre mais próximo de cada um. Com base nessas informações, responda: qual é a carga que seus átomos terão ao se transformarem em íons e estabelecerem **ligação iônica**?
 

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O

- Consulte os dados necessários no item 6 do capítulo 3 e, a seguir, escreva a distribuição eletrônica nas camadas para os elementos:
 

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O
- Fundamentado nas respostas da questão anterior, elabore a distribuição eletrônica nas camadas dos íons estáveis formados pelos seguintes elementos:
 

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O
- Os pares de elementos representados por seus símbolos unem-se por **ligação iônica**. Usando suas respostas às questões 7 e 9, preveja, em cada caso, a fórmula do composto formado.
 

a) K e Br	c) Na e S
b) Ca e Cl	d) Mg e O
- Faça a previsão da fórmula do composto no qual há íons:
 

a) Li <sup>+</sup> e F <sup>-</sup>	d) Sr <sup>2+</sup> e O <sup>2-</sup>
b) Ba <sup>2+</sup> e Cl <sup>-</sup>	e) Cs <sup>+</sup> e Cl <sup>-</sup>
c) Al <sup>3+</sup> e S <sup>2-</sup>	f) K <sup>+</sup> e O <sup>2-</sup>
- Preveja a fórmula de um composto iônico formado por um metal A, do grupo 1 da tabela periódica, e um não metal B, do grupo 16. (Em enunciados como este, as letras são símbolos de elementos hipotéticos.)
- Um metal alcalinoterroso X combina-se com um halogênio Y. Deduza a fórmula do composto formado e indique o tipo de ligação química nele existente.
- Considere o composto iônico de fórmula QR, no qual os cátions de Q e os ânions de R obedecem à regra do octeto. Responda e justifique.
  - Q pode ser alcalino e R halogênio?
  - Q pode ser alcalino e R calcogênio?
  - Q pode ser alcalinoterroso e R halogênio?
  - Q pode ser alcalinoterroso e R calcogênio?
  - Q pode ser do grupo 13 e R do grupo 17?

- |                      |        |        |         |        |
|----------------------|--------|--------|---------|--------|
| a) <sup>19</sup> K:  | K - 2, | L - 8, | M - 8,  | N - 1. |
| b) <sup>35</sup> Br: | K - 2, | L - 8, | M - 18, | N - 7. |
| c) <sup>20</sup> Ca: | K - 2, | L - 8, | M - 8,  | N - 2. |
| d) <sup>17</sup> Cl: | K - 2, | L - 8, | M - 7.  |        |
| e) <sup>11</sup> Na: | K - 2, | L - 8, | M - 1.  |        |
| f) <sup>16</sup> S:  | K - 2, | L - 8, | M - 6.  |        |
| g) <sup>12</sup> Mg: | K - 2, | L - 8, | M - 2.  |        |
| h) <sup>8</sup> O:   | K - 2, | L - 6. |         |        |

- |                                     |        |        |         |        |
|-------------------------------------|--------|--------|---------|--------|
| a) <sup>19</sup> K <sup>+</sup> :   | K - 2, | L - 8, | M - 8.  |        |
| b) <sup>35</sup> Br <sup>-</sup> :  | K - 2, | L - 8, | M - 18, | N - 8. |
| c) <sup>20</sup> Ca <sup>2+</sup> : | K - 2, | L - 8, | M - 8.  |        |
| d) <sup>17</sup> Cl <sup>-</sup> :  | K - 2, | L - 8, | M - 8.  |        |
| e) <sup>11</sup> Na <sup>+</sup> :  | K - 2, | L - 8. |         |        |
| f) <sup>16</sup> S <sup>2-</sup> :  | K - 2, | L - 8, | M - 8.  |        |
| g) <sup>12</sup> Mg <sup>2+</sup> : | K - 2, | L - 8. |         |        |
| h) <sup>8</sup> O <sup>2-</sup> :   | K - 2, | L - 8. |         |        |
- |                      |
|----------------------|
| a) KBr               |
| b) CaCl <sub>2</sub> |
| c) Na <sub>2</sub> S |
| d) MgO               |
- |                                   |
|-----------------------------------|
| a) LiF                            |
| b) BaCl <sub>2</sub>              |
| c) Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |
| d) SrO                            |
| e) CsCl                           |
| f) K <sub>2</sub> O               |
- O metal A (grupo 1) forma cátion A<sup>+</sup>.
  - O não metal B (grupo 16) forma ânion B<sup>2-</sup>.

Assim:  
(A<sup>+</sup>)<sub>2</sub>(B<sup>2-</sup>)<sub>1</sub> ⇒ A<sub>2</sub>B
- O metal X (grupo 2) forma cátion X<sup>2+</sup>.
  - O halogênio Y (grupo 17) forma ânion Y<sup>-</sup>.

Assim:  
(X<sup>2+</sup>)<sub>1</sub>(Y<sup>-</sup>)<sub>2</sub> ⇒ XY<sub>2</sub>  
A ligação entre X e Y é iônica.
- A fórmula QR só é possível se o cátion e o ânion apresentarem cargas elétricas iguais (em módulo).
  - Sim, porque Q<sup>+</sup> e R<sup>-</sup> constituem QR.
  - Não, porque Q<sup>+</sup> e R<sup>2-</sup> constituiriam Q<sub>2</sub>R.
  - Não, porque Q<sup>2+</sup> e R<sup>-</sup> constituiriam QR<sub>2</sub>.
  - Sim, porque Q<sup>2+</sup> e R<sup>2-</sup> constituem QR.
  - Não, porque Q<sup>3+</sup> e R<sup>-</sup> constituiriam QR<sub>3</sub>.

15.  $(\text{Al}^{3+})_2(\text{O}^{2-})_3 \Rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
16. O cálcio (grupo 2) tem 2 elétrons de valência. Perdendo os 2 elétrons, passa a ter octeto completo. O flúor (grupo 17) tem 7 elétrons de valência. Ao receber mais 1 elétron, fica com o octeto completo. Os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{F}^-$  têm o octeto completo.
17. a) 1; b) 1; c) 2; d) 1; e) 1; f) 2; g) 2; h) 2.
18. a)  $\text{Al}^{3+}$  é trivalente;  $\text{O}^{2-}$  é bivalente.  
b)  $\text{Ca}^{2+}$  é bivalente;  $\text{F}^-$  é monovalente.
19.  $(\text{Y}^{3+})_1(\text{Z}^{-})_3 \Rightarrow \text{YZ}_3$
20. Prótons, nêutrons e elétrons, **nessa ordem**:  
a) 9, 10 e 10.  
b) 16, 16 e 18.  
c) 15, 17 e 18.
21. Prótons, nêutrons e elétrons, **nessa ordem**:  
a) 19, 20 e 18.  
b) 12, 12 e 10.  
c) 13, 14 e 10.
22. a) 1 (F, Z = 9; Ne, Z = 10)  
b) 1 (Cl, Z = 17; Ar, Z = 18)  
c) 1 (Br, Z = 35; Kr, Z = 36)  
d) 2 (O, Z = 8; Ne, Z = 10)  
e) 2 (S, Z = 16; Ar, Z = 18)  
f) 3 (N, Z = 7; Ne, Z = 10)  
g) 3 (P, Z = 15; Ar, Z = 18)  
h) 4 (C, Z = 6; Ne, Z = 10)  
i) 1 (H, Z = 1; He, Z = 2)  
j) zero (Ar é gás nobre)  
k) 3 (As, Z = 33; Kr, Z = 36)  
l) zero (He é gás nobre)
23. a) K - 2, L - 7.  
b) K - 2, L - 8, M - 7.  
c) K - 2, L - 8, M - 18, N - 7.  
d) K - 2, L - 6.  
e) K - 2, L - 8, M - 6.  
f) K - 2, L - 5.  
g) K - 2, L - 8, M - 5.  
h) K - 2, L - 4.  
i) K - 1.  
j) K - 2, L - 8, M - 8.  
k) K - 2, L - 8, M - 18, N - 5.  
l) K - 2.
24. O número de ligações, nesses casos, é igual ao número de elétrons que faltam para completar o octeto e coincidem, em todos os casos, com as respostas da questão 22.

15. O principal constituinte do rubi e da safira é uma substância incolor denominada **óxido de alumínio**, composta dos elementos alumínio e oxigênio. (A cor vermelha do rubi e a cor azul da safira se devem a pequenas quantidades de outras substâncias.)

Deduza a fórmula do óxido de alumínio.



Rubi lapidado.  
(Comprimento: 6 mm.)

16. O elemento químico flúor é extraído de um mineral denominado fluorita, que consiste principalmente de **fluoreto de cálcio**, cuja fórmula é  $\text{CaF}_2$ .

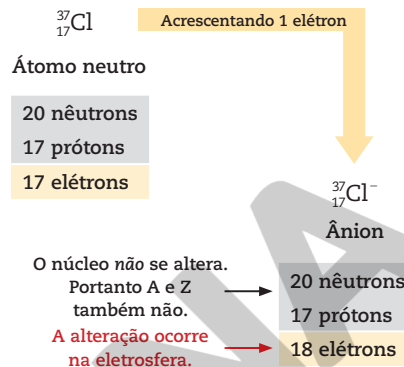
Consultando a tabela periódica, determine se as eletrosferas do cálcio e do flúor estão com o octeto completo nessa substância.



Amostra do mineral fluorita.

17. Denomina-se **valência de um íon** o valor de sua carga, desconsiderando o sinal. Assim, por exemplo, a valência do  $\text{Na}^+$  é 1 e a do  $\text{O}^{2-}$  é 2. Sabendo disso, determine a valência dos íons da questão 9.
18. Considere as seguintes definições:  
• íon **monovalente** é o que tem valência 1;  
• íon **bivalente** é o que tem valência 2;  
• íon **trivalente** é o que tem valência 3.  
Fundamentado nelas, classifique os íons constituintes da substância:  
a) óxido de alumínio (da questão 15);  
b) fluoreto de cálcio (da questão 16).

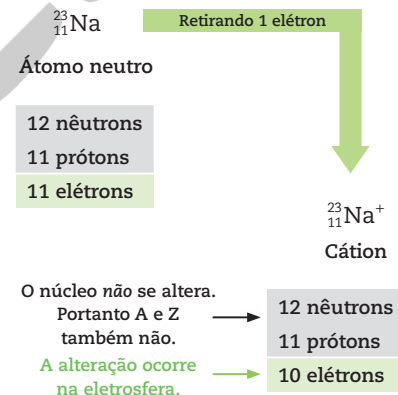
19. Preveja a fórmula de um composto iônico constituído de ânions monovalentes de um elemento Z e cátions trivalentes de um elemento Y.
20. Analise o esquema referente à formação de um ânion a partir do átomo neutro:



Inspirado nele, determine quantos prótons, nêutrons e elétrons existem num ânion:

- a)  ${}_{9}^{19}\text{F}^-$  c)  ${}_{15}^{32}\text{P}^{3-}$   
b)  ${}_{16}^{32}\text{S}^{2-}$

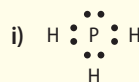
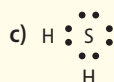
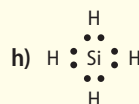
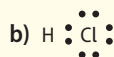
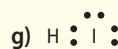
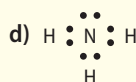
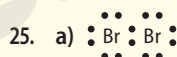
21. Analise o esquema referente à formação de um cátion a partir do átomo neutro:



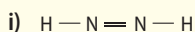
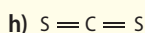
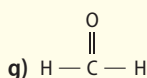
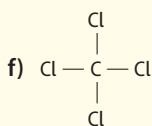
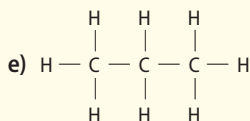
Inspirado nele, determine quantos prótons, nêutrons e elétrons existem num cátion:

- a)  ${}_{19}^{39}\text{K}^+$  c)  ${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$   
b)  ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$

84







34. Consultamos o número de prótons de cada átomo na tabela periódica. Por serem moléculas e não íons, o número de elétrons de cada átomo é igual ao de prótons (neutralidade elétrica). A seguir, adicionamos a contribuição de cada átomo presente na molécula.

- $1 + 1 = 2$
- $8 + 8 = 16$
- $7 + 7 = 14$
- $1 + 17 = 18$
- $6 + 1 + 1 + 1 + 1 = 10$
- $7 + 1 + 1 + 1 = 10$
- $1 + 6 + 7 = 14$
- $6 + 8 + 8 = 22$
- $16 + 9 + 9 = 34$

35. Brilho metálico característico, alta condutividade elétrica e térmica, temperaturas de fusão e ebulição (em geral) altas, maleabilidade e ductibilidade.

36. Condutores elétricos (em geral, o cobre) são empregados na fiação elétrica. Isolantes elétricos são usados no revestimento dessa fiação, a fim de evitar curto-circuitos e choques elétricos.

37. Mistura de dois ou mais elementos, na qual a totalidade ou a maior parte é de elementos metálicos.

38. Ouro e cobre. (Eventualmente, outros metais podem estar presentes.)

39. É uma liga de cobre e estanho, usada para fazer sinos, estátuas, medalhas e monumentos.

40. Cobre e zinco. Serve para fabricar torneiras, porcas, parafusos e instrumentos musicais.

41. Ferro (em maior quantidade) e carbono.

35. Apresente cinco propriedades que, consideradas em conjunto, possibilitam diferenciar uma substância metálica das substâncias iônicas e moleculares.

36. Comente o papel desempenhado por materiais condutores e materiais isolantes nos fios elétricos usados em circuitos residenciais.

37. Que tipo de material é designado pela expressão **liga metálica**?

38. De que é feito o ouro 18 quilates, empregado na confecção de joias?

39. Qual é a constituição química do bronze? Para que se utiliza esse material?

40. Que elementos químicos fazem parte do latão? Quais são as utilidades dessa liga?

41. Quais são os dois elementos químicos presentes no aço? Qual deles comparece em maior quantidade?

42. Pesquise o que significa a palavra "inox" utilizada na expressão **aço inox**. Elabore uma lista de objetos feitos desse material que existam em sua casa. Por que esses objetos não são feitos de aço comum?

43. Comparando-se três substâncias moleculares, uma delas sólida, outra líquida e outra gasosa, todas na mesma temperatura, qual(is) delas apresenta(m):

- forma constante?
- forma variável?
- volume constante?
- volume variável?

44. Consulte a tabela periódica, se necessário, e classifique as substâncias representadas a seguir em **iônicas**, **moleculares** ou **metálicas**. Além de realizar a classificação, explique o critério utilizado por você para fazer essa classificação.

- |                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| a) $\text{Na}_2\text{O}$ | e) $\text{CH}_4$  |
| b) $\text{Fe}$           | f) $\text{KCl}$   |
| c) $\text{Zn}$           | g) $\text{SCl}_2$ |
| d) $\text{CO}_2$         | h) $\text{CaF}_2$ |

45. Ouro (Au) e iodo ( $\text{I}_2$ ) são substâncias sólidas nas condições ambientes.

Comparando o tipo de ligação química existente em cada uma, é possível prever qual apresenta maior temperatura de fusão. Diga qual é e explique como chegou a essa conclusão.

46. Comparando as substâncias de fórmulas  $\text{HBr}$  e  $\text{KBr}$ , é possível prever qual apresenta maior temperatura de fusão.

Diga qual é e explique como chegou a essa conclusão.

47. As perguntas dos itens a até d referem-se às seguintes substâncias:

- Cobre (Cu)
- Brometo de cálcio ( $\text{CaBr}_2$ )
- Amônia ( $\text{NH}_3$ )
- Cloreto de hidrogênio (HCl)
- Ouro (Au)
- Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ )

a) Qual(is) delas é(são) certamente sólida(s) nas condições ambientes?

b) Sabe-se que **duas** dessas substâncias são gasosas nas condições ambientes. Quais são elas? Como você chegou a essa conclusão?

c) Qual(is) delas conduz(em) corrente elétrica em fase sólida?

d) Qual(is) delas não conduz(em) corrente elétrica em fase sólida, mas conduz(em) quando em fase líquida?

48. Analise atentamente os dados apresentados na seguinte tabela:

Temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias, a pressão de 1 atm		
Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Magnésio (Mg)	650	1100
Cloro ( $\text{Cl}_2$ )	-101	-34
Cloreto de magnésio ( $\text{MgCl}_2$ )	708	1412

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC handbook of Chemistry and Physics*. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 4-44ss.

a) A 25 °C e na pressão a que se referem os dados da tabela, em que fase essas substâncias se encontram?

b) Relacione os dados da tabela com o tipo de ligação química existente nas substâncias.

42. "Inox" é uma forma reduzida de "inoxidável", ou seja, aquilo que não se oxida. A oxidação do ferro acarreta a formação de ferrugem. Assim, aço inox é aquele que não enferruja.

A elaboração da lista é resposta pessoal.

Objetos são feitos de inox quando têm aplicações que os tornariam sujeitos à ferrugem (por exemplo, ferramentas, utensílios de cozinha, pias, fogões etc.).

- A substância sólida.
- A líquida e a gasosa.
- A sólida e a líquida.
- A substância gasosa.



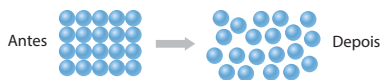


## Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

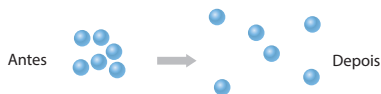
### ANÁLISE DE MODELOS

1. A ilustração a seguir representa uma mudança de fase que ocorre com uma substância molecular. Ele é um modelo mais apropriado para representar qual mudança de fase? Por quê?



Representação esquemática de substância molecular antes e depois de uma mudança de fase. (Moléculas representadas por esferas, em cor fantasiosa.)

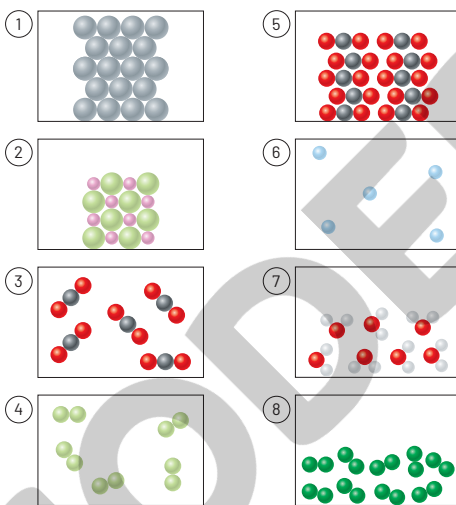
2. A seguir, é mostrado outro esquema de mudança de fase que ocorre com uma substância molecular. Trata-se de um modelo que representa mais corretamente qual mudança de fase? Justifique.



Representação esquemática de substância molecular antes e depois de uma mudança de fase. (Moléculas representadas por esferas, em cor fantasiosa.)

3. Analise os modelos numerados e, no caderno, associe cada um a uma substância da lista.

- Zinco (Zn) sólido.
- Cloreto de sódio (NaCl) sólido.
- Água (H<sub>2</sub>O) líquida.
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gasoso, também denominado gás carbônico.
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) sólido, também chamado de gelo-seco.
- Hélio (He) gasoso.
- Cloro (Cl<sub>2</sub>) gasoso.
- Bromo (Br<sub>2</sub>) líquido.



Nos modelos 1 a 8, os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantásticas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Seu aprendizado não termina aqui

Na Antiguidade, o domínio de técnicas para obter e trabalhar metais significou riqueza e poder.

Primeiro, a humanidade descobriu meios para produzir e utilizar o bronze. Depois, dominou a obtenção e o uso do ferro. Tanto o bronze quanto o ferro (sob a forma de aço, liga de ferro e carbono)

foram de grande importância, por exemplo, para fazer armaduras, escudos, ferramentas, espadas e lanças.

Pesquise mais sobre a história da obtenção dos metais entre povos antigos e sua importância econômica e militar.

44. O critério é: (1) metal e não metal: substância iônica; (2) somente não metal(is): substância molecular; (3) somente metal: substância metálica. Portanto:

- |             |              |              |              |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| a) iônica   | c) metálica  | e) molecular | g) molecular |
| b) metálica | d) molecular | f) iônica    | h) iônica    |

45. O ouro é substância metálica. O iodo é substância molecular. A temperatura de fusão das substâncias metálicas é, de modo geral, maior que a das moleculares. Portanto, espera-se que a temperatura de fusão do ouro seja maior. (De fato, a temperatura de fusão do ouro é 1064 °C e a do iodo é 114 °C.)

46. O HBr é substância molecular e o KBr é substância iônica. A temperatura de fusão do KBr deve ser maior. (De fato, a do HBr é -87 °C e a do KBr é 734 °C.)

47. a) Ouro, cobre, brometo de cálcio e óxido de magnésio, ou seja, as substâncias metálicas e as iônicas.

- b) Por exclusão, devem ser as substâncias moleculares da lista, ou seja, amônia e cloreto de hidrogênio.

- c) As substâncias metálicas: cobre e ouro.

- d) As substâncias iônicas: brometo de cálcio e óxido de magnésio.

48. a) Cloro: fase gasosa. Magnésio e cloreto de magnésio: fase sólida.

- b) O magnésio é substância metálica e o cloreto de magnésio é substância iônica. Esses dois tipos de substâncias apresentam, em geral, altas temperaturas de fusão e de ebulição. Já o cloro é substância molecular; esse tipo, em geral, apresenta baixas temperaturas de fusão e de ebulição.

### Respostas do Explore diferentes linguagens

- O modelo da situação inicial representa um sólido e o da situação final, um líquido. Assim, o modelo, como um todo, representa a  **fusão**  de uma substância molecular.
- No modelo, está representada a passagem da fase líquida para a fase gasosa, ou seja, uma  **vaporização** .
- a) 1; b) 2; c) 7; d) 3; e) 5; f) 6; g) 4; h) 8.

### De olho na BNCC!

O boxe *Seu aprendizado não termina aqui* estimula valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade e continuar aprendendo (**competência geral 1**); e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico (**competência específica 1**).

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Som e ondas sonoras
- Intensidade sonora
- Efeitos da intensidade sonora sobre o ser humano
- Frequência de um som e sua altura (grave/agudo)
- Frequência dos sons
- Princípios básicos de funcionamento dos instrumentos musicais de corda, de sopro e de percussão
- Velocidade do som em diferentes materiais
- Reflexão e absorção do som
- Eco
- Infrassom
- Ultrassom e suas aplicações

Este capítulo caracteriza o som como uma manifestação que se propaga pelo ar (e também por outros materiais) por meio de ondas que não podem ser vistas, mas cujos efeitos podem ser detectados, por exemplo, pela nossa audição.

A discussão do tema teve início no 3º ano do Ensino Fundamental (EF03CI01: “Produzir diferentes sons a partir da vibração de variados objetos e identificar variáveis que influem nesse fenômeno.”). Assim, estimule os estudantes a responder à pergunta da abertura do capítulo e perceba, por meio das respostas, as concepções prévias que eles têm acerca do som e das ondas sonoras. Retome essas respostas, em aula, após abordar o item 3 do capítulo, convidando os estudantes a reavaliar o que responderam.

### De olho na BNCC!

O questionamento feito na legenda da foto de abertura favorece o desenvolvimento da **competência específica 3**, pois incentiva os estudantes a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## CAPÍTULO

# 5

## Acústica

Qual a explicação científica para cada corda do violino emitir um som diferente? A Acústica é a área da Ciência cujo estudo nos permite entender o que é o som, quais são suas propriedades, o que são as notas musicais e como os instrumentos musicais funcionam, sejam eles de cordas, de sopro ou de percussão.



PEOPLEIMAGES/GETTY IMAGES

Na foto, um adolescente tocando violino. Ele utiliza um arco para colocar as cordas em vibração, sendo que cada uma delas emite um som diferente. Neste capítulo, você descobrirá por que os sons dessas cordas são distintos.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Investigar a influência do comprimento de um fio e da tensão exercida sobre ele no som produzido pelo fio em vibração.

Você vai precisar de:

- fio de náilon (linha de pescaria)
- mesa
- pedras
- 2 baldes com alça
- 2 tijolos

### Procedimento

1. Posicione os dois tijolos sobre a mesa, como na figura A. Amarre o fio de náilon nas alças dos dois baldes de tal modo que, passando o fio sobre os tijolos, os baldes fiquem pendurados, conforme a figura A.
2. Coloque algumas pedras nos baldes, até que o fio fique bem esticado. **Fique atento, caso o fio se rompa, para que o balde não caia no seu pé!**
3. Dedilhe o fio que está **entre** os tijolos, como se fosse uma corda de violão. Ouça com atenção o som que ele produz. Veja a figura B.
4. Reduza a distância entre os tijolos em cerca de um palmo. Dedilhe o fio novamente e ouça o som.
5. Compare o som produzido nos itens 3 e 4 deste procedimento (repita-os quantas vezes julgar necessário). O que muda no som quando aproximamos os tijolos?
6. Agora vamos a outra etapa do experimento, em que a distância entre os tijolos permanecerá **fixa**. Dedilhe o fio e ouça com atenção o som.
7. Coloque mais pedras nos baldes, de modo que force o fio a ficar ainda mais esticado (não mexa na distância entre os tijolos). Dedilhe o fio e ouça o som.
8. Compare o som produzido nos itens 6 e 7 deste procedimento (repita-os quantas vezes julgar necessário). O que muda no som quando aumentamos o peso dos baldes?
9. Procure explicar suas observações.

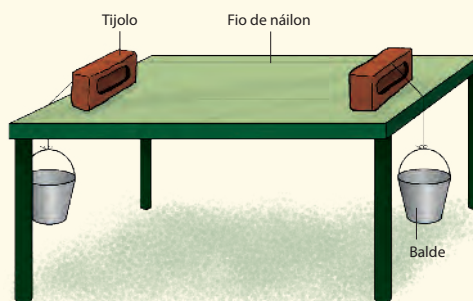


Figura A



Figura B

ILUSTRAÇÕES: JOSÉ LUIS JUNIAS/ARQUIVO DA EDITORA

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para investigar experimentalmente o princípio de funcionamento dos instrumentos musicais de corda e de sopro.
  - Verificar, nessas investigações, o efeito dos principais fatores que interferem na altura (grave/agudo) do som produzido por cordas vibrantes (tensão e comprimento) e tubos sonoros (comprimento).
  - Demonstrar que os sons parecem distorcidos quando chegam até nós se propagando por outros materiais diferentes do ar.
- Esses conteúdos podem ser trabalhados com os dois experimentos que abrem o capítulo e com o experimento que antecede o item 5.

## Motivação (primeiro experimento)

Se você julgar conveniente, pode substituir o primeiro experimento pela investigação da variação do som da corda vibrante de um violão à medida que se traciona essa corda ou se posiciona o dedo sobre essa corda em diferentes pontos do braço do instrumento.

Outra opção é realizar essa investigação sobre o som das cordas do violão após a realização desse primeiro experimento do capítulo.

## De olho na BNCC!

Nas seções *Motivação* deste capítulo, são propostos três experimentos (dois precedendo o item 1 e outro precedendo o item 5). Essas propostas incentivam o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois estimulam os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses. Também vão ao encontro do que é preconizado na **competência específica 2**, porque esses experimentos estimulam 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 e tecnológicas, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

## Motivação (segundo experimento)

Antes da execução, saliente o cuidado necessário para que os estudantes não quebrem os tubos de ensaio e não se machuquem (boxe *Atenção!*).

As questões propostas no item 4 do procedimento estimulam os estudantes a desenvolver as capacidades de inferir e de argumentar em textos orais.

Durante o compartilhamento das respostas, questione as ideias apresentadas, de modo que os estudantes infiram, a partir do que eles observaram na atividade prática, e argumentem sobre a diferença entre os sons emitidos.

## Cultura de paz e combate ao bullying

Conduza a discussão para que todos possam se expressar, inclusive os mais tímidos, sempre atentando ao ambiente de **respeito mútuo** entre os estudantes.

Esteja atento a situações de *bullying*, tomando uma posição firme contra tais ações ao mesmo tempo em que enfatiza a necessidade da valorização da **cultura de paz** no ambiente escolar e na sociedade. (Veja o texto sobre *bullying* na parte inicial deste Manual do professor.)

### Itens 1 e 2

Ao trabalhar esses itens, relembre as noções de ondas apresentadas no capítulo 3 e o fato de o som ser uma onda mecânica, ou seja, necessitar de um meio para propagação.

No item 1, utilize as esquematizações do livro do estudante para diferenciar ondas transversais de ondas longitudinais e enfatize que o som é um exemplo deste último tipo.

No item 2, detalhe cada uma das propriedades do som que estão nos subitens, conforme explicadas no texto do livro do estudante.



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Investigar o efeito do comprimento de uma coluna de ar em vibração sobre o som que ela produz.

Você vai precisar de:

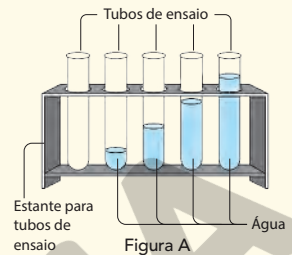
- 5 tubos de ensaio iguais e limpos
- estante para os tubos de ensaio
- água

### Procedimento

1. Coloque os tubos de ensaio na estante.
2. Coloque quantidades diferentes de água em quatro deles, de modo que o espaço vazio seja diferente em cada um deles. Veja a figura A.
3. Aproxime a sua boca da boca do tubo que não tem água. Assopre sobre ela, como mostra a figura B. Ouça o som produzido. Talvez seja necessário assoprar várias vezes, mudando um pouco a posição dos lábios e a força do assopro até conseguir um som bem audível.
4. Repita o item 3 deste procedimento com cada um dos tubos e preste atenção aos sons emitidos. Eles são todos iguais ou apresentam alguma diferença? No caso de não serem iguais, qual é a diferença e por que isso ocorre?

### ATENÇÃO!

Tubos de ensaio são feitos de vidro fino. Cuidado para não quebrá-los e para não se cortar.



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZINI/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 1 Som e ondas sonoras

No item 1 do capítulo 3, apresentamos o conceito de **onda**. Reveja-o, antes de continuar a leitura, se considerar necessário.

Da mesma maneira como um movimento de vibração do braço de uma pessoa pode transferir energia para uma corda esticada e nela produzir ondas, um objeto em vibração pode transferir energia para o ar e nele produzir ondas. Como o ar é invisível, as ondas que se propagam no ar também não podem ser vistas. Apesar disso, os efeitos dessas ondas podem ser percebidos, desde que se tenha um detector apropriado.

As **fontes de som** — por exemplo, um rádio ligado, um sino badalando, uma pessoa cantando ou um piano sendo tocado — produzem ondas que se propagam no ar. Essas ondas invisíveis são denominadas **ondas sonoras**. Estudá-las é o objetivo da área da Física chamada **Acústica**.

Observe o esquema a seguir. Ele mostra duas maneiras de produzir ondas em uma longa mola esticada. Na primeira, é produzida uma **onda transversal** e, na outra, uma **onda longitudinal**.

PAULO MANZINI/ARQUIVO DA EDITORA



As ondas sonoras são invisíveis.

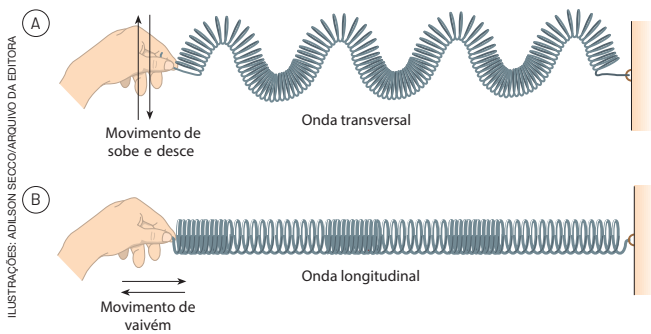
## Conteúdos atitudinais sugeridos

- Preocupar-se com os efeitos prejudiciais de ruídos muito intensos.
- Sensibilizar-se com os efeitos nocivos da poluição sonora e da prática de ouvir sistematicamente música “a todo volume”.
- Valorizar o silêncio para o repouso.
- Perceber a presença de conceitos científicos nas atividades artísticas da música e do canto.

As três primeiras atitudes mencionadas podem ser trabalhadas a partir do esquema do subitem *Escala para expressar intensidade sonora*, do item 2.

O trabalho sobre os efeitos nocivos de sons muito intensos teve início no 3º ano do Ensino Fundamental (EF03CI03: “Discutir hábitos necessários para a manutenção da saúde auditiva e visual considerando as condições do ambiente em termos de som e luz.”). Ao retomar o tema neste nível de escolaridade, é importante destacar que atitudes comuns entre os jovens, como ouvir música usando fones de ouvidos, devem respeitar um volume baixo, a fim de que não prejudique a audição.

A percepção da presença de conceitos científicos nas atividades artísticas da música e do canto pode ser desenvolvida a partir do que aparece em *Sugestão de atividade*, mais à frente, neste Manual do professor.



### Use a internet

Produza ondas em uma corda com diferentes frequências usando o simulador disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt_BR.html). Acesso em: 9 ago. 2022.

Nos controles superiores, escolha *oscilador* e *infinita*. Nos controles inferiores, deslize o amortecimento para *nenhum* e teste diferentes amplitudes e frequências.

Depois, explore à vontade o simulador, usando outras opções dos menus superiores.

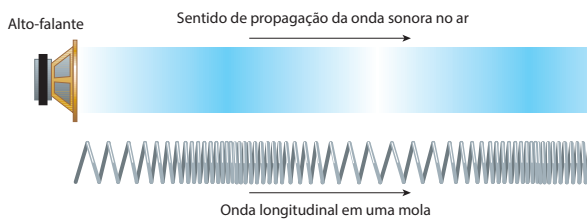
Em uma mola podem propagar-se ondas transversais (A) ou longitudinais (B), como mostram os esquemas.

Fonte: YOUNG, D.; STADLER, S. *Cutnell & Johnson Physics*. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 434.

As ondas que se propagam numa corda são transversais. Já as ondas sonoras são longitudinais.

Todas as fontes sonoras são objetos em vibração. Essa vibração faz com o ar o mesmo que a mão faz com a mola no esquema B: produz ondas longitudinais, as ondas sonoras.

### Esquema da propagação das ondas sonoras



Comparação entre uma onda sonora e uma onda longitudinal numa mola. Um alto-falante em funcionamento vibra e produz ondas longitudinais no ar. São as ondas sonoras. Apesar de o ar ser invisível, apenas para fins didáticos ele aparece ilustrado em azul.

Fonte: YOUNG, D.; STADLER, S. *Cutnell & Johnson Physics*. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 440-441.

## 2 Propriedades do som

### Intensidade de um som

Ouvir uma buzina de automóvel de perto ou de longe causa diferentes sensações. A diferença está no nível de intensidade sonora.

Quando estamos perto da buzina, o som que ouvimos tem maior intensidade do que quando estamos longe. Podemos dizer que o som proveniente da buzina é **mais intenso** quando ouvido de perto e **menos intenso** quando ouvido de longe.

Ao mexer no botão de **controle de volume** de um aparelho de som, alteramos o nível de intensidade do som que sai pelos alto-falantes. Aumentar o volume é tornar o som mais intenso e abaixar o volume é fazer com que o som fique menos intenso.



Quanto mais perto de uma fonte sonora, mais intenso é o som que ouvimos.

91

### Use a internet

A intenção, ao utilizar o simulador proposto no boxe *Use a internet*, é permitir ao estudante fazer experimentos com ondas em corda de uma maneira simples e, concomitantemente, perceber de forma mais concreta como ocorrem alterações na frequência, na amplitude e em outros aspectos que podem ser testados no simulador.

Estimule os estudantes a fazer diversas alterações nos controles do simulador e, então, peça a eles que observem com atenção as alterações que ocorrem. Em seguida, reúna toda a turma em uma roda de conversa para que, com a sua mediação, cada estudante possa expor o que observou de interessante na utilização do simulador. Não deixe de verificar se os estudantes perceberam que o controle *amortecimento* possibilita simular que fração da energia da onda é dissipada aos arredores (como luz e/ou calor), o que atenua a propagação da onda.

## Atente!

O plural de **decibel** é objeto de controvérsia. Segundo as regras da nossa gramática, é **decibéis**, forma usada no dia a dia e na linguagem jornalística. No entanto, o Comitê Internacional de Pesos e Medidas incluiu o decibel na lista das unidades aceitas para o uso com o Sistema Internacional de Unidades (SI) (cf. HAYNES, W. M. (ed.). **CRC handbook of Chemistry and Physics**. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 1-22). Nesse caso, ao seguir as regras para elaboração do plural das unidades do SI, grafamos **decibels**.

## Para discussão em grupo

O principal objetivo dessa atividade é que os estudantes tomem conhecimento ou compartilhem o que sabem sobre a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e sobre seu uso na **Comunidade Surda**.

Caso haja algum estudante na turma que tenha conhecimento de Libras ou convivência com surdos, convide-o a compartilhar suas experiências. É importante que alguns pontos sejam abordados na discussão:

- O termo “surdo-mudo” **não** é utilizado pela Comunidade Surda, pois é **considerado pejorativo**. O termo correto a ser utilizado é apenas “surdo” ou “deficiente auditivo”;
- A Libras é reconhecida por lei, porém **não** é língua oficial no Brasil. O artigo 13 da Constituição Federal de 1988 reconhece apenas a Língua Portuguesa como idioma oficial;
- A Libras se compõe de **sinais** (que **não** são denominados *gestos*). A terminologia *sinais* se deve ao fato de a Libras apresentar gramática, assim como as línguas orais;
- A acessibilidade em diversos setores sociais, tais como educação, saúde e cultura, é ampliada à Comunidade Surda quando há presença de um **tradutor intérprete** de Língua de Sinais.

## Escala para expressar intensidade sonora

Ouvir frequentemente sons muito intensos, como música alta ou ruído de máquinas, pode provocar problemas de audição. Sons ainda mais intensos, como o barulho de explosões, mesmo que durem pouco tempo, podem causar dor nas orelhas (anteriormente denominadas *ouvidos*) e, até, danos permanentes à audição.

Existem aparelhos para medir o nível de intensidade dos sons. Os resultados de tais medidas são expressos na unidade **decibel**, simbolizada por **dB**. O esquema a seguir ilustra essa escala.



### ATIVIDADE

#### Para discussão em grupo

A **Libras** (Língua Brasileira de Sinais) é reconhecida há mais de 20 anos pela legislação brasileira como meio legal de comunicação e expressão (Lei nº 10436, de 24 de abril de 2002). Qual a importância dessa língua para a Comunidade Surda no Brasil? Por que é importante que pessoas sem deficiência auditiva aprendam também essa língua?

O nível de intensidade sonora pode ser expresso na unidade decibel (dB). Quanto maior for o número de decibels, mais intenso será o som. (Valores aproximados da intensidade de alguns sons.)

Fonte: Elaborado a partir de dados de SERWAY, R. A. JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers*, with Modern Physics. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 436-438.

### ATIVIDADE

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- ondas sonoras
- intensidade sonora
- decibel (dB)

Como referência ao professor, sugerimos: GESSER, A. **Libras? Que língua é essa?**: crenças e preconceitos em torno da Língua de Sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

## Amplie o vocabulário!

- Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:
- **ondas sonoras** Ondas (longitudinais) que se propagam no ar e podem ser detectadas pela audição humana. (Após trabalhar o item 7, acrescente: são ondas com frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz.)
  - **intensidade sonora** Propriedade do som associada ao que é denominado popularmente de “volume” do som. Quando aumentamos o “volume” de um aparelho de som, tornamos mais intenso o som que é emitido por dele.
  - **decibel (dB)** Unidade usada para expressar a intensidade sonora.

## Altura de um som

Quando você mexe nos botões de **controle de graves e de agudos** de um aparelho de som, está alterando outra característica dos sons: a **altura**. Os sons **agudos** são chamados sons **altos**, e os sons **graves** são chamados sons **baixos**.

O miado de um gatinho é, por exemplo, um som alto. E o latido de um grande cachorro é um som baixo.

As vozes humanas podem apresentar grande diversidade de alturas. Algumas pessoas apresentam vozes mais baixas (graves), e outras, vozes mais altas (agudas).

## Frequência de um som

Como já vimos, ondas sonoras são produzidas por objetos em vibração, que transferem essa vibração para o ar. Suponha que um objeto oscile 300 vezes a cada segundo. Ele produzirá ondas sonoras nas quais o ar também vibrará 300 vezes por segundo.

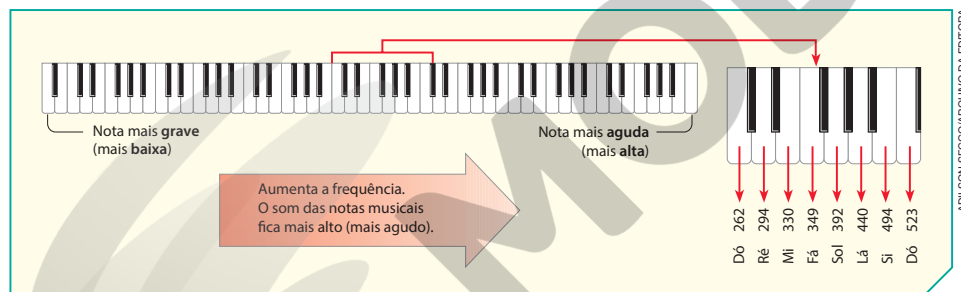
O número de oscilações por segundo é chamado de **frequência**. A unidade usada para expressar a frequência é a “oscilação por segundo”, denominada **hertz** e simbolizada por **Hz**. Assim, um corpo que oscile com frequência 300 Hz (trezentos hertz) emitirá um som de frequência 300 Hz.

## Relação entre frequência e altura de um som

Corpos que vibram com frequências mais altas produzem sons mais altos (mais agudos) e os que vibram com frequências mais baixas produzem sons mais baixos (mais graves).

Ao pressionar as teclas de um piano, produzimos notas musicais de diferentes alturas. As teclas situadas na parte esquerda do teclado correspondem às notas mais baixas (graves) e as situadas na parte direita correspondem às notas mais altas (agudas).

O esquema a seguir mostra, como exemplo, uma das sequências de oito notas (dó-ré-mi-fá-sol-lá-si-dó) do teclado de um piano e as frequências do som de cada uma delas.



No teclado de um piano, quanto mais para a direita estiver uma tecla, mais aguda é a nota. Os números no destaque à direita indicam a **frequência** de algumas notas musicais, em **hertz (Hz)**. (Representação esquemática.)

Fonte dos valores numéricos das frequências: WALKER, J. S. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 485.



### Use a internet

Existem vários simuladores dos sons do piano que rodam nos navegadores. Busque-os por **teclado de piano virtual** e escolha o que mais gostar. Explore as diferentes notas musicais, percebendo que as teclas mais à direita emitem sons mais altos (agudos).



Fio em oscilação

Um fio que vibra 300 vezes por segundo produz um som de frequência 300 Hz. Assim são produzidos os sons dos instrumentos de corda.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-la com nossas palavras e incluí-la no nosso blog.*

- altura de um som
- frequência de um som
- hertz (Hz)

## Use a internet

Os simuladores virtuais de piano normalmente permitem que o usuário reproduza os sons tanto com o teclado do computador quanto com o *mouse*, ao clicar nas teclas que aparecem na imagem do piano na tela.

A interação com o piano, ainda que em um simulador virtual, permite aos estudantes experimentar, de forma prática, diferentes frequências de som. Além disso, essa experiência permite a eles observar que, quanto mais à direita está uma tecla, mais agudo será o som, e, quanto mais à esquerda, mais grave ele será.

É possível que algum estudante toque piano, teclado ou outro instrumento musical e contribua com a informação de que, frequentemente, não se utilizam as notas isoladas para tocar uma música, mas a união de algumas delas formando acordes.

Alguns simuladores de piano apresentam, inclusive, uma versão em que cada tecla é o acorde (e não apenas a nota isolada).

Algumas páginas da internet que apresentam simuladores de piano estão listadas a seguir:

<https://recursivearts.com/es/virtual-piano/>;

<https://www.musicca.com/pt/piano/>;

<https://virtualpiano.net/>;

<https://www.pianoeletronico.com.br/>.

Acessos em: 27 jul. 2022.

## Aprofundamento ao professor

Se a fonte emissora do som e/ou o observador estiverem em movimento, haverá alteração na frequência com que o som será percebido pelo observador. Sobre isso, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “O som de uma sirene é diferente quando ela se aproxima ou se afasta de nós. Por quê?”.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **altura de um som** Propriedade que distingue os sons agudos dos sons graves. Quanto mais agudo for um som, maior será a sua altura.
- **frequência de um som** Número de oscilações por segundo de uma onda sonora. Quanto maior for a frequência de um som, maior será sua altura, ou seja, mais agudo ele será.
- **hertz (Hz)** Unidade que pode ser interpretada como “oscilações por segundo”, usada para expressar a frequência de uma onda.

## Atividades

Ao final desse item 2, proponha os exercícios 1 a 4 do *Use o que aprendeu*.

### Item 3

Para trabalhar cada um dos subitens do item 3, aproveite os resultados dos experimentos de abertura deste capítulo e, se possível, leve instrumentos musicais à sala de aula para que possam ser manuseados pelos estudantes (veja *Sugestão de atividade*, a seguir). Converse com o professor de Arte, pois é possível que exista na escola um acervo de instrumentos de percussão e de corda. Atente, contudo, ao caso dos instrumentos de sopro: por questão de higiene, eles **não** devem ter uso compartilhado.

Note que, após estudar o item 3, os estudantes podem reavaliar as hipóteses que levantaram para explicar os resultados obtidos ao realizar os dois experimentos de abertura deste capítulo.

### Sugestão de atividade

Uma atividade interessante é tomar contato com alguns instrumentos musicais e manuseá-los, verificando neles os princípios estudados no capítulo.

Flautas de plástico permitem verificar que, fechando ou mantendo abertos os orifícios nelas existentes, altera-se a coluna de ar que pode vibrar dentro do instrumento e modifica-se, com isso, a altura (grave/agudo) do som produzido. (Insistimos: por questão de higiene, elas **não** devem ter uso compartilhado.)

Cítaras de brinquedo permitem constatar o efeito do comprimento das cordas.

Violões e cavaquinhos possibilitam verificar o efeito da tensão da corda sobre o som que ela emite. Com posicionamento do dedo no braço do instrumento, pressionando uma corda, também permitem constatar o efeito do comprimento da corda.

Essa proposta permite desenvolver nos estudantes a capacidade de inferir, a partir dos princípios trabalhados no capítulo, características de alguns instrumentos musicais.

C SQUARED STUDIOS/PHOTODISC/GETTY IMAGES



As cordas de um contrabaixo são colocadas em vibração pelos dedos do músico.

ALDEONDESHUTTERSTOCK



As cordas de um violino são colocadas em vibração pelo arco.

VM IMAGES/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



As cordas de uma harpa têm comprimentos diferentes, que influenciam na frequência dos sons que elas produzem. As cordas mais longas emitem notas mais graves e as mais curtas, notas mais agudas.

94

## 3 Instrumentos musicais

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

### Instrumentos musicais de corda

O funcionamento de todos os instrumentos musicais baseia-se num mesmo princípio: são objetos que vibram, e a transmissão dessa vibração para o ar que está ao redor cria ondas sonoras.

Violão, violino, cavaquinho, violoncelo, contrabaixo, banjo e harpa são exemplos de **instrumentos de corda**. Neles existem cordas (fios) de metal ou de náilon que são colocadas em vibração pelos dedos do músico, por uma palheta ou por um arco que ele maneja. Cada corda, quando em vibração, emite uma nota musical, um som com frequência característica.

### Cordas em vibração

Voltemos ao primeiro experimento sugerido na abertura deste capítulo. Nele, um fio de náilon é colocado em vibração e um som é produzido. A vibração do fio produz a vibração do ar ou, em outras palavras, a oscilação do fio produz ondas sonoras.

Pode-se perceber ao realizar o experimento que, quando se diminui a distância entre os dois tijolos, o som produzido fica mais alto (agudo).

Em ambos os casos, o fio de náilon vibra tão rápido que nosso cérebro não consegue perceber quantas vezes ele vai e vem a cada segundo. Mas, em laboratório, é possível medir a frequência de vibração de um fio.

Suponha que o fio de náilon oscile 300 vezes a cada segundo. Ele produzirá um som de frequência 300 Hz. Após reduzir a distância entre os tijolos, essa frequência aumenta. Se o fio passar a oscilar, por exemplo, 400 vezes a cada segundo, emitirá um som de frequência 400 Hz. Esse novo som de 400 Hz será mais alto (agudo) que o anterior, de 300 Hz. Se julgar necessário, repita o experimento e certifique-se de perceber que, quando o comprimento do fio em vibração é reduzido, o som emitido se torna mais alto (agudo).

Também do experimento com o fio de náilon, do início do capítulo, é possível chegar a outra conclusão. Mantendo fixa a distância entre os tijolos, mas variando o peso dos baldes, notamos que, quanto maior o peso (e, portanto, maior a tração no fio), mais alto (agudo) será o som produzido.

Há, então, pelo menos dois fatores que influenciam a altura do som emitido por um fio em vibração: o seu comprimento (comprimento de uma extremidade fixa à outra) e o quanto ele está tensionado, esticado. Para tornar o som mais alto (agudo) podemos reduzir o comprimento do fio ou tensioná-lo mais. Para tornar o som mais baixo (grave) podemos aumentar o comprimento do fio ou tensioná-lo menos.

### TCT Ciência e Tecnologia

Neste capítulo, os itens 3, 6 e 7 contribuem para trabalhar com o Tema Contemporâneo Transversal **Ciência e Tecnologia**, que pertence à macroárea de mesmo nome. O estudo dos diferentes instrumentos musicais e também das outras aplicações de ondas sonoras abordadas no capítulo fazem com que essa temática seja pertinente ao desenvolvimento do conteúdo.

### Sugestão de atividade

Uma atividade lúdica oportuna neste capítulo é um jogo de adivinhação que pode ser chamado de **papel na testa**. Para realizá-lo, são necessários papéis retangulares (de aproximadamente 7 cm x 4 cm), fita adesiva e caneta. O jogo é individual e funciona bem com os estudantes em grupos de 4 a 8 integrantes, dispostos em roda. Grupos maiores tornam a partida muito longa.





Ao tocar o violão, a instrumentista coloca propositalmente os dedos em várias posições do braço do instrumento. Com isso, ela altera a frequência de vibração das cordas, emitindo as notas desejadas.



Ao afinar um violão, as cordas são tensionadas (esticadas) até que emitam exatamente o som de uma certa frequência. Quando isso acontece, dizemos que o instrumento está afinado.

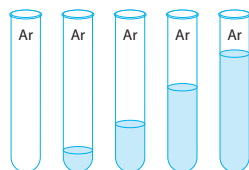
### Colunas de ar em vibração

O outro experimento descrito no início deste capítulo, que envolve os tubos de ensaio, permite perceber que colunas de ar em vibração emitem sons.

Quando você assopra de modo adequado próximo à boca de um tubo de ensaio, o ar que está dentro dele é colocado em vibração. A vibração desse ar interno é transmitida ao ar que está fora do tubo e cria nele ondas sonoras.

Ao realizar o experimento, você deve ter percebido que o som produzido é tanto mais alto (agudo) quanto mais curta é a coluna de ar que está dentro dele, conforme mostra o esquema.

Essa é uma conclusão geral que, como veremos a seguir, é empregada em alguns instrumentos musicais: **quanto menor a coluna de ar vibrando, mais alto (agudo) é o som produzido.**



Diminuindo o comprimento da coluna de ar, o som produzido fica mais alto (mais agudo).

### Instrumentos musicais de sopro

Flauta, saxofone, clarineta, trombone, tuba e oboé são exemplos de instrumentos de sopro, em que o ar interno é colocado em vibração por meio do assopro do músico.

O músico pode variar o comprimento da coluna de ar que vibra dentro do instrumento e, com isso, consegue produzir os sons das diferentes notas musicais.

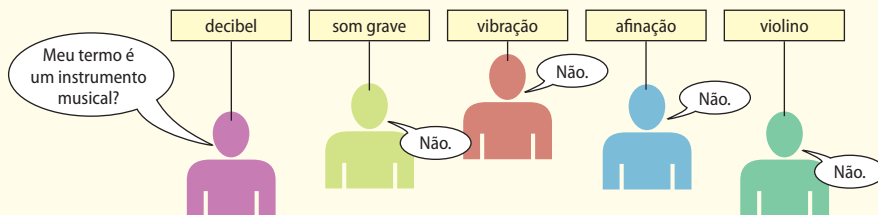


Na flauta transversal, o músico abre e fecha buracos e, com isso, altera o comprimento da coluna de ar que vibra dentro do instrumento, emitindo diferentes notas.



Na flauta de Pã, cada um dos tubos emite uma nota diferente, já que os comprimentos dos tubos variam.

Cada estudante escreve em um papel um termo referente ao estudo deste capítulo (note a abrangência possível, pois não precisam ser apenas termos científicos) e o fixa (com fita adesiva) na testa do jogador à sua esquerda, **sem** que este saiba o que foi escrito. Exemplos de termos que podem ser usados: *frequência, agudo, piano, violão, harpa e instrumento de percussão.*



Assim, cada estudante tem um termo e sua meta é descobrir qual é.

Sorteia-se um jogador para começar. Ele fará aos demais uma pergunta em voz alta, formulada para admitir como resposta **apenas sim** ou **não**. Exemplos: É um instrumento musical? É uma grandeza? É um fenômeno?

Os demais devem responder corretamente à pergunta formulada por ele.

Se a resposta for *sim*, o jogador faz outra pergunta. A vez permanece com ele até que obtenha um *não*, quando o direito de perguntar passa para o próximo estudante, à direita dele. Na sua vez e após uma resposta *sim*, o jogador pode arriscar um palpite, sob a forma de pergunta. Se errar, a vez de perguntar passa ao próximo. Se acertar, sai da competição (o objetivo é sair logo) e o jogo continua.

Pedagogicamente, a atividade ajuda na elaboração clara de questões, no entendimento das perguntas formuladas e na correta elaboração da resposta. É frequente que os próprios estudantes se corrijam na hora de responder, o que conduz ao diálogo e ao entendimento das terminologias. Depois de compreendido o jogo, podem ser incluídos outros termos estudados anteriormente neste volume.

### Combate ao bullying

Como sempre, esteja atento a brincadeiras indevidas ou à utilização, nos papéis, de termos que visem à prática de *bullying* com quem terá de adivinhá-los.

Nesse caso, intervenha imediatamente e com firmeza, salientando que esse jogo (assim como todas as atividades escolares coletivas) proporciona um momento de vivência entre os estudantes no qual, além de ocorrer aprendizagem, são exercitadas habilidades socioemocionais e todos têm a oportunidade de praticar e **valorizar a cultura de paz** e o **convívio cordial**.

## Visita guiada

Sobre a atividade do boxe *Tema para pesquisa* do item 3, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto intitulado “Orquestras”.

Esse mesmo boxe, além da pesquisa, propõe assistir a uma apresentação de orquestra (com caráter de **visita guiada**). Estruture a atividade conforme recomendado no item *Visitas guiadas*, da parte inicial deste Manual do professor, de acordo com as peculiaridades da apresentação que será assistida e do local em que ocorrerá.

Discuta previamente com os estudantes quais são os objetivos e inclua perguntas que direcionem as observações dos estudantes. Exemplos: A disposição dos instrumentos musicais no palco está de acordo com o que foi pesquisado? O que você pode observar na estrutura do local em que ocorre a apresentação, como no teto e nas paredes? Quais dos instrumentos envolvidos na apresentação mais chamaram sua atenção? São de sopro, corda ou percussão? Como se chamam? Qual é a origem e a história desses instrumentos?

## Interdisciplinaridade

A atividade referente à apresentação da orquestra pode ser desenvolvida de modo interdisciplinar com Arte (quem é o autor da composição e em que época) e com História (por exemplo, em que contexto histórico viveu o compositor, a que parte da sociedade se dirigia sua música, que movimentos artísticos existiam na época).

Se considerar oportuno, inclua a solicitação de uma pesquisa sobre a “história da escala de notas musicais”, que pode ser desenvolvida interdisciplinarmente com Matemática, já que existe uma relação matemática entre as frequências dos sons, em cada oitava e entre as oitavas.



Uma bateria é composta de vários instrumentos de percussão.

### ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

Existe alguma regra para dispor os instrumentos musicais no palco quando uma orquestra vai fazer uma apresentação?

A critério do professor, pode-se assistir (com caráter de **visita guiada**) a uma apresentação de orquestra.

O professor orientará previamente as equipes sobre como proceder (antes, durante e depois).

Para uma atividade **segura e proveitosa**, siga as recomendações!



Num órgão de igreja, os sons são produzidos por **colunas de ar em vibração**. Cada um dos tubos que vemos nesta foto é construído com o comprimento adequado para emitir determinada nota musical. Os tubos mais compridos produzem sons mais baixos (graves).

## Instrumentos musicais de percussão

“Percutir” quer dizer “bater fortemente em”.

Os **instrumentos de percussão** são aqueles em que o músico bate, com as mãos, com baquetas etc., colocando em vibração esses instrumentos, que são construídos com pedaços de couro esticado, lâminas de metal, pedaços de madeira, metal ou outros materiais.

Os gongos, sinos, triângulos e pratos são peças de metal que vibram. Nas castanholas, são peças de madeira. Nos bumbos, tambores, tamborins, bongôs e atabaques, são membranas de couro esticado.

## Piano e órgão de igreja

E nos pianos e nos órgãos de igreja, o que é que vibra para emitir o som?

Esses dois instrumentos musicais têm um teclado, por meio do qual o músico produz o som das diversas notas musicais. Embora apresentem essa semelhança, pianos e órgãos de igreja têm diferentes princípios de funcionamento.

Dentro dos pianos existem, para cada tecla, uma corda de tamanho característico convenientemente esticada e um pequeno martelo. Quando uma determinada tecla é pressionada, o martelo ligado a ela bate na corda correspondente e a faz vibrar. Portanto, um piano produz notas musicais por meio da vibração de cordas esticadas.

Já os órgãos de igreja não têm cordas. Eles apresentam uma série de tubos com comprimentos diferentes, dentro dos quais um motor especial pode “assoprar” ar. Cada tubo corresponde a uma tecla. Ao apertar certa tecla, o músico faz o ar ser direcionado para o tubo correspondente. Esse “assopro” faz o ar vibrar dentro do tubo (como numa flauta) e emite a nota correspondente ao comprimento daquele tubo. Portanto, trata-se de um exemplo de instrumento musical baseado na vibração de colunas de ar.



Num piano, os sons emitidos devem-se à **vibração de cordas**. As cordas mais compridas apresentam menores frequências de vibração e emitem, portanto, sons mais baixos (graves). Para afinar um piano, o afinador aperta ou afrouxa o parafuso que tensiona as cordas, com o auxílio de uma chave especial.

Caso não exista a possibilidade de assistir a uma apresentação ao vivo de uma orquestra, uma opção é assistir a uma apresentação gravada, pois existem ótimos vídeos na internet que viabilizam essa atividade. Assista-os com os estudantes e desenvolva o restante da atividade conforme sugerido.

Como sugestão, indicamos os concertos da **Orquestra Filarmônica de Minas Gerais**. Disponíveis em: <https://www.youtube.com/filarmonicamg>. Acesso em: 28 jul. 2022.

## De olho na BNCC!

O boxe *Tema para pesquisa* do item 3 favorece o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois estimula valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade, e da **competência geral 3**, pois incentiva os estudantes a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais.

#### 4 Velocidade do som no ar

Você já percebeu que, durante uma tempestade, é comum vermos o clarão de um raio e, só depois de algum tempo, ouvirmos o barulho do trovão? Por que isso acontece?

Quando um raio cai, o clarão e o ruído são produzidos simultaneamente. Essa luz e esse som irão se propagar em todas as direções e, por isso, alguém que esteja a certa distância poderá ver o raio e ouvir o trovão. Acontece que a velocidade com que a luz se propaga é espantosamente alta: em um segundo ela percorre 300 mil quilômetros. Podemos afirmar que, para efeitos práticos, o clarão de um raio é visto quase no mesmo instante em que o raio cai, ainda que a pessoa esteja a vários quilômetros de distância.

Já o som se propaga muito mais devagar que a luz. Sua velocidade no ar é de cerca de 343 metros a cada segundo. Em outras palavras, o som percorre cerca de um terço de quilômetro em um segundo. Por causa disso, o som do trovão chega algum tempo depois do clarão do raio.

#### A que distância caiu o raio?

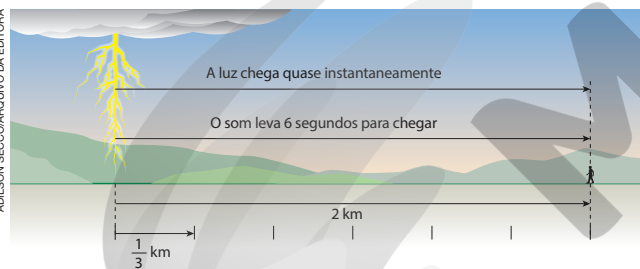
Existe um método que permite descobrir aproximadamente a que distância caiu um raio. Basta usar um relógio para marcar quantos segundos demora para se ouvir o barulho de um trovão a partir do momento em que o clarão é visto. Divida esse número por 3. O resultado é a distância, em quilômetros, de onde caiu o raio até o local onde você está.

Vamos supor que, após o clarão de um relâmpago, leve 6 segundos para se ouvir o trovão. Dividindo 6 por 3, obtemos 2 como resultado. Assim, o raio caiu a 2 quilômetros.

Qual é a explicação para esse método? Dividir um número por 3 é o mesmo que multiplicá-lo por  $1/3$ . Veja o exemplo:

$$6 \cdot \frac{1}{3} = \frac{6}{3} = 2$$

A explicação para o método é que, a cada segundo, o som do raio percorre, aproximadamente,  $1/3$  de quilômetro. No exemplo dado, em 6 segundos o som percorrerá 6 vezes  $1/3$  de quilômetro, ou seja, 2 quilômetros. Essa é, portanto, a distância aproximada entre o local onde caiu o raio e o local onde você está (veja o esquema).



Quando um raio cai a certa distância, primeiro vemos o seu clarão (relâmpago) e, depois de algum tempo, ouvimos o seu barulho (trovão). Tempestade com raios em Niterói, RJ, 2021.

## Atividades

Após trabalhar o item 3, proponha os exercícios 5 a 7 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.

### Item 4

Se achar adequado, para trabalhar o conteúdo relativo à velocidade do som no ar, proponha à turma a realização de uma sala de aula invertida, uma estratégia metodológica ativa.

Inicie a aula pedindo aos estudantes que, individualmente, façam a leitura do texto. Em seguida, convide dois estudantes para explicar para a turma o que entenderam sobre o tema. Oriente os demais estudantes ouvintes para que, com respeito, prestem atenção às explicações.

Ao final, reserve um tempo da aula para esclarecimento de eventuais dúvidas.

### De olho na BNCC!

Os itens 4 a 7 retomam a oportunidade de desenvolver a **competência específica 3**, já mencionada anteriormente neste capítulo do Manual do professor. O item 5 contribui também para continuar o desenvolvimento da **competência específica 2**, e o item 6 vai ao encontro da **competência geral 3**.

## Motivação

O experimento da seção *Motivação* que antecede o item 5 possibilita aos estudantes a compreensão de por que nossa própria voz parece ser diferente em uma gravação, mas a dos outros não.

Também permite que entendam a razão pela qual os sons parecem diferentes quando ouvidos por alguém submerso em uma piscina.

O questionamento proposto no final do item 2 do procedimento estimula os estudantes a desenvolver a capacidade de argumentar em textos orais.

Durante o compartilhamento das respostas, questione as ideias apresentadas, de forma que os estudantes usem argumentos plausíveis para explicar a diferença da percepção do som com as orelhas tapadas e com as orelhas destapadas.

Esteja atento para que todos os estudantes possam participar da discussão sobre a atividade, com equidade de oportunidades de manifestação.

## Motivação



### Objetivo

- ▶ Perceber distorções no som quando ele chega às orelhas propagando-se por sólidos.

Você vai precisar de:

- duas colheres (de sopa) de metal
- barbante de 1 metro
- alguém para ajudá-lo

### Procedimento

1. Amarre o cabo de uma colher no meio do barbante. Enrole cada uma das extremidades do barbante nos seus dedos indicadores. Deixe a colher pendurada na sua frente, como mostra a figura A, e peça que a pessoa bata com outra colher na que está pendurada. Ouça bem o som produzido.
2. Tape suas orelhas com a ponta dos dedos indicadores e deixe a colher pendurada na sua frente. Peça que a pessoa bata novamente na colher, como mostra a figura B. Ouça o som e compare com o que você ouviu no item 1. São iguais ou diferentes? Por quê?

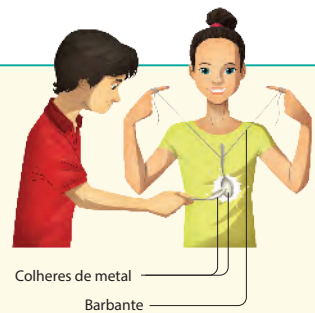


Figura A



Figura B

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO ARRÁVA/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 5 O som não se propaga apenas no ar

Objetos em vibração produzem ondas sonoras, **que se propagam no ar e em quaisquer outros materiais**, como água, barbante, osso, aço, madeira, alumínio etc.

O experimento anterior ilustra essa situação. No item 1, as ondas sonoras produzidas pela colher em vibração se propagam pelo ar até suas orelhas. No item 2, as ondas sonoras provenientes da colher chegam às suas orelhas por meio do barbante e dos dedos indicadores.

Outra conclusão do experimento é que o som proveniente de uma mesma fonte é percebido por nós de modo diferente quando chega à nossa orelha propagando-se por materiais diferentes. Quando é ouvido por meio do barbante e dos dedos, o barulho da vibração da colher se parece com o de um sino badalando.

De modo geral, podemos dizer que, ao se propagar por diferentes materiais, o som é percebido por nós com alterações de intensidade e de timbre. Você já ouviu a **sua própria voz** gravada? Percebeu como ela parece diferente? Quando você fala, o som da sua voz chega às suas orelhas não apenas pelo ar, mas também por meio do seu corpo, principalmente de seus ossos, que são sólidos.



JOSE LUIS JUHAS/  
ARQUIVO DA EDITORA

Em uma gravação, nossa própria voz nos parece estranha, mas a dos outros não.

Ao ouvir sua voz gravada, por outro lado, você escuta o som que vem do alto-falante e que se propaga até você exclusivamente por meio do ar. Por isso sua voz parece diferente. Na verdade, as outras pessoas conhecem a sua voz do mesmo jeito que ela sai na gravação.

### A velocidade do som depende do material

Um outro fator que muda quando o som se propaga em diferentes materiais é a sua velocidade. Nos líquidos o som se propaga mais rápido que no ar, e nos sólidos, ainda mais rápido que nos líquidos.

Velocidade do som em alguns meios	
Material no qual o som se propaga	Velocidade aproximada do som, em metro por segundo, a 20 °C
Ar	343
Água pura	1493
Água do mar	1533
Ferro	5950
Alumínio	6420

Fonte: SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers, with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 433.



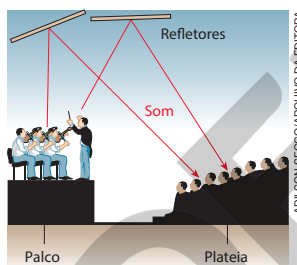
Considerando-se que percorra distâncias iguais, um som chega às orelhas de um mergulhador mais rápido do que se ele estivesse no ar. Isso ocorre porque a velocidade do som na água é maior do que no ar. (Maldivas, 2017.)

## 6 Reflexão e absorção do som. Eco

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Quando as ondas sonoras que se propagam no ar encontram um anteparo, como uma parede, parte do som pode ser **absorvida** por esse anteparo e parte pode ser **refletida**.

A ideia de que o som pode ser refletido ou absorvido por uma superfície é aproveitada nos teatros, principalmente naqueles projetados para concertos de orquestras. No teto desses teatros há, normalmente, vários anteparos irregulares que servem para **refletir** o som em todas as direções e permitir que todos os ouvintes possam apreciar a música (veja o esquema). Já as paredes, o chão e as poltronas desses teatros são, geralmente, revestidos por carpete. O carpete **absorve** o som e impede-o de refletir outras vezes, o que prejudicaria a acústica do ambiente.



Refletores no teto melhoram a acústica de um ambiente destinado a apresentações de orquestras.

Fonte: OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. *Inquiry into Physics*. 8. ed. Boston: Cengage, 2018. p. 239.



Os conhecimentos sobre reflexão e absorção do som são úteis para projetar ambientes adequados a apresentações de orquestras. (Apresentação da Orquestra Sinfônica de Minas Gerais, em Belo Horizonte, MG, 2021.)

## Item 5

Após desenvolver o item 5 conforme o livro do estudante, proponha à turma explicar por que, em alguns desenhos animados, certos personagens colocam a orelha no chão para verificar se estão sendo perseguidos.

Na resposta, os estudantes devem considerar que no solo (meio sólido), as ondas sonoras se propagam com maior velocidade que no ar, tornando possível perceber que os perseguidores se aproximam, ainda que distantes.

Esse tipo de atividade permite desenvolver nos estudantes a capacidade de inferir, em textos orais, a partir dos conhecimentos científicos.

## Atividades

Após trabalhar em sala o item 5, o momento é oportuno para as questões 8 a 10 do *Use o que aprendeu* e a atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*.

## Item 6

Sobre a absorção e a reflexão do som, aproveite as observações feitas na atividade em que se sugeriu assistir a uma apresentação de orquestra. Utilize também o esquema dos refletores no teto que está no livro do estudante.

Para trabalhar o eco, utilize a outra esquematização do item 6. Se houver condições, pode-se construir um **tubo de eco** no pátio da escola para que os estudantes das diversas turmas possam testá-lo. A montagem consiste em um tubo de PVC com 20 m de comprimento e 20 cm de diâmetro, disposto horizontalmente em linha reta, com uma das extremidades fechada com tampão de PVC colado. (Se necessário, peça a ajuda de um encanador para colar o tampão e para emendar os tubos até 20 m.) Um grito dado na extremidade aberta do tubo produzirá um eco que poderá ser ouvido nessa mesma extremidade.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Reflexão sonora. Reflexão, reverberação e eco”.

### Atividades

Ao final do item 6, proponha aos estudantes o exercício 11 do *Use o que aprendeu*.

### Noções de pensamento computacional

Ao trabalhar o item 7, se julgar conveniente, proponha uma atividade envolvendo pensamento computacional: elaborar um algoritmo que diferencie som, ultrassom e infrassom e expressá-lo por meio de um fluxograma. (Atividades sobre algoritmos e fluxogramas já foram propostas nos capítulos 1 e 2. Veja também o texto sobre pensamento computacional na parte inicial deste Manual do professor.)

Um exemplo de fluxograma possível é o seguinte:

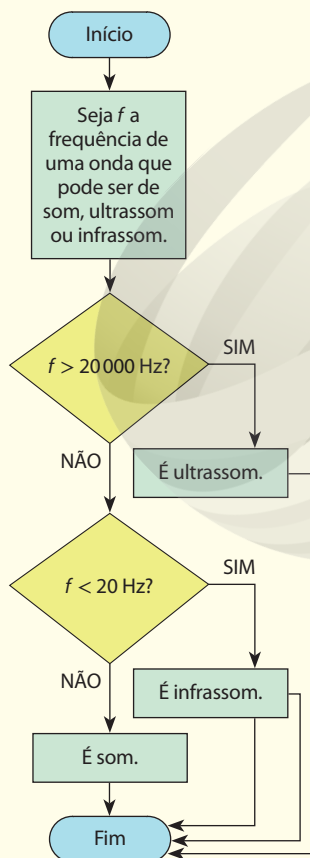
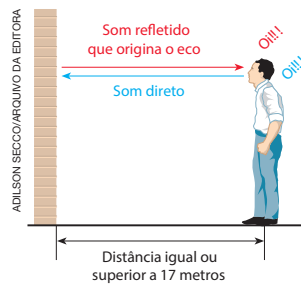


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES



Produção de eco. (Esquema fora de proporção.)

Fonte: BALL, L. et al. *Smithsonian supersimple Physics*; the ultimate bite-size study guide. Londres: Dorling Kindersley, 2021. p. 128.

Quando o som refletido chega imediatamente após o som direto, o cérebro não consegue distinguir ambos e tem-se a impressão de que é um único som “comprido”.

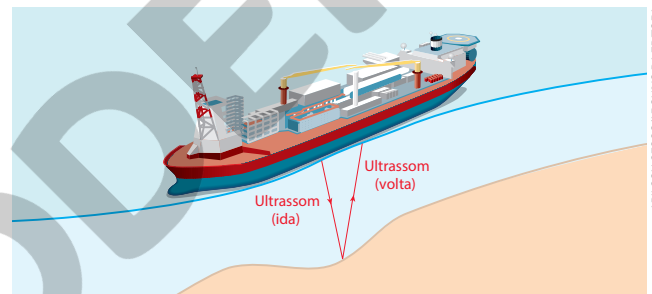
Porém, quando o som refletido chega suficientemente atrasado para ser diferenciado do som direto pelo cérebro, então temos um **eco**. Estudos científicos revelaram que o eco só pode ocorrer quando existe uma superfície para refletir o som distante 17 metros, ou mais, do local onde o som é emitido e ouvido diretamente, conforme ilustrado. Se a superfície estiver mais próxima que 17 metros, então o som refletido chega quase junto com o som direto e nosso cérebro não consegue distinguir os dois.

## 7 Ultrassom e infrassom

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O ser humano consegue ouvir os sons com frequências na faixa de 20 Hz a 20000 Hz. As ondas com frequência abaixo de 20 Hz são chamadas de **infrassom** e não são captadas por nossa orelha. O mesmo acontece com as frequências acima de 20000 Hz, que correspondem ao que se denomina **ultrassom**.

Apesar de não conseguirmos escutar o ultrassom, ele é útil ao ser humano. É utilizado, por exemplo, num aparelho denominado **sonar**. Uma das aplicações desse aparelho é na determinação da profundidade marítima. Quando um sonar de navio emite ondas ultrassônicas em direção ao fundo do oceano, elas atingem o fundo e são refletidas de volta. O aparelho capta esse ultrassom em seu retorno, mede o tempo que levou para ele ir e voltar e, conhecendo a velocidade de propagação do ultrassom na água do mar, calcula a distância a que se encontra o fundo.



O uso do sonar em um navio permite determinar a profundidade marítima. Fonte: GIAMBATTISTA, A. *Physics*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 467.

O sonar também é usado para localizar cardumes de peixes, torpedos, submarinos e outros objetos que estejam submersos.

Uma adaptação do sonar permitiu seu uso em Medicina, nos aparelhos para **exames por ultrassonografia**. Eles emitem ondas de ultrassom para dentro do organismo do paciente. Essas ondas refletem nos órgãos e são captadas, em seu retorno, pelo aparelho que, baseado nelas, monta uma imagem do interior do organismo num monitor de computador.

### Saiba de onde vêm as palavras

A palavra “ultrassom” vem do latim *ultra*, que significa além de, acima. A palavra “infrassom” vem do latim *infra*, que significa abaixo de. O termo “sonar” é uma abreviatura do inglês *sound navigation ranging*, que significa alcance de navegação do som, numa alusão ao percurso de ida e volta do ultrassom emitido pelo aparelho dentro da água.

100

## Protagonismo da mulher

Ao trabalhar o item 7 e falar da técnica da ultrassonografia, chame a atenção para a foto apresentada, explicando como é feito o exame, e aproveite o fato de ser uma médica realizando o exame, na foto, para ressaltar mais uma vez aos estudantes a importância da equidade de oportunidades entre as pessoas e a necessidade da **valorização do protagonismo da mulher** na sociedade, com atuação em todas as áreas sociais, artísticas, políticas e profissionais.

## De olho na BNCC!

### • 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.).”

No capítulo 3, os estudantes aprenderam conceitos referentes a ondas (radiações) eletromagnéticas e já sabem, a esta altura, o que são raios X, raios gama, ondas de rádio, infravermelho e ultravioleta.

Neste capítulo, eles aprendem o que é ultrassom (onda mecânica similar ao som, mas com frequência superior à dele, ou seja, superior a 20000 Hz) e passam a saber que ele pode ser utilizado na obtenção de imagens internas do organismo sem necessidade de incisão, ou seja, que o exame por ultrassom é uma técnica não invasiva de diagnóstico por imagem, como ilustra a foto do livro do estudante.

O desenvolvimento da habilidade EF09CI07 se completará na atividade de encerramento da unidade B.

### Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto intitulado “Como funciona a ultrassonografia com Doppler?”.

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **ultrassom** Ondas similares ao som, mas com frequência superior a 20000Hz, que não são audíveis pelo ser humano. É usado no sonar e nos aparelhos de exame médico por ultrassonografia.
- **infrassom** Ondas similares ao som, mas com frequência inferior a 20 Hz, que não são audíveis pelo ser humano.



Nos exames por ultrassonografia é possível investigar órgãos que não são visíveis em radiografias, como o fígado, o coração, o útero e os ovários. Essa técnica também possibilita acompanhar a gravidez e a saúde do feto (como nesta foto) sem expô-lo aos raios X.

#### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- ultrassom
- infrassom

#### EM DESTAQUE

### Importância do ultrassom para alguns animais

Um sistema **natural** muito eficiente presente em várias espécies de morcegos permite-lhes desviar de obstáculos em seus voos e obter alimento, por exemplo, capturar mariposas.

Em 1793, o biólogo italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) realizou experimentos nos quais cegou alguns morcegos e os libertou. Algumas semanas mais tarde, recapturou-os e percebeu que tinham insetos frescos dentro do estômago. Mesmo sem enxergar, esses morcegos conseguiam caçar. No entanto, morcegos que foram proposadamente ensurdecidos não conseguiam caçar e morriam de fome.

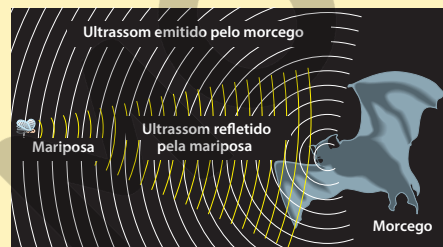
No século XX foi possível explicar isso. Os **morcegos usam um sonar natural** para localizar insetos. Eles **emitem ultrassons que batem nas suas presas e são refletidos de volta**. Pelo tempo que leva para o ultrassom retornar, o morcego avalia a que distância está o inseto. O mesmo mecanismo permite aos morcegos em voo desviar de obstáculos tão pequenos como fios de náilon com 1 milímetro de espessura.

Várias espécies de baleias e golfinhos também utilizam ultrassom para se comunicar e para se orientar na navegação pelo oceano.



Algumas espécies de morcegos localizam suas presas com o uso de um sonar ultrassônico. Esse mecanismo é tão eficiente que esses animais não dependem da visão para obter alimento.

Elaborado com dados obtidos de: SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021.



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Em destaque

Quando trabalhar em aula a seção *Em destaque*, fale sobre a discussão a respeito do bem-estar animal e das controvérsias sobre experimentos com animais. Explique que, no Brasil, a utilização de animais em experimentos é regida pela Lei Federal nº 11794, de 2008. Essa mesma lei determinou a criação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações encarregado de normatizar o tema e acatar denúncias. Além disso, diversas instituições têm comitês de bioética que impõem limites aos experimentos com animais.

### Atividade

Após a leitura e a interpretação do texto *Em destaque* “Importância do ultrassom para alguns animais”, proponha aos estudantes a atividade 5 do *Explore diferentes linguagens*.

## De olho na BNCC!

Há oportunidade de prosseguir no desenvolvimento da **competência geral 3** nas atividades 4, 5 e 6 da seção *Use o que aprendeu* e também na seção *Seu aprendizado não termina aqui*.

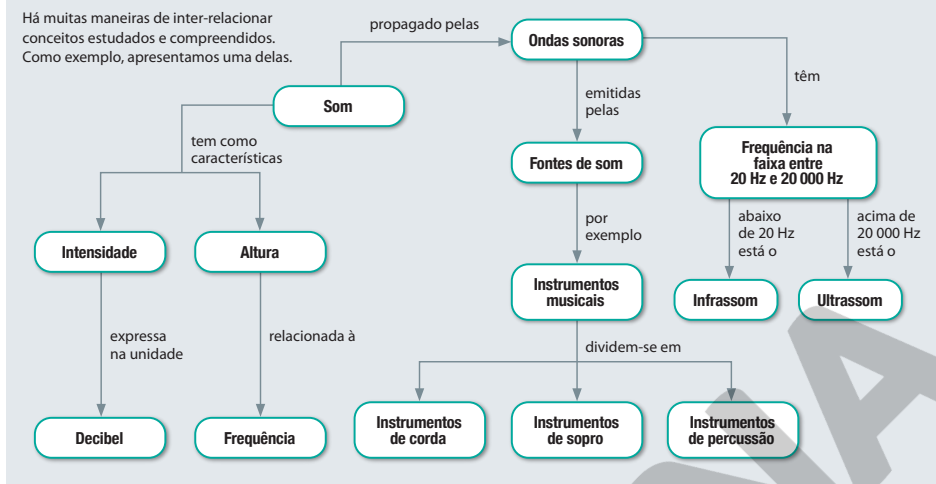
Na seção *Explore diferentes linguagens*, as atividades 1, 2 e 5 auxiliam os estudantes a interpretar e utilizar as linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações e ideias em diferentes contextos, favorecendo, assim, o desenvolvimento da **competência geral 4**.

## Respostas do Use o que aprendeu

1. O que muda é a intensidade do som. De perto, o som do latido é mais intenso que de longe.
2. a) Porque fazer um som ficar mais alto é torná-lo mais agudo, ou seja, com maior frequência.  
b) Dizendo, por exemplo, que o som fica mais intenso.
3. a) Hz é o símbolo da unidade hertz, usada para expressar frequência. Um hertz equivale a uma oscilação (ou vibração) por segundo.  
b) Significa que ela vibra 660 vezes a cada segundo.  
c) O som mais baixo (que é mais grave, tem menor frequência) é o da corda que vibra com frequência 196 Hz. E o som mais alto (que é mais agudo, tem maior frequência) é o da corda que vibra com frequência 660 Hz.
4. a) Baixo.  
b) Soprano.  
c) Tenor, contralto e soprano.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL

Há muitas maneiras de inter-relacionar conceitos estudados e compreendidos. Como exemplo, apresentamos uma delas.

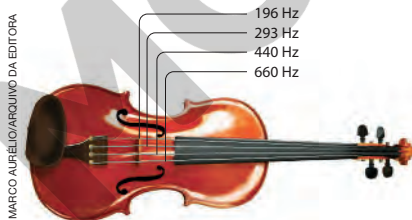


FERMINHO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

## ATIVIDADE

### Use o que aprendeu

1. Você ouve, de perto e de longe, um mesmo cachorro latindo. Que característica do som muda de uma situação para outra?
2. Ao aumentar o volume de um aparelho de som, diz-se, popularmente, que o som fica mais "alto".  
a) Por que não está correto usar a palavra "alto" numa frase como essa?  
b) Como você pode expressar a ideia desejada sem usar a palavra "alto"?
3. A figura mostra a frequência de vibração das quatro cordas de um violino afinado.



Violino.

102



A soprano Helene Fischer e o tenor Andrea Bocelli durante apresentação em Berlim, na Alemanha, em 2019. Uma classificação vocal é o tema da questão 4.

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

FRANZISKA KRUG/GERMAN SELECT/GETTY IMAGES



As vozes desses artistas se encontram nas seguintes faixas de frequência:

- *baixo* — entre 87 Hz e 349 Hz
- *barítono* — entre 98 Hz e 392 Hz
- *tenor* — entre 131 Hz e 494 Hz
- *contralto* — entre 175 Hz e 698 Hz
- *soprano* — entre 247 Hz e 1 145 Hz

Com base nessas informações, responda às perguntas:

- Qual desses cinco tipos de artistas consegue emitir as notas mais graves?
  - Qual deles consegue emitir as notas mais agudas?
  - Quais dos cinco tipos mencionados conseguem emitir, com a voz, uma nota “lá médio”, que tem frequência 440 Hz?
5. A foto mostra músicos assoprando em longos tubos para emitir sons. Esses instrumentos de sopro são flautas (trompas), típicas da região dos Alpes, na Europa.



Músicos tocando trompas alpinas, na Suíça, em 2019.

- Como esses tubos podem emitir sons?
  - O que muda no som emitido por um tubo mais comprido se comparado a um tubo mais curto?
6. Nas baterias de escola de samba há vários instrumentos diferentes. Pesquise exemplos desses instrumentos e faça uma lista. A seguir, classifique-os em instrumentos de corda, de sopro e de percussão. Qual desses tipos predomina?



Os instrumentos musicais da bateria de uma escola de samba são o tema da questão 6. Escola de samba se apresentando no Carnaval em Florianópolis, SC, 2016.

7. Pesquise e responda:  
O que é um diapasão e em que ele auxilia na afinação de um instrumento?
8. Após ver o clarão de um raio, uma pessoa demorou 9 segundos para ouvir o trovão. A aproximadamente que distância da pessoa caiu esse raio? Explique como você chegou a essa conclusão.
9. Observe a figura e responda:



- O rapaz pode ouvir o sino tocando?
  - Em caso afirmativo, o som será ouvido de modo igual pelo rapaz e pela moça? Explique.
10. Uma pessoa está praticando mergulho no mar e, acima dela, flutua um pequeno barco no qual está seu ajudante. A 300 metros desse local, uma outra pessoa solta um rojão, que produz um barulho muito intenso. Quem, o mergulhador ou o seu ajudante, escutará o estrondo primeiro? Por quê?
11. Uma festa num salão sem móveis, tapetes e cortinas é muito mais barulhenta do que num salão com móveis, tapetes e cortinas. Explique por quê.

- O assopro faz o ar dentro dos tubos vibrar, e essa vibração produz ondas sonoras.
  - Os tubos mais compridos fornecem som mais baixo (mais grave).
6. A lista pode incluir grande variedade: reco-reco, chocalho, pandeiro, pratos, surdo, tarol (ou caixa de guerra), repenique, cuíca, tamborim, agogô etc. Desses exemplos mencionados, todos são instrumentos de percussão.
7. É um pequeno objeto metálico em forma de U com uma haste também de metal. Quando é segurado pela haste e o U é percutido (batido) contra um objeto rígido, passa a vibrar com uma frequência bem definida. O som dessa nota musical de frequência definida emitida pelo diapasão é usado como padrão de referência para afinar instrumentos musicais.
8. Dividindo 9 por 3, obtém-se 3. Então, o raio caiu a 3 quilômetros de distância da pessoa. A explicação é que a cada segundo o som percorre cerca de um terço de quilômetro. Em 9 segundos, o som do trovão percorre aproximadamente 3 quilômetros.
- Sim, pois o som se propaga na água.
  - Não, porque, quando o som se propaga por diferentes materiais, sofre alteração de intensidade e timbre.
10. O mergulhador escutará o barulho antes que seu ajudante porque a velocidade do som na água do mar (líquido) é maior do que no ar (gás).
11. No salão sem móveis, tapetes ou cortinas, o som é refletido várias vezes pelas paredes antes de ser absorvido. Já num salão com móveis, tapetes e cortinas, os materiais de que são feitos esses objetos absorvem o som mais rapidamente, e a festa é menos barulhenta.

## TCT Ciência e Tecnologia

O TCT Ciência e Tecnologia, já abordado anteriormente neste capítulo, é retomado nas atividades 1 e 2 da seção *Explore diferentes linguagens*.

### Respostas do *Explore diferentes linguagens*

1. a) O violino.  
b) O contrabaixo.  
c) Cordas mais longas tendem a emitir notas mais graves. Cordas mais curtas tendem a emitir notas mais agudas.
2. a) O saxofone soprano.  
b) O saxofone baixo.  
c) Colunas de ar mais longas em vibração tendem a emitir notas mais baixas (graves), e colunas mais curtas tendem a emitir notas mais altas (agudas).

### ATIVIDADE

## Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

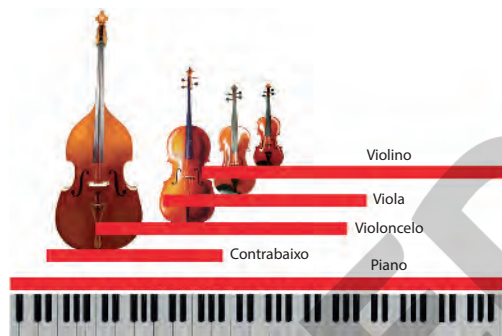
### ESQUEMA

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

1. O esquema mostra, em vermelho, a faixa de frequência das notas que podem ser conseguidas com os instrumentos de cordas **violino**, **viola**, **violoncelo** e **contrabaixo**. (Essa viola não é a *viola brasileira* ou *viola caipira*, também chamada de *viola*, instrumento que se assemelha ao violão. É um instrumento que lembra um violino, porém é maior do que ele. A faixa de frequências do piano é mostrada apenas para comparação.)

Analisar o esquema e faça o que se pede:

- a) Qual desses instrumentos de cordas emite notas mais agudas?
- b) Qual desses instrumentos de cordas emite notas mais graves?
- c) Explique a razão de o tamanho desses instrumentos influenciar a faixa de frequência das notas.



Fonte: WALKER, J. Halliday & Resnick *Fundamentals of Physics*. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 495.

2. O esquema mostra, em vermelho, a faixa de frequência das notas de diferentes tipos de **saxofone**. (A faixa de frequências do piano é mostrada apenas para comparação.)

Analisar o esquema e responda:

- a) As notas mais altas são emitidas por qual desses instrumentos de sopro?
- b) As notas mais baixas são emitidas por qual desses instrumentos de sopro?
- c) Por que o tamanho desses instrumentos influencia a altura do som?



Fonte: WALKER, J. Halliday & Resnick *Fundamentals of Physics*. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 495.

ILUSTRAÇÕES: MARCO AURELIO/ARQUIVO DA EDITORA

RELATO DE EXPERIMENTO

3. Você pega um elástico de prender cédulas, estica-o como mostra a figura A, e coloca-o em vibração para produzir um som. O que aconteceria com o som produzido se o elástico estivesse mais esticado? (Faça o experimento para verificar sua resposta!)
4. Prenda um elástico ao redor de um copo de plástico duro, como mostra a figura B. Faça o elástico vibrar e ouça com atenção o som produzido. Encoste o fundo do copo numa das orelhas e faça vibrar novamente o elástico, como mostra a figura C. Você percebe alguma diferença no som que ouve de uma situação para outra? Em caso afirmativo, que explicação você pode dar?

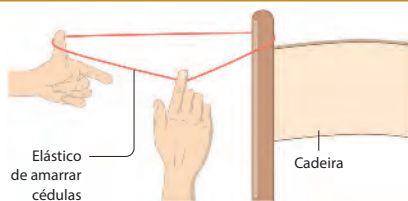


Figura A



Figura B



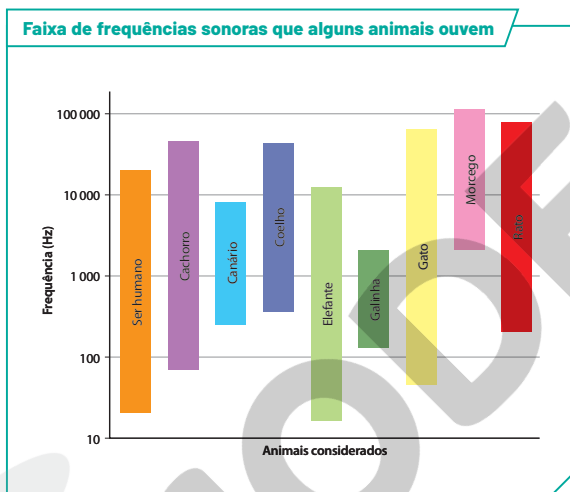
Figura C

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

ROBERTO HIGAS/ARQUIVO DA EDITORA

GRÁFICO

5. O gráfico de barras mostra a faixa de frequência que alguns animais conseguem ouvir. Considerando esses animais, responda às perguntas.
  - a) Qual desses animais tem a faixa de audição mais estreita?
  - b) Quais desses animais conseguem ouvir ultrassom?
  - c) Qual desses animais ouve sons mais graves (isto é, de menor frequência)?
  - d) Para que os morcegos utilizam o ultrassom?
  - e) A faixa de 20000 Hz a 60000 Hz é audível pelas mariposas. Pensando em termos de adaptação e sobrevivência, qual é a vantagem de as mariposas ouvirem nessa faixa?



Fonte dos dados referentes aos animais: STRAIN, G. M. How well do dogs and other animals hear? Louisiana State University. Disponível em: <https://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html>. Acesso em: 19 abr. 2022.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Seu aprendizado não termina aqui

Procure saber mais sobre os instrumentos musicais que mais lhe chamam a atenção. Pesquise onde e quando foram inventados, que mudanças sofreram ao longo do tempo, qual é o princípio de funcionamento e qual é a importância cultural de cada um.

3. Espera-se que o elástico mais esticado (mais tensionado) emita um som mais alto (mais agudo) do que quando está menos esticado.
4. Espera-se que haja diferença no som. No primeiro caso, o som chega até a orelha pelo ar. No segundo caso, ele chega propagando-se pelo plástico do copo, um material sólido. Ao propagar-se por diferentes materiais, as ondas sonoras sofrem modificações e, assim, percebemos o som de modos diferentes nos dois casos.
5.
  - a) Galinha.
  - b) Cachorro, coelho, gato, morcego e rato.
  - c) Elefante.
  - d) Utilizam, por exemplo, para detectar suas presas e para desviar de objetos durante o voo, mesmo em locais totalmente escuros.
  - e) Uma das vantagens é poderem perceber a presença de morcegos para fugir deles e aumentar, assim, a chance de sobrevivência.

Seu aprendizado não termina aqui

A sugestão apresentada ajuda a reforçar que a construção do conhecimento é contínua e dinâmica, passando por constante aperfeiçoamento.

Também permite destacar que as aplicações dos princípios científicos envolvem aspectos culturais e históricos.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Propagação retilínea da luz
- Conceito de raio de luz, de fonte luminosa e de corpo iluminado
- A composição da luz branca
- Reflexão, absorção e refração da luz
- A absorção da luz e a cor dos objetos
- Cores primárias de luz
- Cores primárias de corantes
- Propagação retilínea da luz e formação de sombras
- Sombra e penumbra
- Noções sobre espelhos planos, espelhos côncavos e espelhos convexos e a presença deles no cotidiano
- Refração da luz e formação do arco-íris

A temática deste capítulo é largamente presente no cotidiano e normalmente é muito bem recebida pelos estudantes.

Um ponto relevante é fazer a clara diferenciação entre **cores primárias de luz** e **cores primárias de corantes**.

Quanto à aparente mudança de cor dos objetos quando observados sob diferentes condições de iluminação, podem-se usar como exemplo interessante as ruas iluminadas com lâmpadas de vapor de sódio (se, na realidade local, elas existirem). Sob a luz amarelada dessas lâmpadas, as cores dos objetos não são vistas normalmente. Até a pele humana fica com coloração alterada.

O capítulo também aborda noções da formação de sombras e da formação de imagens em espelhos. Ele não pretende entrar no campo da óptica geométrica, com o traçado de raios de luz a fim de determinar a exata posição e as características de imagens. A proposta do capítulo é abordar esses aspectos de forma empírica, partindo de observações para chegar às conclusões. Daí a importância da realização de todos os experimentos propostos.

### CAPÍTULO

# 6

## Óptica

KUPHANS/SHUTTERSTOCK



Você sabia que a tela de um tablet, celular, computador ou televisor emite apenas três cores diferentes? Então, como é possível que nele apareçam tantas cores diferentes? (A foto, na tela, é da cidade litorânea de Olinda, PE, 2020.)

106

Aproveite as perguntas formuladas na legenda da foto de abertura para sondar as concepções prévias dos estudantes. Em específico, verifique o que eles pensam a respeito da combinação de cores.

É bem possível que eles já tenham alguma experiência com mistura de tintas, mas não com combinação de luzes coloridas. Essa sondagem pode ajudá-lo nessa verificação e no trabalho com a distinção entre cores primárias de luz e cores primárias de corantes, nos itens 1 a 5 deste capítulo.

### De olho na BNCC!

Este capítulo estimula o desenvolvimento da **competência específica 3**, pois os temas trabalhados auxiliam os estudantes a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Investigar a cor de alguns objetos sob luz verde e sob luz vermelha.

Você vai precisar de:

- folhas de papel celofane de cores vermelha e verde
- folhas de papel *color set* de cores vermelha e verde
- duas lanternas
- tesoura de pontas arredondadas
- fita adesiva
- sala bem escura

### Procedimento

1. Recorte um pedaço quadrado (com cerca de 4 centímetros de lado) do papel *color set* vermelho. Recorte outro quadrado, de mesmo tamanho, do papel verde. Coloque-os sobre a mesa (figura A).

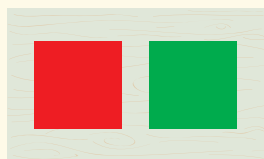


Figura A

2. Dobre várias vezes um pedaço de papel celofane vermelho até que ele fique com 8 vezes a espessura original. Prenda esse papel na frente de uma lanterna com fita adesiva. Use o celofane verde, também dobrado até ficar com 8 vezes a espessura original, para revestir a frente da outra lanterna (figura B). Agora, quando acesas, uma lanterna emite luz vermelha, e a outra, luz verde.

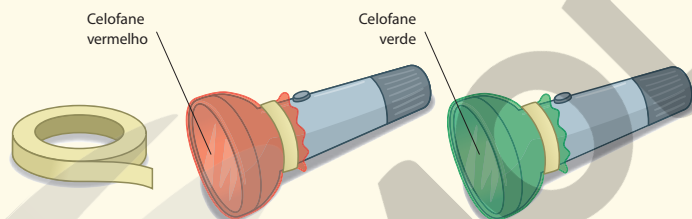


Figura B

3. Escureça totalmente a sala. Ilumine os dois papéis coloridos que estão na mesa apenas com a lanterna que emite luz vermelha. Observe a cor de cada papel sob essa condição de iluminação.
4. Repita a observação, utilizando apenas a lanterna que emite luz verde.
5. Repita a observação com ambas as lanternas ao mesmo tempo. Explique o que observou.

ILUSTRAÇÕES: RENALDO VIGNATI/  
ARQUIVO DA EDITORA

107

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para constatar que a cor da luz usada para iluminar objetos influencia a cor com que os vemos.
- Investigar a formação de imagens em espelhos planos.
- Investigar a formação de imagens em espelhos convexos e espelhos côncavos, usando uma colher limpa, polida e não riscada.

O primeiro conteúdo procedimental está vinculado à realização do experimento descrito na seção *Motivação* da abertura do capítulo e, também, ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI04** da BNCC neste capítulo.

Os dois outros conteúdos procedimentais listados estão associados aos experimentos das seções *Motivação* que antecedem os itens 8 e 9, no livro do estudante.

## De olho na BNCC!

Neste capítulo, há cinco propostas de experimentos nas seções *Motivação* que precedem os itens 1, 7, 8, 9 e 11. Essas propostas favorecem o desenvolvimento: da **competência geral 2**, pois incentivam a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar e testar hipóteses; e da **competência específica 2**, porque estimulam os estudantes a compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica e continuar aprendendo.

### • 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.”

A investigação proposta na seção *Motivação* da abertura do capítulo e os conhecimentos que serão adquiridos até o item 3 possibilitarão que, ao chegar ao item 4, os estudantes possam revisar sua explicação para o observado, reformulando-a ou complementando-a, se necessário.

Além disso, esses saberes permitirão que eles planejem e executem outros experimentos que comprovem que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina, desenvolvendo, portanto, parte da habilidade em questão.

Sobre essa habilidade, outros comentários serão feitos mais à frente, neste capítulo do Manual do professor.

## Item 1

A discussão sobre fenômenos luminosos teve início no 3º ano do Ensino Fundamental (EF03CI02: “Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na interseção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano).”). Aqui, a temática é retomada e aprofundada, a fim de que os estudantes ampliem o estudo desse ramo da Física.

## Conteúdos atitudinais sugeridos

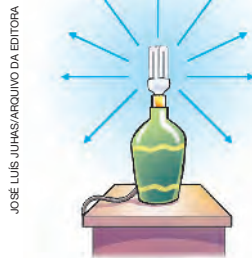
- Interessar-se por ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.
- Perceber que muitos princípios científicos estão presentes em nossa vida cotidiana, inclusive como aplicações tecnológicas.

Os diversos exemplos cotidianos que são apresentados neste capítulo contribuem para o desenvolvimento dessas atitudes, já comentadas neste volume do Manual do professor.

## Item 2

Ao trabalhar esse item, retome a esquematização da passagem da luz branca por um prisma de vidro, do item 4 do capítulo 3.

É importante atentar que, caso algum estudante tente fazer o experimento do Disco de Newton, pode não obter exatamente a cor branca. Isso porque as cores que irá usar – pintando com tintas, giz de cera ou canetas hidrográficas – não serão exatamente as cores do arco-íris (que não são sete e sim infinitas, pois vão desde o vermelho com comprimento de onda,  $\lambda$ , de 700 nm aproximadamente até o violeta com  $\lambda < 400$  nm). O que se obtém normalmente, em vez de branco, é um bege, cinza ou amarelado claros.



Representação esquemática dos raios de luz provenientes de uma lâmpada acesa.

JOSE LUIS JUHAS/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 1 Conceitos introdutórios à Óptica

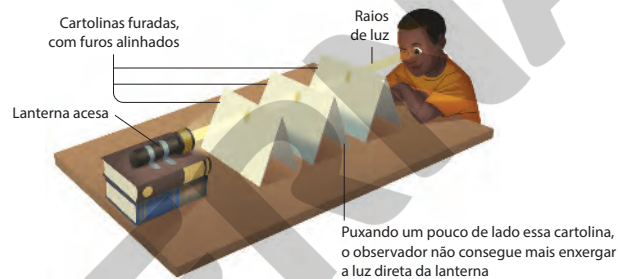
#### Raios de luz e fontes luminosas

A luz e as manifestações associadas a ela — tais como as sombras, as cores dos objetos e as imagens produzidas pelos espelhos e pelas lentes — são estudadas por uma área da Física denominada **Óptica**. Este capítulo é sobre esse tema.

O Sol, a chama de uma vela e uma lâmpada acesa são exemplos de **fontes luminosas**, ou seja, são corpos que emitem luz. As fontes luminosas são vistas quando a luz emitida por elas atinge os olhos de alguém.

Na figura estão representados os **raios de luz** emitidos por uma lâmpada acesa. Esses raios são emitidos em todas as direções, e é por isso que conseguimos ver uma mesma lâmpada acesa de qualquer lugar em que estejamos na sala.

Os raios de luz se propagam em **linha reta**, fato que pode ser demonstrado por meio de um experimento como o ilustrado a seguir.



Puxando um pouco de lado essa cartolina, o observador não consegue mais enxergar a luz direta da lanterna

RODRIGO ARRABVA/ARQUIVO DA EDITORA

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

#### Raios de luz e corpos iluminados

Na escuridão total não é possível enxergar objetos que não emitem luz, como um lápis, uma lâmpada apagada ou uma folha de papel. Só podemos vê-los se forem atingidos pelos raios de luz provenientes de uma fonte luminosa, ou seja, se eles estiverem iluminados.

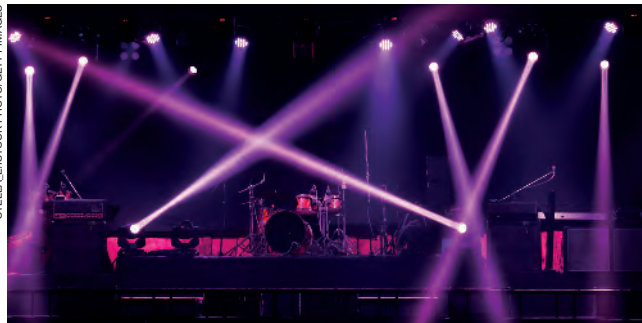
Quando os raios de luz de uma fonte luminosa atingem um objeto, iluminando-o, alguns desses raios podem ser refletidos. O objeto é enxergado porque esses raios refletidos chegam aos olhos de alguém, como ilustra o desenho.



RODRIGO ARRABVA/ARQUIVO DA EDITORA

## Independência dos raios de luz

Os raios de luz de uma fonte luminosa não interferem na propagação dos raios de outra fonte luminosa, ainda que o caminho de ambos se cruze. Isso é conhecido como **princípio da independência dos raios de luz**.



Os raios de luz de um dos holofotes que iluminam esse palco não interferem na propagação dos raios de luz dos outros holofotes, mesmo que se cruzem. (Na foto, palco com iluminação para festival de música, Tailândia, 2021.)

## 2 As componentes da luz branca

O experimento do início do capítulo tem um resultado muito interessante e, para que você consiga explicá-lo, é necessário, antes de mais nada, investigar a **luz branca**.

Em 1666, o cientista inglês Isaac Newton verificou que a luz branca proveniente do Sol é, na realidade, composta de luzes de várias cores. Isso pode ser percebido quando a luz branca passa por um prisma de vidro. Nessas condições ocorre a decomposição da luz branca nas várias cores que formam o arco-íris (item 4 do capítulo 3).

Embora popularmente se diga que o arco-íris tem sete cores — vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta —, na realidade ele tem inúmeras cores distintas, que incluem muitos tons de vermelho, de alaranjado, de amarelo, de verde, de azul (incluindo o que costuma ser chamado de anil) e de violeta.

Quando todas essas cores atingem simultaneamente o olho humano, elas provocam a **sensação visual da luz branca**. (A sensação visual é, de fato, interpretada pelo cérebro.) Para demonstrar isso, Newton pintou um disco com as cores do arco-íris e o colocou em rotação rápida. Nesse experimento, que ficou conhecido como **Disco de Newton**, o disco é visto com a cor branca, resultado da “mistura” das cores do arco-íris.

Muito tempo se passou desde que Newton fez seus experimentos com a luz. Atualmente, os cientistas sabem muito mais a respeito das cores e de como o olho humano as enxerga do que se sabia naquela época. Vamos, a seguir, dar algumas noções sobre as **cores primárias de luz** e também sobre as **cores primárias de corantes**.

### ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

O artigo “Interrogando as teorias sobre o arco-íris”, escrito pela pesquisadora Priscila Faulhaber, do Museu Paraense Emílio Goeldi, apresenta diversas **concepções etnocientíficas** sobre o arco-íris.

Busque o artigo na internet, leia as concepções de povos indígenas latino-americanos nele apresentadas, selecione o trecho sobre isso que mais lhe chamar a atenção e prepare-se para expô-lo aos colegas e comentá-lo, em uma roda de conversa mediada pelo professor.

Também para essa exposição, desenvolva argumentos favoráveis à valorização, à pesquisa e à preservação dessas concepções alternativas sobre fenômenos naturais.



Gotículas de água presentes na atmosfera atuam como pequenos prismas e decompõem a luz, originando o arco-íris. (Na foto, arco-íris fotografado em Foz do Iguaçu, PR, 2018.)

## Etnociência

O boxe *Tema para pesquisa* proporciona uma situação de inclusão de temas relacionados à **etnociência**, a fim de que os estudantes valorizem os saberes de diferentes povos sobre a natureza e seus fenômenos.

Saliente que, conforme solicitado no boxe, o foco da atividade não são as teorias científicas presentes no artigo, mas os saberes de povos indígenas acerca do arco-íris.

Promova uma roda de conversa para que cada estudante possa compartilhar com os demais as informações que mais chamaram sua atenção. Durante esse diálogo, insista sempre na atenção e no respeito entre todos.

Aproveite a atividade para ressaltar a importância de conhecer, divulgar e preservar a cultura dos povos indígenas e dos povos antigos, incluindo suas visões sobre o mundo natural (saberes etnocientíficos).

## De olho na BNCC!

A atividade do boxe *Tema para pesquisa* contribui para: valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências (**competência geral 6**); exercitar a empatia, o diálogo 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 (**competência geral 9**); e compreender o conhecimento científico como cultural e histórico (**competência específica 1**).

## Itens 3 e 4

Aqui, trabalhe com os estudantes as cores primárias de luz, conforme está no livro do estudante. Para tornar a abordagem mais atraente, projete em sala (se possível) o simulador disponível em: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Light-and-Color/RGB-Color-Addition/RGB-Color-Addition-Interactive>. Acesso em: 28 jul. 2022.

Usando o *mouse*, arraste os discos luminosos do simulador (que inicialmente não se tocam), sobrepondo-os para mostrar a composição das luzes e compreender que a luz branca é a sobreposição das três cores RGB (*red*, vermelho; *green*, verde; e *blue*, azul).

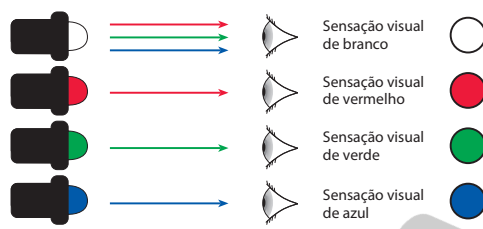
Depois, explore os controles de intensidade das luzes, a fim de compor outras cores nas quais a contribuição do vermelho, do verde e do azul seja apenas parcial. Comente com os estudantes situações que utilizam o mesmo conceito, como a iluminação em um palco ou a luz emitida por televisores, telas de celular e *tablet* e monitores de computador.

Recomendamos o uso desse simulador em aula porque ele possibilita também reproduzir o experimento das fotos A, B, C e D do item 4. Para fazer isso, clique no ícone da máquina fotográfica (no canto inferior direito do quadro do simulador), clique no botão *choose file* (escolher arquivo) e escolha uma foto que esteja em seu computador (teste antes da aula para escolher uma imagem adequada). Feita a escolha, a foto será carregada no simulador, e ele a apresentará em três versões: somente em luz vermelha, somente em luz verde e somente em luz azul.

Saliente que, em cada uma das três diferentes versões exibidas, as áreas que aparecem em preto são aquelas que não contêm contribuição daquela cor primária de luz.

### 3 Cores primárias de luz

Para se ter a sensação visual de branco, não é necessário que todas as cores do arco-íris atinjam nossos olhos. Se luzes de cores vermelha, azul e verde os atingirem simultaneamente, isso já será suficiente para causar a sensação visual de luz branca.



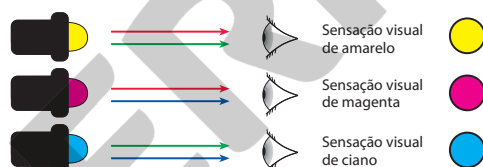
A sensação visual de branco pode ser causada pela incidência simultânea das luzes vermelha, verde e azul. (Representação esquemática.)

**Use a internet**


Explore luzes coloridas com o simulador: [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html). Acesso em: 9 jun. 2022.

A sensação visual de amarelo, magenta ou ciano pode ser causada pela combinação de luzes de duas cores. (Representação esquemática.)

Essas “misturas” feitas com as luzes vermelha, azul e verde podem ser resumidas como mostra o esquema. Variando a intensidade dessas três cores, é possível conseguir as muitas outras cores a que estamos acostumados. As cores vermelha, verde e azul são chamadas **cores primárias de luz**.




luz vermelha + luz verde = sensação visual de amarelo  
luz vermelha + luz azul = sensação visual de magenta  
luz verde + luz azul = sensação visual de ciano



As cores primárias de luz são vermelha, verde e azul.

Fonte dos esquemas: Elaborados a partir de GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena*; a conceptual introduction to Physics. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 337, 338.



Nesses desenhos esquemáticos você percebe que a roupa branca do palhaço “muda” de cor conforme variam as condições de iluminação. Também pode ver que as três cores primárias juntas compõem a luz branca.

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

ILUSTRAÇÕES: ADILSON BECCOY ARQUIVO DA EDITORA

### Use a internet

Para os estudantes, sugerimos no box *Use a internet* um outro simulador, este em português. Oriente-os a escolher a opção *lâmpadas RGB* e a utilizar os controles para as lâmpadas vermelha, verde e azul a fim de observar, no balão de pensamento em cima do personagem, qual é a cor que o cérebro humano interpreta ao receber diferentes intensidades relativas de cada cor primária de luz.



## Teve em cores e monitores de computador

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Na tela de uma televisão em cores ou de um monitor de computador, consegue-se produzir grande quantidade de cores diferentes empregando-se apenas as três cores primárias de luz: vermelha, verde e azul. Essa tela é constituída por grande quantidade de pequenos filetes dessas três cores, intercalados. O aparelho funciona de modo que esses filetes emitam luz com maior ou menor intensidade e, dessa forma, compõem as várias cores que podemos ver na tela.

Numa região em que os filetes das três cores estão totalmente acesos, vemos branco. Onde todos estão apagados, tem-se o preto. Se apenas os filetes vermelhos e verdes estiverem igualmente acesos, tem-se a sensação visual de amarelo. E assim por diante.

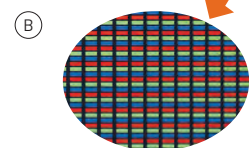
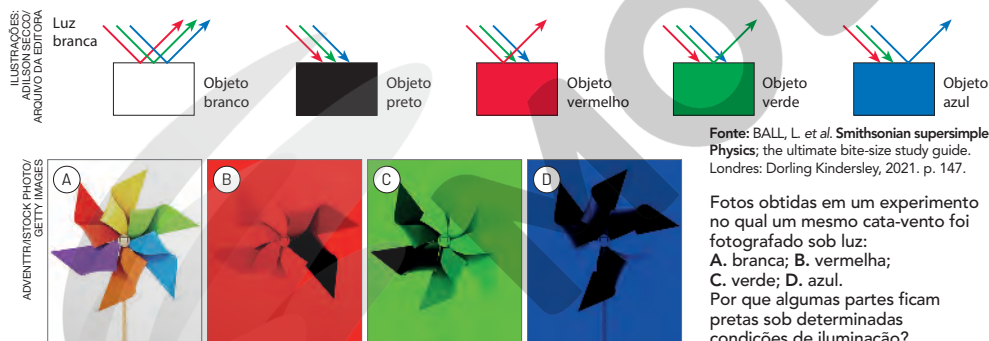
Examine bem de perto a tela de uma *teve* colorida ou de um monitor de computador em funcionamento e você perceberá as pequenas estruturas com as cores primárias. **(NÃO fique olhando para a tela de perto por muito tempo para não prejudicar sua visão.)**

## 4 Cores primárias de luz e visão

### A cor dos objetos

Quando a luz branca do Sol atinge um objeto branco, todas as componentes coloridas são refletidas, chegam aos olhos da pessoa e, portanto, o objeto é visto como branco. Porém, se um objeto **refletir apenas uma das cores ou apenas algumas das cores presentes na luz branca, ele será visto com a cor que reflete ou com a cor resultante da mistura das cores que reflete.** Um objeto parecerá vermelho se refletir apenas a luz vermelha. Parecerá azul se refletir apenas o azul. E assim por diante. Um objeto será visualizado como preto se absorver todas as componentes coloridas da luz branca.

Imagine que vários objetos — branco, preto, vermelho, verde e azul — sejam iluminados com uma luz branca formada pelas três cores primárias de luz: vermelha, verde e azul. Cada um deles será visto com a sua respectiva cor devido às componentes que reflete. O esquema mostra exatamente isso.



- A. Em um monitor de computador, as diversas colorações são obtidas por meio da combinação das cores primárias de luz.
- B. Detalhe muito ampliado dos elementos coloridos presentes na tela.

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Reavaliem a explicação dada para os resultados do experimento da abertura deste capítulo.

Planejem e executem dois ou mais outros experimentos que comprovem que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina.

## De olho na BNCC!

### • 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.”

A atividade proposta no *Trabalho em equipe* do item 4 propicia o desenvolvimento dessa habilidade, que depende do arcabouço conceitual adquirido até este ponto do capítulo.

Quanto a demonstrar que as três cores primárias de luz podem constituir as diversas cores, os simuladores anteriormente sugeridos (para uso em aula, pelo professor, e para uso pelos estudantes, no *boxe Use a internet*) são enfaticamente recomendados para o pleno desenvolvimento da habilidade.

Outra atividade (que pode ser implementada em parceria com Arte e/ou Informática) requer qualquer aplicativo (programa) para computador, *tablet* ou celular que sirva para manipulação de fotos ou para desenho. Nesses programas, há *controles RGB* (*red, green, blue*; vermelho, verde e azul) por meio dos quais podemos especificar **quanto de cada luz primária** desejamos (em uma escala de 0 a 255 ou de 0 a 100%, dependendo do aplicativo) e observar na tela a cor da luz resultante.

Essa proposta, as dos *boxes Use a internet* dos itens 3 e 9 e a da seção *Seu aprendizado não termina aqui* (ao final do capítulo) oferecem oportunidades para compreender e utilizar 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 e produzir conhecimentos. Assim, favorecem o desenvolvimento da **competência geral 5**.

## TCT Ciência e Tecnologia

Pertencente à macroárea de mesmo nome, o TCT **Ciência e Tecnologia** está vinculado aos temas trabalhados nas seguintes partes deste capítulo: subitem *Teve em cores e monitores de computador*, do item 3; textos *Em destaque* “A impressão de um livro colorido”, no item 5, e “Fibras ópticas”, no item 8; e os itens 9 e 10.

## Atividades

Após o item 4, o momento é adequado para os estudantes fazerem os exercícios 1 a 4 do *Use o que aprendeu* e a atividade 1 do *Explore diferentes linguagens*.

### Item 5

Ao trabalhar esse item, o ponto essencial é diferenciar cores primárias de corantes de cores primárias de luz. Os corantes absorvem determinadas cores específicas de luz e refletem outras, sendo esse o princípio que possibilita realizar a composição de diversas cores e tonalidades a partir dos corantes ciano, magenta e amarelo.

Para tornar a explicação mais atrativa e propiciar uma aprendizagem significativa, sugerimos utilizar (se possível, projetando durante a aula) o **simulador de cores CMYK** disponível em: [https://www.w3schools.com/colors/colors\\_cmyk.asp](https://www.w3schools.com/colors/colors_cmyk.asp). Acesso em: 28 jul. 2022.

No **sistema CMYK** de cores (*cyan/magenta/yellow/key*), as cores são compostas usando ciano (*cyan*), magenta, amarelo (*yellow*) e preto (designado por *key*, chave). O uso dessas cores em impressão está comentado no livro do estudante, no *Em destaque* “A impressão de um livro colorido”.

O simulador sugerido mostra a cor resultante (no quadro colorido da parte superior do simulador) que seria impressa ao utilizar a porcentagem de cada uma das quatro cores primárias de corantes indicadas por meio dos controles deslizantes do simulador que ficam abaixo do quadro colorido. Alguns exemplos interessantes de composição de cor que você pode mostrar são:

- vermelho – C: 0%, M: 100%, Y: 100% e K: 0%;
- azul – C: 100%, M: 100%, Y: 0% e K: 0%;
- verde – C: 100%, M: 0%, Y: 100% e K: 30%;
- bege – C: 0%, M: 10%, Y: 20% e K: 5%;



No interior do olho humano há células especializadas para captar as cores primárias de luz. Essas células são denominadas cones.

## A visão em cores

Dentro dos nossos olhos há células especializadas que captam a luz e enviam estímulos ao cérebro, que os interpreta, compondo as imagens e as cores dos objetos que vemos. Há dois tipos básicos dessas células: os **bastonetes** e os **cones**.

Os **bastonetes** não são capazes de distinguir cores, apenas a **claridade**. São células muito sensíveis e conseguem captar até mesmo pequenas quantidades de luz. São os bastonetes que nos permitem enxergar em locais pouco iluminados. Mas isso é feito sem distinguir direito as cores dos objetos.

Os **cones**, por outro lado, funcionam quando há claridade mais intensa. Existem três variedades dessas células: cones **sensíveis à luz vermelha**, cones **sensíveis à luz verde** e cones **sensíveis à luz azul**. Cada uma dessas variedades de cones consegue captar um tipo de cor primária de luz. É por isso que, com apenas essas três cores, é possível compor todas as outras cores que podemos perceber.

## Daltonismo

Há pessoas que não possuem uma, ou mais, das três variedades de cones. Se nenhum dos três tipos estiver presente, a pessoa enxergará tudo em preto e branco. Mas se apenas os cones que captam uma ou duas das cores primárias estiverem faltando, então a pessoa enxergará cores, porém confundirá algumas delas.

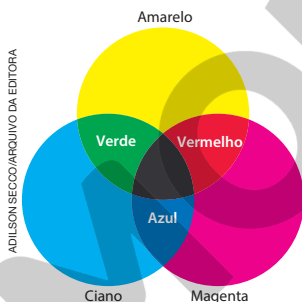
Os casos mais frequentes de **cegueira às cores** ocorrem por falta dos cones que captam o vermelho ou dos que captam o verde. Tais distúrbios são conhecidos como **daltonismo**. Os indivíduos daltônicos não conseguem distinguir o verde do vermelho e vice-versa.

## 5 Cores primárias de corantes

Na infância é comum as crianças misturarem tintas e perceberem que, dessas misturas, resultam novas cores. Quando várias tintas de cores diferentes são misturadas, por exemplo, vermelha, azul e verde, obtém-se um marrom-escuro. Algumas páginas atrás, quando leu que a mistura das cores vermelha, azul e verde produz o branco, você pode ter ficado surpreso. Acontece que **estávamos discutindo luzes, não corantes**. Diversas cores de luzes provenientes de fontes luminosas, como uma tevê em cores ligada, podem ser produzidas a partir de três cores primárias de luzes: vermelha, verde e azul.

Quando, entretanto, falamos em cor de corantes, a coisa é um pouco diferente. As **cores primárias de corantes** são o magenta, o ciano e o amarelo.

corante magenta + corante amarelo = sensação visual de vermelho  
corante amarelo + corante ciano = sensação visual de verde  
corante magenta + corante ciano = sensação visual de azul



As cores primárias de corantes são magenta, ciano e amarelo.

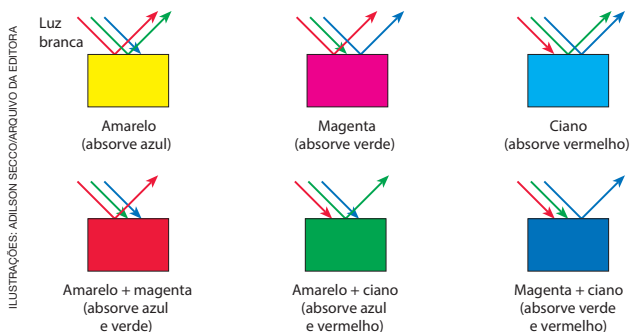
Fonte: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena*; a conceptual introduction to Physics. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 338.

- marrom – C: 0%, M: 100%, Y: 100% e K: 50%;
- roxo – C: 30%, M: 100%, Y: 0% e K: 0%;
- lilás – C: 10%, M: 25%, Y: 0% e K: 0%;
- laranja – C: 0%, M: 50%, Y: 100% e K: 0%;
- verde-musgo – C: 15%, M: 0%, Y: 70% e K: 50%;
- azul-escuro – C: 100%, M: 70%, Y: 0% e K: 50%;
- verde-limão – C: 25%, M: 0%, Y: 100% e K: 0%.

Cada uma dessas sugestões pode ser variada para outros matizes deslocando um pouco os controles para valores próximos dos sugeridos. Depois de mostrar o funcionamento e esses exemplos de composição de cores, se julgar conveniente, deixe que os estudantes mexam no simulador, propondo que descubram a composição de algumas cores sugeridas por você.

Observando o esquema de misturas de corantes, você percebe que, nessas misturas, foram obtidas as três cores primárias de luz. Como se explica isso?

Cada corante — amarelo, magenta e ciano — absorve uma determinada cor primária de luz, conforme o esquema mostra. Assim, a mistura de dois desses corantes absorve duas das cores primárias de luz e apenas uma é refletida.



Cada cor primária de corante, ao ser iluminada com as três cores primárias de luz (que formam a luz branca), absorve uma delas e reflete as outras duas.

Fonte: Elaborado a partir de BLOOMFIELD, L. A. *How things work: the Physics of everyday life*. 6. ed. Hoboken: John Wiley, 2016. p. 364-365.

Misturando os corantes magenta, amarelo e ciano, em proporções variadas, pode-se obter uma infinidade de outras cores. Esse é o princípio usado na impressão colorida em papel.

#### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- cores primárias de luz
- daltonismo
- cores primárias de corantes

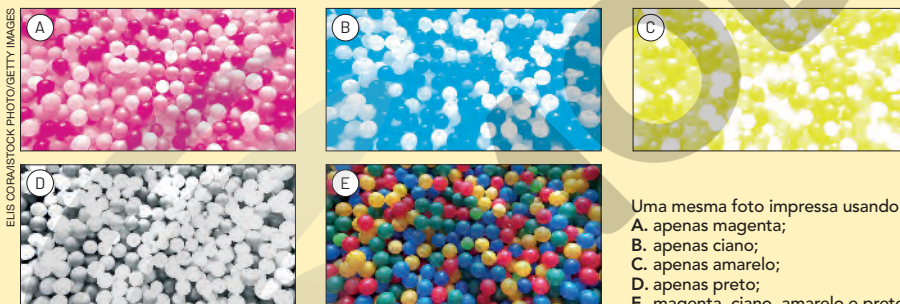
### EM DESTAQUE

#### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

### A impressão de um livro colorido

Para imprimir um livro colorido, como este que você está lendo agora, são usadas quatro chapas. Três delas imprimem com tintas das cores primárias de corantes: **magenta**, **ciano** e

**amarelo**. A quarta chapa imprime o **preto**, que é usado para a maior parte dos textos e também para garantir os tons mais escuros em fotos e ilustrações.



Uma mesma foto impressa usando:  
 A. apenas magenta;  
 B. apenas ciano;  
 C. apenas amarelo;  
 D. apenas preto;  
 E. magenta, ciano, amarelo e preto.

Elaborado com dados obtidos de: BLOOMFIELD, L. A. *How things work: the Physics of everyday life*. 6. ed. Hoboken: John Wiley, 2016.

Na atividade, as equipes devem manipular digitalmente a foto para eliminar dela uma, duas ou três das quatro cores usadas na composição (magenta, ciano, amarelo e preto), salvando as várias versões obtidas em diferentes arquivos.

Os resultados são similares aos que estão nas fotos da seção *Em destaque* "A impressão de um livro colorido". Contudo, diversas outras variações interessantes podem ser obtidas mantendo duas ou três das cores primárias. Por exemplo: mantendo apenas magenta e amarelo, obtemos os tons de vermelho; mantendo apenas ciano e amarelo, obtemos os tons de verde.

As fotos salvas podem ser postadas nos *blogs* de Ciências das equipes, para que todos os estudantes vejam como ficaram. Evite imprimir para não consumir papel e tinta desnecessariamente.

Se não for possível a realização dessa atividade na escola, fica valendo a sugestão feita aos estudantes na seção *Seu aprendizado não termina aqui*, ao final do capítulo.

#### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **cores primárias de luz** Conjunto de cores de luzes (vermelha, verde, azul) com as quais é possível reproduzir a sensação visual das demais cores.
- **daltonismo** Distúrbio visual que impede que o indivíduo realize, parcial ou totalmente, a diferenciação de cores.
- **cores primárias de corantes** Conjunto de cores de corantes (ciano, magenta, amarelo) com as quais é possível reproduzir a sensação visual causada pelas demais cores.

#### Atividades

Após o texto *Em destaque* "A impressão de um livro colorido", proponha os exercícios 5 a 7 do *Use o que aprendeu* e as atividades 2 a 4 do *Explore diferentes linguagens*.

### Interdisciplinaridade

Em adição à sugestão apresentada anteriormente, ao comentar o desenvolvimento da habilidade EF09CI04, há outra possibilidade que pode ser implementada, em parceria com Arte e/ou Informática.

A atividade requer um programa para manipulação de fotos e um professor de Ciências, Arte ou Informática familiarizado com ele. Os estudantes devem ser divididos em grupos, e cada grupo deve trabalhar em um computador com o programa.

Deve-se fornecer a cada equipe uma foto digital no sistema CMYK (*cyan/magenta/yellow/key*) e não RGB (*red/green/blue*), a fim de estar em harmonia com o resultado final pretendido. De modo equivalente, os estudantes podem escolher a foto que desejarem, e o professor explica como convertê-la de RGB para CMYK. Isso varia de um aplicativo para outro, mas geralmente aparece no menu como algo do tipo: imagem → converter → CMYK ou imagem → modo → CMYK.

## Aprofundamento ao professor

A explicação da iridescência nas bolhas de sabão é a **interferência destrutiva** das ondas refletidas pelas superfícies superior e inferior do filme (película) de água com sabão, defasadas em seu trajeto por causa da espessura da camada.

O fenômeno subtrai da luz refletida um ou mais comprimentos de onda, dependendo da espessura da camada.

A subtração de vermelho resulta **ciano**, a subtração de verde resulta **magenta** e a subtração de azul resulta **amarelo**.

Sobre a formação das bolhas de sabão e a iridescência que nelas é observada, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “Como se formam as bolhas de sabão?” e “Por que as bolhas de sabão são coloridas?”.

### Item 6

Explique os fenômenos de reflexão regular, reflexão difusa, refração e absorção utilizando os esquemas do livro do estudante. Ressalte que a absorção já foi comentada, anteriormente, ao falar das cores primárias de corantes.

O terceiro esquema (da esquerda para a direita) do item 6 está representando a refração regular em uma superfície plana.

Explique que, em uma superfície irregular, por exemplo a da água de uma piscina quando está ventando, pode haver refração difusa.

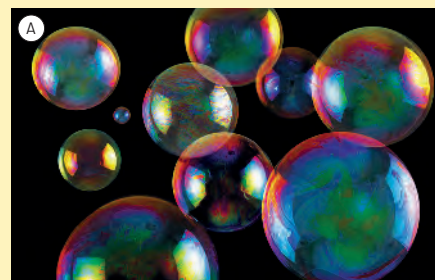
## EM DESTAQUE

### A cor das bolhas de sabão

Quando a luz branca incide em uma finíssima camada de material transparente, sendo simultaneamente refletida pelas superfícies superior e inferior dessa camada, verifica-se que a luz refletida pode ser colorida (se a camada for suficientemente fina). Esse acontecimento pode ser chamado de **iridescência**, e a cor da luz refletida depende da espessura da camada.

A iridescência pode ser observada nas bolhas de sabão, nas quais podemos ver diferentes cores, especialmente o magenta, o ciano e o amarelo. Quando a luz solar ilumina uma fina camada de óleo sobre o chão escuro molhado, também é possível observar cores produzidas pela iridescência. Alguns seres vivos, tais como os pavões e alguns peixes e borboletas, têm estruturas na parte externa do corpo (penas, películas etc.) que, por iridescência, são responsáveis por suas colorações.

A iridescência produz as cores que vemos nas bolhas de sabão (A) e em alguns seres vivos, por exemplo, nas asas da *Morpho menelaus*, borboleta da foto (B). (Mindo, Equador, 2019).

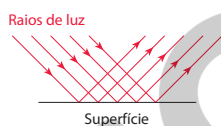


envergadura: até 15 cm

Elaborado com dados obtidos de: GIAMBATTISTA, A. Physics. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

## 6 Reflexão, refração e absorção

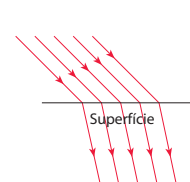
Quando os raios de luz atingem uma superfície, eles participam de três ocorrências, **reflexão**, **refração** e **absorção**, que podem ocorrer simultaneamente, dependendo do material e da superfície. A reflexão pode ser regular ou difusa.



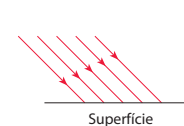
**Reflexão regular** — ocorre nas superfícies muito lisas, como, por exemplo, espelhos, superfície de água parada, vidros. Esse acontecimento permite que vejamos, com nitidez, imagens refletidas nessas superfícies.



**Reflexão difusa** — ocorre nas superfícies não totalmente lisas, como paredes, pele, papel comum etc. Esse tipo de reflexão não permite ver imagens refletidas, mas é o responsável por enxergarmos os objetos iluminados.



**Refração** — é uma mudança na direção dos raios de luz que ocorre quando a luz, incidindo de modo não perpendicular a uma superfície, passa de um material transparente para outro material também transparente, por exemplo, quando ela passa do ar para a água.



**Absorção** — nesse acontecimento, os raios de luz deixam de existir, ou seja, não são refletidos nem refratados. Como visto neste capítulo, a absorção possibilita explicar a cor dos objetos iluminados.

Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. University Physics. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 1108.

## ATIVIDADE

A-Z

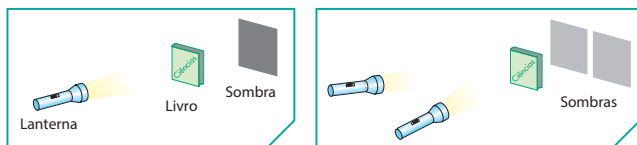
### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- reflexão da luz
- refração da luz
- absorção da luz

## Motivação

Com uma lanterna acesa, em uma sala escura, você consegue projetar na parede a sombra de um livro. Com duas lanternas acesas, corretamente posicionadas, é possível projetar duas sombras desse mesmo livro.



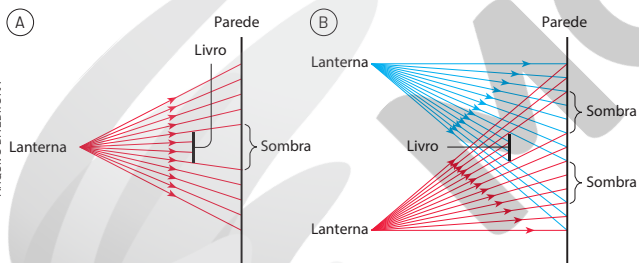
Neste capítulo, vimos que a luz se propaga em **linha reta** e que esse fato pode ser representado por meio de **raios de luz**. Usando o conceito de raio de luz, como podemos explicar a formação das sombras?

## Desenvolvimento do tema

### 7 A formação das sombras

Nos experimentos, os raios de luz provenientes da lanterna acesa se propagam em linha reta. Alguns deles atingem a parede e, por reflexão difusa, espalham-se na sala em todas as direções. De qualquer ponto da sala conseguimos ver a parede iluminada, porque os raios refletidos chegam aos nossos olhos.

Outros raios de luz vindos da lanterna atingem o livro e são refletidos difusamente por ele, sendo impedidos de chegar à parede. Na região da parede que não recebe luz direta da lanterna, tem-se a **sombra** do livro. Usando duas lanternas acesas, serão projetadas duas sombras do livro.



- A. Uma lanterna projeta uma sombra do livro na parede.  
B. Duas lanternas projetam duas sombras do livro.  
(Representações esquemáticas. As linhas vermelhas e azuis representam raios de luz provenientes das lanternas.)

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **reflexão da luz** Retorno dos raios de luz (geralmente em outra direção) após incidirem sobre uma superfície.
- **refração da luz** Fenômeno em que raios de luz têm sua direção alterada ao passar de um meio para outro, quando incidem não perpendicularmente à superfície que separa esses meios.
- **absorção da luz** Fenômeno em que os raios de luz, ao atingir um material, deixam de existir.

## Motivação

Se for possível escurecer a sala, reproduza a situação ilustrada no livro e estimule os estudantes a responder à questão proposta.

Esse tipo de atividade permite que os estudantes desenvolvam a capacidade de inferir e de argumentar em textos orais.

## Item 7

Desenvolva esse item a partir da seção *Motivação* que o antecede. Enfatize que a formação de sombras é uma decorrência da **propagação retilínea** da luz.

## Subitem Sombra e penumbra

Caso tenha realizado a demonstração sugerida na seção *Motivação* que antecede o item 7, escureça novamente a sala e reproduza a situação ilustrada para mostrar a diferença de “claridade” entre sombra e penumbra.

### Motivação

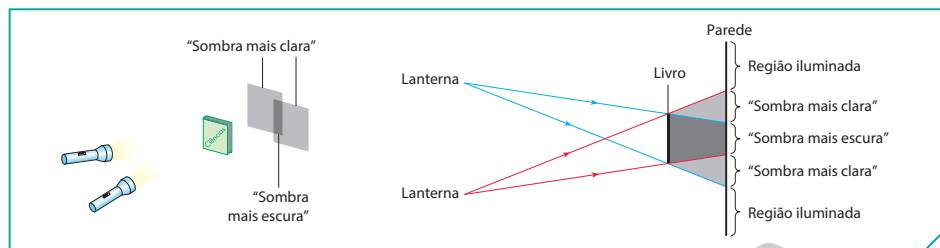
As questões propostas no item 2 do procedimento da seção *Motivação* que antecede o item 8 também estimulam os estudantes a desenvolver a capacidade de argumentar em textos orais.

Durante o compartilhamento das conclusões, questione as ideias apresentadas, de forma que os estudantes usem argumentos plausíveis para justificar suas respostas.

Para auxiliá-los na organização de ideias para a construção de argumentações, pode ser útil ao docente o texto do item *Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar*, na parte inicial deste Manual do professor.

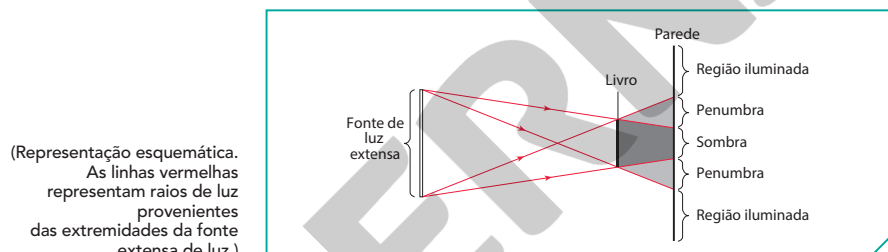
## Sombra e penumbra

Dependendo da posição das duas lanternas, pode haver sobreposição de parte das sombras. A parte sobreposta é uma “sombra mais escura”, e a parte não sobreposta é uma “sombra mais clara”.



(Representações esquemáticas. As linhas azuis e vermelhas representam raios de luz provenientes das lanternas.)

Se, em vez das duas lanternas do esquema, for utilizada uma fonte de luz extensa – uma lâmpada fluorescente em forma de tubo, por exemplo –, será projetada na parede uma grande “sombra”, que tem uma região mais escura e outra mais clara. Nesse caso, os cientistas chamam a parte mais escura de **sombra**, e a parte mais clara de **penumbra**, como mostra o esquema.



(Representação esquemática. As linhas vermelhas representam raios de luz provenientes das extremidades da fonte extensa de luz.)

### Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

#### Objetivo

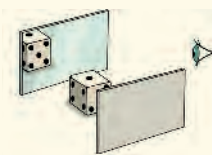
▶ Investigar imagens formadas em espelhos planos.

Você vai precisar de:

- um dado
  - uma mesa
  - dois espelhos planos pequenos
- (Manuseie-os com cuidado, pois podem se quebrar e você pode se cortar.)

#### Procedimento

1. Segure os espelhos sobre a mesa, a cerca de 10 centímetros de distância, com as faces voltadas uma para a outra, de modo que o dado fique posicionado entre os espelhos, como mostra a figura.
2. Observe as imagens produzidas em ambos os espelhos. Quais faces do dado são visíveis em cada espelho? Que conclusões você pode tirar disso?



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

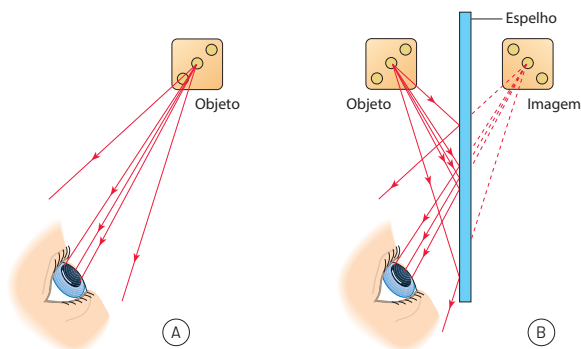
### 8 Imagens em espelhos planos

Por que um espelho permite que vejamos a imagem dos objetos? A explicação está ligada à **reflexão regular da luz**, que acontece em superfícies muito lisas e polidas, tais como um espelho, uma bandeja de prata ou de aço inoxidável, um vidro de janela ou a superfície de água parada.

Quando os raios de luz sofrem reflexão regular num espelho plano e atingem os nossos olhos, não conseguimos perceber que esses raios foram refletidos na superfície. Temos a impressão de que eles vieram de dentro do espelho, exatamente da posição em que vemos a imagem. O esquema irá ajudá-lo a entender isso melhor.



Ver imagens em espelhos planos faz parte do cotidiano.



- A. O olho vê um objeto por causa dos raios de luz que provêm dele (por reflexão difusa da luz ambiente).
- B. O olho vê a imagem de um objeto no espelho porque os raios de luz que provêm do objeto sofrem reflexão regular no espelho.

(Representações esquemáticas fora de proporção. As linhas vermelhas contínuas indicam raios de luz e as linhas vermelhas tracejadas, o prolongamento dos raios refletidos no espelho.)

Fonte: SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers; with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 926.



Na superfície calma da água parada pode ocorrer a reflexão regular da luz e a formação de imagens. (Será que a foto não está de cabeça para baixo?) (Botucatu, SP, 2021.)

### Item 8

Aproveite as observações realizadas na seção *Motivação* que antecede o item 8 para iniciar a sua abordagem. Retome o que é a reflexão regular da luz e explique que um espelho plano é geralmente constituído de uma placa de vidro em cujo verso foi aplicada uma camada de prata. Esta, sendo uma superfície metálica muito lisa, propicia a reflexão regular da luz.

Aproveite o esquema que mostra a reflexão do dado para já introduzir o conceito de reversão da imagem, salientando aos estudantes o que ocorre com a imagem da face do dado em que há a indicação de três.

Utilize a foto da superfície calma da água parada para explicar que a visualização de imagens nela se deve ao mesmo fenômeno, a reflexão regular da luz. Evoque lembranças de que, quando a água está agitada pelo vento, a visualização das imagens é prejudicada. Explique que, nesse caso, a irregularidade da superfície não favorece a reflexão regular da luz.

Analise com os estudantes as fotos A e B do cão, estimulando-os a encontrar evidências da reversão da imagem. Estimule os estudantes a, em casa, posicionar objetos diversos na frente de um espelho plano e observar a imagem revertida.

Finalizando, analise em sala o texto *Em destaque* "Fibras ópticas", destacando o avanço tecnológico que elas representam na transmissão de informações a longas distâncias, com vantagem em relação aos cabos de metal.

## Atividades

Após a análise das fotos do cachorro, no item 8, é oportuno sugerir aos estudantes que trabalhem as atividades 5 a 10 do *Explore diferentes linguagens*.

## De olho na BNCC!

O texto “Fibras ópticas” auxilia no desenvolvimento da **competência específica 4**, pois possibilita aos estudantes avaliar aplicações e implicações culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

## Motivação

Com a correta realização do que está proposto na seção *Motivação* que antecede o item 9, os estudantes poderão constatar, nos itens do procedimento, que:

1. A imagem do rosto é **menor** do que ele e **direita**.
2. A imagem do rosto é **menor** do que ele e **invertida**.
3. A imagem não é visualizada com nitidez.
4. A imagem do clipe é **maior** do que ele e **direita**.

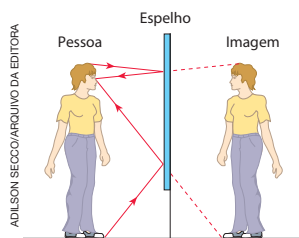
## Itens 9 e 10

Nesses dois itens, para ilustrar as imagens em espelhos convexos e côncavos, além de aproveitar os resultados do experimento da seção *Motivação* que antecede o item 9, leve à sala de aula um espelho de cada tipo, por exemplo, uma bola espelhada de Natal (convexa) e um espelho de maquiagem que amplia o rosto (côncavo). Posicione-os sobre a mesa, um ao lado do outro. Apoie a bola de Natal em um suporte (um copo, por exemplo) e alerte os estudantes para que **não a toquem**, pois é feita de vidro fino, pode se quebrar e provocar cortes. Convide os estudantes, um a um, a se aproximar e a observar seu próprio reflexo nas duas superfícies, registrando suas observações.

## Reversão de imagens

Quando nos olhamos num espelho, conseguimos ver uma imagem do nosso corpo porque os raios de luz que são refletidos (reflexão difusa) por nosso corpo chegam até a superfície do espelho, sofrem reflexão regular e chegam aos nossos olhos. O esquema ilustra esse acontecimento.

Você já percebeu que, quando olhamos no espelho, parece que as partes direita e esquerda de nosso corpo foram “troçadas” de lugar? E isso vale não apenas para o nosso corpo, mas para qualquer objeto refletido no espelho. Em linguagem científica, dizemos que o espelho provoca a **reversão das imagens**, ou seja, ele “troca” a direita e a esquerda de lugar. Observe as duas fotos e note a reversão.



Fonte: SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021. p. 169.

(A)



(B)



- A. Um cão *bull terrier*, tal como o vemos.
- B. O mesmo cão, tal como ele seria visto num espelho plano. Compare a área ao redor dos olhos em ambas as fotos e comprove a reversão da imagem provocada pelo espelho. Tente encontrar outras evidências da reversão nestas fotos.

## EM DESTAQUE

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

## Fibras ópticas

Se a luz se propaga em linha reta, então como ela pode passar por dentro de uma fibra óptica toda enrolada e sair do outro lado?

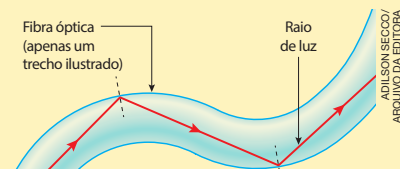
As fibras ópticas são fios finos de um vidro dotado de certa flexibilidade. O raio de luz que entra por uma das extremidades propaga-se em linha reta e, a cada vez que atinge a superfície lateral da fibra, é refletido de volta para o seu interior. Dessa forma, sofrendo reflexões sucessivas, o raio atinge a outra extremidade e sai por ela.

Uma das aplicações mais importantes das fibras ópticas é em redes de comunicação. Trafegando pelas fibras, a luz transmite informações, como uma corrente elétrica transmite informações em um cabo telefônico metálico. Fibras ópticas também são usadas em instrumentos que, introduzidos nos pacientes, permitem aos médicos visualizarem partes internas do organismo, o que é útil em diagnósticos e cirurgias.

Elaborado com dados obtidos de: KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.



Fibras ópticas.



Fonte do esquema: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 1115.



## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

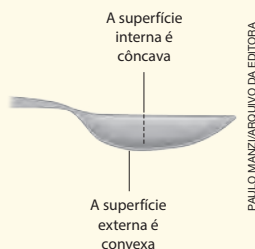
- ▶ Investigar a formação de imagens em espelho côncavo e em espelho convexo.

Você vai precisar de:

- clipe para papel
- uma colher de metal limpa, polida e que não esteja muito riscada

### Procedimento

1. Segure a colher pelo cabo com a **superfície convexa** voltada para você e estique o braço. Observe a imagem do seu rosto. Aproxime a colher de seu rosto, gradualmente, e continue observando a imagem. A imagem é maior ou menor que seu rosto? Ela está de cabeça para baixo?
2. Estique novamente o braço, mas vire a **superfície côncava** da colher para você. E agora, a imagem é maior ou menor que seu rosto? Ela está de cabeça para baixo?
3. Aproxime a colher do seu rosto e perceba se a imagem ainda pode ser vista com nitidez.
4. Aproxime o clipe da superfície côncava da colher e observe a imagem desse clipe. A imagem é maior ou menor que o clipe? Ela está de cabeça para baixo?



PAULO MANEIZ/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 9 Imagens em espelhos convexos

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O lado convexo da colher exemplifica um **espelho convexo**. Espelhos desse tipo fornecem, como você pôde verificar, uma **imagem direita** (isto é, que não está de cabeça para baixo) e **menor** que o objeto.

Como fornecem imagens reduzidas, os espelhos convexos permitem visualizar uma região maior do que a que seria visualizada num espelho plano de mesmo tamanho. Portanto, comparando um espelho plano e um espelho convexo de tamanhos iguais, o convexo oferece **maior campo de visão**. E isso você pode comprovar com o auxílio da colher.

### 10 Imagens em espelhos côncavos

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O lado côncavo da colher ilustra as propriedades de um **espelho côncavo**. Espelhos desse tipo fornecem uma imagem com características que dependem de o objeto estar próximo ou distante do espelho.

### Use a internet

Busque fotos da obra "Casal Arnolfini", do pintor Jan van Eyck (1390-1441). Além do quadro todo, você conseguirá achar, também na internet, imagens que ampliam a parte em que um espelho de parede é representado. Analise a pintura e conclua qual é o tipo de espelho ilustrado (plano, côncavo ou convexo). Apresente argumentos que justifiquem sua resposta.



## Use a internet

O objetivo dessa atividade é que os estudantes classifiquem o espelho na obra "Casal Arnolfini" como plano, côncavo ou convexo.



VAN EYCK, Jan. **Casal Arnolfini**. 1434. Óleo sobre carvalho, 82,2 x 60 cm.



Ampliação do espelho convexo retratado na obra **Casal Arnolfini**.

Espera-se que os estudantes concluam que se trata de um **espelho convexo**. Como argumentos, eles podem citar que a imagem no espelho mostra o casal e os objetos (como o lustre e a janela) em tamanho menor que o real, além da distorção característica desse tipo de espelho.

Você pode expandir a atividade sugerindo aos estudantes que analisem outros casos de espelho convexo nas obras: **Autorretrato em um espelho convexo** (Parmigianino, 1524), **Laura and Paul Jewill Hill** (Harold Harvey, 1915), **La Boule de Verre** (Alfred Stevens, 1875), **São João Batista e o franciscano Heinrich von Werl** (Robert Campin, 1437) e **O cambista e sua mulher** (Quentin Matsys, 1514).

Também pode propor que os estudantes vejam casos de reflexão em espelhos planos nas obras: **Tata e Katia no espelho** (Zinaida Serebriakova, 1917), **O espelho** (Élisabeth Le Brun, 1785) e **Borrowed plumes** (George Goodwin Kilburne, 1866).

## De olho na BNCC!

O trabalho com obras de arte proposto no box *Use a internet*, comentado a seguir, incentiva os estudantes: a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais (**competência geral 3**); a utilizar conhecimentos das linguagens artística e científica para se expressar e partilhar informações, experiências e ideias (**competência geral 4**); e a utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para acessar informações e produzir conhecimentos (**competência específica 6**).

## Tema para pesquisa

Os espelhos são normalmente feitos de vidro com uma fina camada de prata depositada numa das faces.

Como a prata é um metal muito brilhante e de oxidação relativamente difícil, os espelhos têm boa durabilidade.

Porém, se o espelho for exposto a uma atmosfera com compostos de enxofre, pode escurecer com o tempo. Isso se deve à oxidação da prata, que se transforma em sulfeto de prata ( $Ag_2S$ ), que é uma substância de cor preta.

## Atividades

Após analisar as três fotos do final do item 10, os estudantes já têm condições de fazer as atividades 11 a 14 do *Explore diferentes linguagens*.

## Motivação

A realização do experimento da seção *Motivação* que antecede o item 11 é muito importante para a compreensão do fenômeno da refração da luz e o entendimento dos últimos assuntos tratados neste capítulo.

As questões propostas no item 2 do procedimento estimulam os estudantes a desenvolver a capacidade de argumentar em textos orais. Durante o compartilhamento das conclusões, questione as ideias apresentadas, de forma que os estudantes usem argumentos plausíveis para justificar as respostas dadas.

### ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

De que materiais são feitos os espelhos?



KATHARINA MATZ/EVEEM/GETTY IMAGES

Uma bola de natal espelhada é um espelho convexo. Reduz as imagens e mostra uma cena de forma mais ampla que um espelho plano.



COMPX/ALAMY/FOFOARENA

Uma chaleira como esta também é um espelho convexo. A imagem vista é direita e menor que o objeto.



MEISHUTTERSTOCK

Os espelhos côncavos, como o dessa foto, ampliam a imagem do que está situado próximo a ele.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

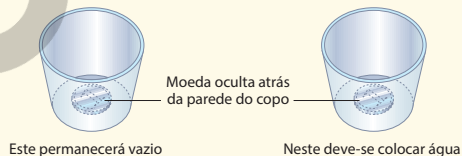
► Evidenciar a refração da luz.

Você vai precisar de:

- dois copos iguais de paredes opacas
- duas moedas iguais
- água

### Procedimento

1. Coloque os copos sobre uma mesa, lado a lado, e uma moeda no fundo de cada um.
2. Feche um olho e posicione-se de modo que, com o olho aberto, você consiga olhar para dentro dos copos, mas sem ver as moedas, como mostra a figura.



ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

3. Mantenha-se como descrito no item 2 deste procedimento, coloque água em um dos copos e observe o que acontece. O copo em que você não coloca água serve apenas para comparação. Procure explicar o que aconteceu.

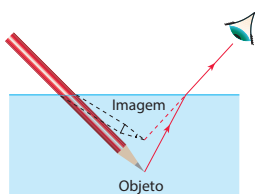
## Desenvolvimento do tema

### 11 Refração da luz

No experimento, você não consegue inicialmente ver as moedas porque elas estão ocultas atrás da parede do copo. Como essa parede é opaca, os raios de luz provenientes das moedas (por reflexão difusa) não a atravessam.

Quando a água é colocada num dos copos, os raios de luz provenientes daquela moeda sofrem **refração** ao passar da água para o ar. Por causa da refração, esses raios de luz agora podem chegar aos seus olhos e você consegue ver a imagem da moeda. Os esquemas esclarecem isso.

Na foto você vê um lápis parcialmente mergulhado em água. Ele aparenta estar torto. Na realidade, isso é apenas uma ilusão, que ocorre por causa da refração dos raios de luz ao passarem da água para o ar. A figura esquematiza isso.



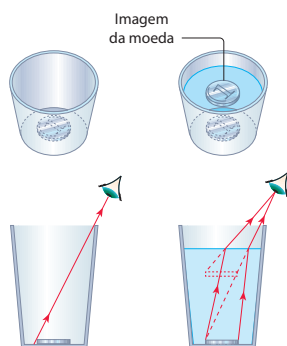
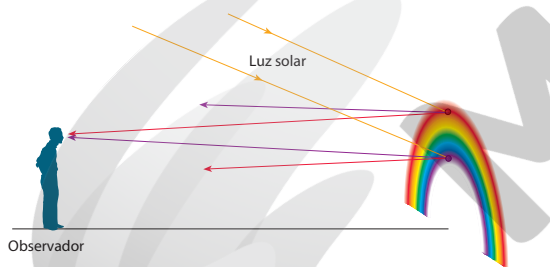
Por causa da refração, tem-se a impressão de que a parte submersa do lápis está torta.  
Fonte: WALKER, J. S. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 932.

Por causa da refração, as imagens de objetos submersos sofrem distorções. Uma piscina, por exemplo, aparenta ser mais rasa do que realmente é.

### A refração e o arco-íris

Quando os raios de luz solar entram numa gota, sofrem **refração**. Dentro da gota, sofrem **reflexão** e, ao sair, novamente **refração**. Após isso tudo, como mostra o esquema na lateral, as componentes da luz branca estão separadas.

As gotas de água de cada região circular do **arco-íris** enviam luzes de cores diferentes até os olhos de um observador, e, por isso, cada arco aparenta ser de uma cor. O esquema representa essa situação.



Quando mergulhamos parte de um lápis em água, ele aparenta estar torto. Por quê?



Cada um dos arcos coloridos do arco-íris envia aos olhos de um observador luz de uma cor diferente. Por isso, cada arco aparenta ser de uma cor. (Representação esquemática.)

Fonte dos esquemas: AHRENS, C. D.; HENSON, R. *Meteorology today*. 12. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 581-582.

121

### Item 11

Antes de começar o trabalho com esse item, se considerar adequado, reproduza experimentalmente em sala de aula a situação da foto do livro do estudante e propicie a todos os estudantes a oportunidade de observar de perto o lápis parcialmente submerso em água.

Em seguida, peça aos estudantes que tentem explicar por que o lápis parece torto. Anote as respostas em um canto da lousa.

Trabalhe o item de modo a explicar o resultado do experimento da seção *Motivação*. A seguir, retome com a turma as respostas dadas antes do desenvolvimento do conteúdo (sobre o lápis) e peça aos estudantes que verifiquem se as ideias iniciais foram confirmadas, reformulando-as se necessário.

Aproveite para explicar que a refração (de modo similar ao que acontece na situação do lápis parcialmente submerso em água) é responsável pela ilusão de encurtamento das pernas de alguém que está posicionado verticalmente em uma piscina, apenas com a parte superior do corpo para fora da água.



Compare os dois trechos marcados e perceba a ilusão de encurtamento da parte submersa, que se deve à refração da luz. A ponta do pé está em uma situação similar à da ponta do lápis na foto do item 11 do livro do estudante.

### Atividades

Antes de começar o subitem *A refração e o arco-íris*, o momento é oportuno para que os estudantes realizem as atividades 15 a 17 do *Explore diferentes linguagens*.

## Respostas do Use o que aprendeu

- Não, pois a sensação visual de luz branca é resultado da combinação das três cores primárias de luz: a vermelha, a verde e a azul.
  - Sim, porque a sensação visual de luz amarela pode ser obtida com a combinação de luzes com as cores primárias vermelha e verde.
- A cor vermelha e a cor azul.
  - A cor verde.
- Espera-se que os estudantes não concordem com a afirmação. Se a clorofila – que tem por papel absorver a luz usada no processo de fotossíntese – tem cor verde, é porque ela reflete a luz verde. Assim, não é a componente verde da luz branca que é usada pela planta para fazer a fotossíntese.
- A cor com que vemos os objetos coloridos pode mudar dependendo da luz que os ilumina. Provavelmente foi isto o que aconteceu: na loja, as roupas pareciam de uma certa cor, mas sob a luz solar verificou-se que a cor é diferente da que foi percebida sob as condições de iluminação da loja (talvez fosse uma luz azulada, ou avermelhada etc.).

### EM DESTAQUE

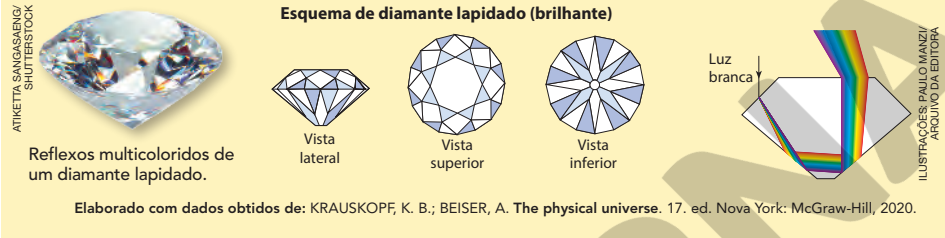
## O arco-íris nos diamantes

Os diamantes são pedras preciosas transparentes que podem ser encontrados em algumas jazidas naturais.

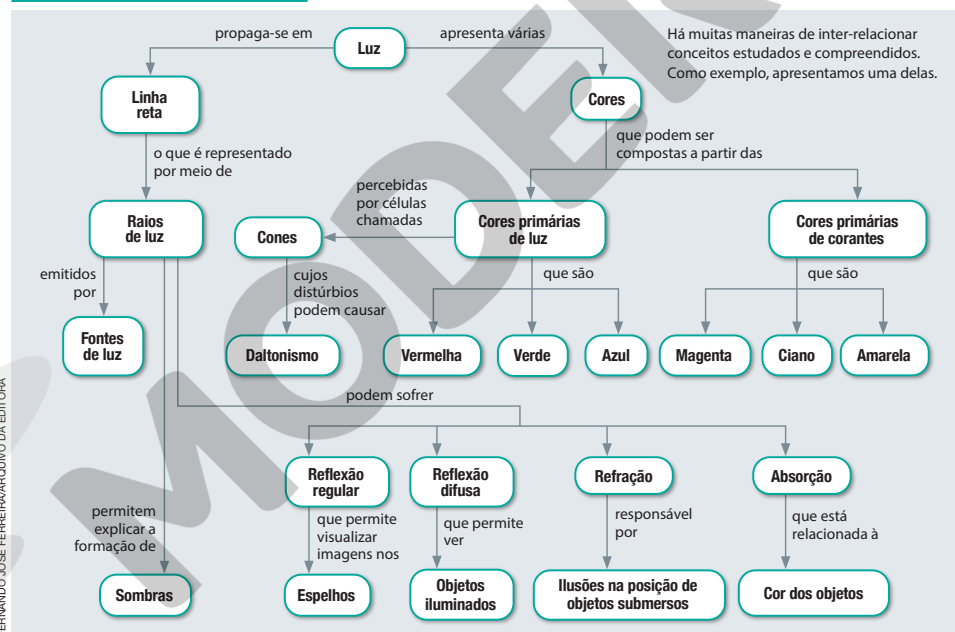
Antes de serem usados em joias, os diamantes passam pelo processo de **lapidação**, no qual se cortam as laterais da pedra, deixando-a com um formato mais regular e bonito. Após a lapidação, além de se tornarem mais estéticos, os diamantes passam a produzir reflexos multicoloridos com as cores do arco-íris. Por que será?

A lapidação faz com que o diamante passe a ter muitas faces, que atuam como as faces de um prisma. Lembre-se, do item 2, de que um prisma de vidro permite **decompor a luz branca**.

A luz branca que entra no diamante sofre decomposição e as cores do arco-íris podem ser vistas na luz refletida por ele. O esquema ilustra como ocorre esse processo. Em joalheria, após a lapidação, os diamantes passam a ser denominados **brilhantes**.



## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



FERNANDO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

ATIVIDADE



Use o que aprendeu

- Uma tevê em cores tem um defeito de fabricação e não possui, na sua tela, os filetes azuis. Só tem os vermelhos e os verdes.
  - É possível obter a cor branca na tela? Por quê?
  - É possível obter a cor amarela na tela? Por quê?
- As plantas têm folhas verdes, em sua grande maioria, devido ao corante natural denominado **clorofila**.



- Qual(is) das cores primárias de luz a clorofila absorve?
- Qual(is) das cores primárias de luz a clorofila reflete?

- Uma pessoa disse que, "já que as plantas têm folhas verdes, elas dependem da luz verde para fazer a fotossíntese".

Com base em sua resposta às perguntas da atividade anterior, comente a afirmação.

Diga se concorda ou não com a pessoa e justifique.

- Em uma loja de roupas, uma pessoa provou uma calça e uma camisa. Achou que as cores combinavam e resolveu comprá-las. Porém, na primeira vez em que as usou, percebeu que, ao sol, as cores pareciam diferentes de quando comprou e que elas não combinavam. Proponha uma explicação para isso.
- As **cores primárias de luz** são iguais às **cores primárias de corantes**? Explique.
- Você deseja pintar uma porta de **verde** e uma grade de **vermelho**, mas dispõe de tintas das cores **magenta, ciano e amarela**. É possível obter as cores desejadas? Como?
- As impressoras jato de tinta utilizam as cores magenta, ciano, amarela e preta para imprimir fotos coloridas. Mas algumas impressoras mais antigas só utilizavam as tintas magenta, ciano e amarela. Que diferença na qualidade você pode esperar ao comparar a impressão de fotos coloridas feita pelos dois tipos de máquina?

ATIVIDADE



CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Tema para pesquisa

Há uma avançada tecnologia envolvida na produção dos corantes que representa um importante setor produtivo industrial. Quais as aplicações dos corantes industriais?

ATIVIDADE



Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

FOTOGRAFIA

- Observe a foto de peixes vermelhos num aquário com folhas verdes e pedras azuis. Considere os **peixes**, as **folhas** e as **pedras**. Como seriam vistos se a cena não tivesse sido fotografada sob luz branca, mas sim sob:
  - luz vermelha?
  - luz verde?
  - luz azul?



STOCKBYTE/GETTY IMAGES

- As cores primárias de luz não são iguais às cores primárias de corantes.

As cores primárias de luz são **vermelha, verde e azul**.

Já as cores primárias de **corantes** são **magenta, ciano e amarela**. O corante magenta reflete vermelho e azul. O ciano reflete verde e azul. E o amarelo reflete vermelho e verde.

- O verde pode ser obtido pela mistura dos corantes ciano e amarelo. E o vermelho pode ser obtido pela mistura de magenta e amarelo.
- As fotos impressas na impressora que não usa o preto não terão as tonalidades mais escuras reproduzidas com qualidade.

TCT Ciência e Tecnologia

O boxe *Tema para pesquisa* da seção *Use o que aprendeu* novamente oportuniza o trabalho com a temática **Ciência e Tecnologia**. Por meio da atividade, os estudantes poderão conhecer a ampla utilização de corantes, por exemplo, nas indústrias gráfica, de roupas, de embalagens, de cosméticos e de tintas para as mais variadas finalidades.

Respostas do Explore diferentes linguagens

- Sob luz vermelha, espera-se que apenas o peixe seja visto com sua cor inalterada. Os outros elementos da imagem ficarão escuros.
  - Sob luz verde, espera-se que apenas as folhas sejam vistas com sua cor inalterada. Os outros elementos ficarão escuros.
  - Sob luz azul, espera-se que apenas as pedras sejam vistas com sua cor inalterada. Os outros elementos ficarão escuros.

2. Essa atividade possibilita o levantamento de hipóteses e sua discussão.

A explicação é a seguinte: o papel celofane azul é visto com essa cor porque, quando a luz branca o atinge, **apenas a componente azul o atravessa** e chega aos olhos de um observador que, portanto, vê esse papel como azul.

A folha de papel do livro reflete todas as componentes da luz branca, inclusive o azul. Quando a luz refletida pelo papel atinge o celofane, apenas a componente azul o atravessa. É por isso que o papel branco, visto pelo celofane, parece azul.

Já o texto que está no quadro, impresso com tinta amarela, não reflete a componente azul da luz branca (lembre-se de que o corante amarelo absorve a cor azul). Quando a luz refletida pelas letras amarelas (na qual não há a componente azul) chega ao celofane, todas as componentes dessa luz são absorvidas e nenhuma o atravessa (pois não há componente azul). É por isso que as letras amarelas parecem escuras quando vistas através do celofane azul! (Dobrar o papel celofane ao meio pode facilitar a visualização.)

3. Esse é outro desafio aos estudantes, e o importante é a discussão das explicações propostas por eles. Ao olhar para um papel branco, depois de fixar o olhar na faixa central do desenho por cerca de um minuto, temos a impressão de estar vendo a bandeira brasileira. Por quê?

Ao olhar por tempo prolongado para o desenho, os cones ficam saturados (“cansados”) de certas cores e deixam de captá-las por certo tempo.

Por exemplo, o amarelo do desenho faz os cones receptores do vermelho e do verde ficarem saturados, mas os azuis não.

#### INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO: CORES PRIMÁRIAS

2. Coloque um pedaço de papel celofane azul sobre o quadro. O que você nota ao fazer isso? Tente explicar a mudança que se observa.

Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?  
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela. Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

#### INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO: VISÃO

3. Peça a alguém que marque um minuto no relógio. Durante esse minuto fixe seu olhar na faixa preta do desenho. Imediatamente após isso, olhe para

uma folha branca de papel. O que você vê no papel branco? Discuta com seus colegas uma possível explicação. Apresentem a conclusão ao professor e debatam-na com ele.



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

#### TRECHO DE FILME

4. A luz emitida pelo Sol leva cerca de 8 minutos para chegar à Terra. Suponha que, em um filme de ficção científica, seres extraterrestres conseguissem fazer com que o Sol, subitamente, deixasse de emitir luz. Imagine um indivíduo, na Terra, 12 horas após esse evento. Ele conseguiria enxergar:
- a) a Lua?
  - b) as estrelas?
  - c) os planetas do Sistema Solar? Justifique suas respostas.

124

Quando olhamos para o papel branco, os cones que captam o azul estão “funcionando melhor” do que os que captam o vermelho ou o verde. Nessa região temos, portanto, a impressão de ver o azul.

De maneira análoga, cada cor do desenho produz uma *pós-imagem* de uma cor diferente, que é oposta a ela. Essa cor oposta equivale à luz branca subtraída da cor da qual o olho se “cansou”. Em Arte, essa cor “oposta” é denominada *cor complementar*.

#### FOTOGRAFIA

5. Neste capítulo, no item 8, existe a fotografia de uma paisagem que se reflete regularmente na superfície da água.  
Proponha uma explicação para o fato de, no caso da foto, a imagem não ser perfeitamente visualizada na superfície da água.

Parque das Águas,  
São Lourenço, MG, 2021.



JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

#### INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO

6. Coloque esta página na frente de um espelho, observe as imagens das seguintes palavras e registre em seu caderno como são essas imagens.

COR UVA OVO AMA

Quais dessas palavras fornecem imagens iguais às próprias palavras? Você consegue explicar por que algumas palavras fornecem uma imagem no espelho que é diferente de si e outras fornecem uma imagem que é igual?

#### FOTOGRAFIA

7. Na frente de ambulâncias é comum encontramos a palavra AMBULÂNCIA escrita de modo **revertido**, como na foto.  
Qual deve ser a finalidade de escrever dessa forma?

Note que a palavra  
AMBULÂNCIA está escrita  
de modo revertido.



CESAR DINIZ/PULSAR IMAGENS

#### PREVISÃO

8. Sem usar um espelho, faça uma previsão de quais das letras do quadro têm imagem no espelho igual a si mesma e quais têm imagem diferente.

A seguir, use um espelho para confirmar sua resposta.

M V O A G S R U N T

#### INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO

9. Escreva as seguintes palavras em uma folha de papel, com caneta de tinta bem visível e com letras maiúsculas (em letra de forma).

ESTUDAR CIÊNCIAS

Coloque a folha na frente do espelho e observe a imagem dessas palavras. A seguir, observe essas palavras olhando a folha de papel contra a luz, pelo verso.

Que conclusão você tira disso?

125

6. Apenas **OVO** e **AMA** fornecem imagem igual à própria palavra. Uma palavra que é simétrica em relação a uma linha que a divide ao meio, como mostrado a seguir, produz imagem igual a si.

#### COR

Palavra **assimétrica**  
em relação a  
essa linha tracejada

#### UVA

Palavra **assimétrica**  
em relação a  
essa linha tracejada

#### OVO

Palavra **simétrica**  
em relação a  
essa linha tracejada

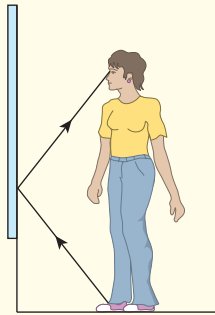
#### AMA

Palavra **simétrica**  
em relação a  
essa linha tracejada

7. Espera-se que os estudantes concluam que a inscrição revertida é para que os motoristas possam ler corretamente no espelho retrovisor a palavra AMBULÂNCIA (e abrir caminho caso ela esteja com as luzes piscando e a sirene ligada). Professor, sugira aos estudantes que **olhem pelo espelho** a foto da ambulância que aparece, no livro, nessa atividade.
8. Usando a conclusão da atividade 6, só as letras que forem simétricas com relação a uma linha vertical que as divide ao meio fornecerão imagem igual a si. Das letras mencionadas na atividade, fornecem imagem no espelho igual a si apenas M, V, O, A, U, T.
9. Espera-se que os estudantes concluam que em ambos os casos – vista ao espelho ou olhando pelo verso do papel, contra a luz – as palavras são vistas de modo revertido.

4. a) Não, pois a Lua não emite luz própria. (Ela só é vista porque reflete parte da luz solar que incide nela.)  
b) Sim, pois as estrelas emitem luz própria.  
c) Não, pois os planetas não emitem luz própria.
5. Espera-se que os estudantes proponham que a água não estava totalmente parada e, como consequência disso, sua superfície não estava plana, o que fez a reflexão da imagem não ser totalmente regular.

10. Ela consegue ver seus pés do jeito que o espelho está, pois os raios de luz provenientes (por reflexão difusa) de seus pés refletem (por reflexão regular) no espelho e atingem seus olhos, conforme o esquema:



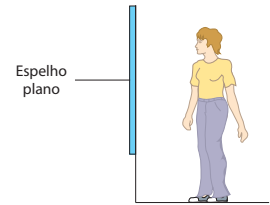
11. a) Convexo.  
b) Com a mão esquerda (é a mão que aparece fora da esfera!).  
c) A imagem refletida é menor.
12. a) Para permitir que os funcionários tenham uma visão ampla do que está acontecendo na loja.  
b) Para dar ao motorista que está saindo da garagem uma visão ampla do que acontece na rua.

Professor, em ambos os casos aproveita-se a propriedade que os espelhos convexos têm de **umentar o campo visual**. Ao resolver essa atividade e as duas seguintes, aproveite as conclusões do experimento feito com a colher.

13. Deve ser um espelho convexo, pois esse tipo fornece uma imagem direita e menor do que os objetos. Como a imagem é menor do que o objeto, temos a impressão de que o objeto está mais distante do que se fosse visto em um espelho plano. Daí o alerta de segurança que está na inscrição citada.
14. Deve ser côncavo. Espelhos côncavos fornecem imagens ampliadas de objetos próximos.
15. Devido à refração da luz, tem-se a impressão de o peixe estar num lugar um pouco diferente de onde ele realmente está.

## ESQUEMA

10. A jovem do esquema está diante de um espelho plano preso à parede. Ela consegue ver seus pés no espelho ou, para isso, o espelho teria que ser estendido até o chão? Justifique sua resposta com um desenho esquemático, em seu caderno, que inclua um raio de luz.



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## GRAVURA

11. O artista holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972) elaborou muitas ilustrações com impressões visuais. Uma de suas obras é a que aparece na foto, feita em 1935, na qual ele retrata a si mesmo refletido em uma esfera espelhada.
- a) A esfera da gravura atua como espelho **côncavo** ou **convexo**?  
b) Na gravura, com qual das mãos Escher está segurando a esfera?  
c) A imagem da sala de Escher, refletida pela esfera, é maior, igual ou menor do que a sala propriamente dita?



ESCHER, Maurits Cornelis. Hand with reflecting sphere. 1935. 1 litografia.

M.C. ESCHER'S "HAND WITH REFLECTING SPHERE" © 2022 THE M.C. ESCHER COMPANY-THE NETHERLANDS. ALL RIGHTS RESERVED. THE ESCHER MUSEUM-THE HAGUE, THE NETHERLANDS

## FOTOGRAFIA

12. Às vezes encontramos espelhos convexos pendurados:
- a) nas paredes do interior de lojas e de supermercados;  
b) em postes, na saída de garagens.
- Para que eles são colocados nesses locais?

- A. Espelho convexo em estabelecimento comercial.  
B. Espelho convexo em saída de garagem.



SCIENCEPHOTOS/ALAMY/FOTOGARENA

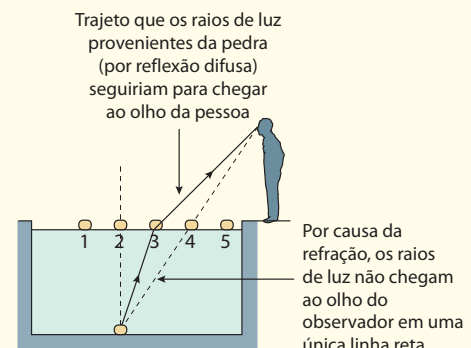
NI PRESS PHOTOS/ALAMY/FOTOGARENA

## AVISO

13. Em alguns automóveis, o espelho retrovisor do lado direito traz a inscrição: "Cuidado, os objetos estão mais próximos do que parecem estar". O espelho em questão deve ser **plano**, **côncavo** ou **convexo**? Justifique.

126

16. A possibilidade 4 está descartada porque está exatamente em linha reta e, por causa da **refração** ao passar da água para o ar, os raios de luz provenientes da pedra não seguiriam esse trajeto. A possibilidade 2 está exatamente na vertical e, por isso, também está descartada. Qualquer possibilidade à esquerda de 2 e à direita de 4 também é impossível: 1 e 5 estão descartadas. Resta a possibilidade 3, que, conforme o esquema a seguir, é a resposta correta. Perceba, no esquema, que o uso de uma régua para analisar a figura da atividade facilita a resolução.



PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA



## DEDUÇÃO

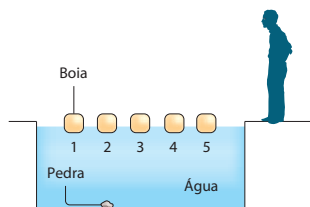
14. Os dentistas possuem, entre outros, um instrumento de trabalho que consiste num pequeno espelho preso a um cabo. Esse espelho permite ver, de modo **ampliado**, a imagem dos dentes. O espelho em questão deve ser **plano**, **côncavo** ou **convexo**? Justifique.

## TRECHO DE DOCUMENTÁRIO

15. Trecho de um documentário: “Os índios que pescam com lança, em águas rasas, se acostumam a jogá-la numa posição ligeiramente diferente de onde o peixe parece estar. Eles aprendem que, se a lança for jogada exatamente onde o peixe parece estar, a pescaria pode não ter sucesso”. Explique por quê.

## ESQUEMA

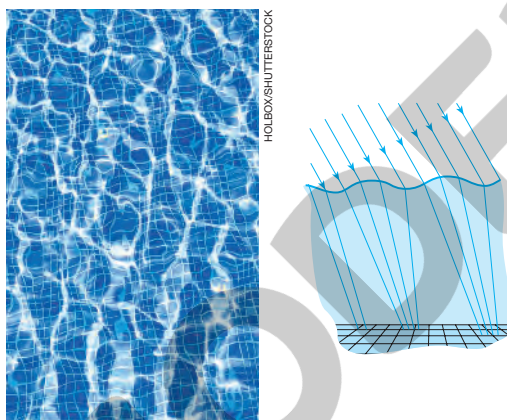
16. Um jovem está na beirada da piscina, observando a pedra que está no fundo. A água está parada e há uma boia flutuando nela. Em qual das posições — 1, 2, 3, 4 ou 5 — a boia obstruiria a visão da pedra? Justifique com um desenho esquemático que inclua um raio de luz.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

## ESQUEMA

17. Em dias ensolarados, pode-se ver, no fundo das piscinas, uma série de áreas mais claras do que outras, que parecem “dançar” à medida que a superfície da água balança. Veja a foto.



O esquema está relacionado à explicação para a formação dessas áreas mais claras.

- a) Como se chama o desvio que ocorre na direção de propagação de um raio de luz quando esse raio passa do ar para a água?
- b) Baseando-se no desenho, redija um pequeno texto (um parágrafo ou dois) explicando como se formam as áreas mais claras no fundo da piscina.

## Seu aprendizado não termina aqui

Vários programas de computador para desenhar ou editar fotos possuem controles em que o usuário pode compor cores seja em RGB (*red, green, blue*; sistema de cores primárias de luz usado para mostrar imagens em monitores e tevês) ou em CMYK

(sistema usado para impressão com as cores primárias de corantes, ciano, magenta, amarelo e preto).

Se você tiver acesso a algum desses programas, explore os controles e tente compor diferentes cores utilizando cada um desses sistemas.

127

17. a) Refração.
- b) Os raios de luz solar sofrem refração ao passar do ar para a água. Como a superfície da água não é plana, os raios de luz refratada são direcionados para diferentes regiões do fundo da piscina. Algumas regiões do fundo recebem maior quantidade de luz do que outras e, por isso, ficam mais claras. Podemos ver, na foto, que os azulejos estão ampliados quando observados através das áreas convexas da superfície da água da piscina. É como se cada região curva na superfície da água atuasse como uma lente, provocando a convergência dos raios de luz solar para certa parte do fundo.

## Turmas numerosas

A proposta da atividade de fechamento da unidade, comentada a seguir, é relevante ao trabalhar com turmas numerosas. Ela permite ressaltar as qualidades de todos que compõem a turma, ou seja, as habilidades individuais relacionadas a conhecimentos, atitudes e valores. Nesse sentido, esteja atento à formação dos grupos, de modo que a divisão de trabalho contemple essa variedade de habilidades e os estudantes possam também aprender com seus pares.

## Fechamento da unidade B

**Objetivo:** Criar uma situação de produção coletiva de material que possibilite completar o desenvolvimento das habilidades EF09CI05, EF09CI06 e EF09CI07 da BNCC.

**Comentário:** A atividade propicia também a integração de diversos conhecimentos construídos pelos estudantes nas unidades A e B.

## De olho na BNCC!

A atividade de fechamento de unidade favorece as **competências gerais 1, 4, 5, 9 e 10** e as **competências específicas 4, 6 e 8** (conforme comentado na parte inicial deste Manual do professor).

Nessa atividade, também é favorecido o desenvolvimento: da **competência geral 6**, pois os estudantes são incentivados a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhes 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; e da **competência específica 7**, no que se refere a conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

• EF09CI05

Como parte da atividade, os estudantes deverão pesquisar e descobrir que a vibração dos elétrons na antena metálica transmissora cria ondas eletromagnéticas de frequência característica.

Estas propagam-se e chegam à antena receptora, na qual provocam a vibração dos elétrons do metal, possibilitando a captação do sinal.

Espera-se uma representação simples, com antena emissora, ondas e antena receptora.

Também se espera que eles descubram que parte das comunicações de internet pode ser por ondas eletromagnéticas (celular–antena da operadora; antena de *wi-fi*–dispositivo móvel; via satélite entre continentes), mas boa parte ocorre por cabos. Quanto ao cabeamento usado, os estudantes poderão descobrir que este, modernamente, é constituído em boa parte de fibras ópticas.

Espera-se, também, menções a controvérsias sobre a segurança de viver perto de antenas emissoras de rádio e tevê e sobre o uso prolongado de aparelhos celulares.

• EF09CI06

Ao pesquisar, relacionar e comentar quais ondas eletromagnéticas podem causar danos à saúde e também quais são as principais questões éticas relacionadas a esse tipo de onda, espera-se que os estudantes tomem conhecimento de assuntos como os malefícios da exposição exagerada aos raios X (risco de câncer e de mutação gênica), os problemas representados por substâncias radioativas (que, de modo geral, são emissoras de radiação gama e podem causar câncer), do perigo de ficar à frente de uma antena emissora de micro-ondas (dependendo da frequência e da intensidade, pode aquecer e queimar o organismo, como se ele estivesse em um forno de micro-ondas).

**Fechamento da unidade** #

**Isso vai para o nosso blog!**

**Importância das radiações eletromagnéticas** 🔍

SAÚDE  
ECONOMIA  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende em Ciências da Natureza. Nesta atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos para incluir no *blog*.

**Que ondas eletromagnéticas são usadas em diagnósticos médicos (por exemplo, obtenção de imagens internas do organismo)?**

**Como som e imagem são transmitidos pelas estações de rádio e tevê? Esquematizem o processo (antena emissora, ondas, antena receptora). Comparem com a transmissão de som e imagem nas comunicações por celular, tablet e computador.**

**Listem e comentem as principais questões éticas relacionadas às ondas eletromagnéticas.**

**Por que o *laser* é útil na Medicina e na Odontologia? Em que consiste a radioterapia do câncer? Essas duas tecnologias envolvem radiações (ondas) eletromagnéticas?**

**Que ondas eletromagnéticas podem causar, comprovadamente, danos à saúde? Quais as fontes dessas radiações?**

**Qual a relevância do ultrassom na Medicina? Por que ele **não** é uma onda eletromagnética?**

DANIEL ZEPPO/ARQUIVO DA EDITORA

128

• EF09CI07

Na atividade, os estudantes conhecerão, por exemplo, o uso de raios X na visualização de ossos (ou do intestino, usando contraste sulfato de bário); da ressonância magnética nuclear (técnica com eletroímãs e ondas de rádio) e do ultrassom (onda **mecânica** com frequência superior a 20 000 Hz) para visualizar tecidos moles; da luz *laser* para cortes, debridamentos, cauterizações, despigmentações e clareamentos em Medicina e Odontologia; do infravermelho em fisioterapia por calor; e da radiação gama na radioterapia do câncer (morte seletiva de células cancerosas).

**TCT Saúde, Economia e Ciência e Tecnologia**

Nesta atividade, há oportunidade de trabalhar os TCTs **Saúde, Trabalho e Ciência e Tecnologia**, respectivamente pertencentes às macroáreas **Saúde, Economia e Ciência e Tecnologia**.

Velocidade e aceleração não são a mesma coisa. Qual é a diferença entre elas? (Na foto, apresentação de aviões da Força Aérea Brasileira em Brasília, DF, 2019.)

MATHEUSDAFOTO/ISTOCK



129

### Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Queda livre e as ideias de Galileu sobre esse tema
- Movimento com velocidade constante
- Movimento acelerado
- Aceleração da gravidade
- Queda livre
- Queda sob resistência do ar

Nesta unidade, os estudantes conhecerão alguns conceitos fundamentais da Mecânica, ramo da Física que estuda o movimento e o equilíbrio dos corpos quando estão submetidos à ação de força(s).

Como parte desse estudo, serão abordados aspectos da Cinemática e da Dinâmica que possibilitarão a compreensão de princípios físicos da gravitação, noções da constituição do Universo e o desenvolvimento das habilidades EF09CI14, EF09CI15, EF09CI16 e EF09CI17 da unidade temática *Terra e Universo* da BNCC.

Este capítulo, que inicia a unidade, aborda especificamente o estudo dos movimentos (Cinemática).

Com o experimento da seção *Motivação*, na abertura, pretende-se que os estudantes concluam que **o período de oscilação de um pêndulo depende de seu comprimento**, mas não da massa pendurada nem da amplitude de oscilação (sobre isso, comentários serão feitos mais à frente, neste Manual do professor).

Tal conclusão permite que eles entendam como a descoberta do **isocronismo** (palavra derivada de “isócrono”, do latim *iso*, igual, e *chronu*, tempo) do pêndulo, feita por Galileu, conduziu à posterior construção dos primeiros relógios mecânicos. Permite, também, que os estudantes avaliem a dificuldade que Galileu enfrentou na marcação de pequenos intervalos de tempo (veja o Projeto 3).

O *Trabalho em equipe*, que aparece junto do experimento que abre o capítulo, propõe a construção de um pêndulo cujo período será de aproximadamente 1 s. Uma aplicação prática desse pêndulo está na medição de pequenos intervalos de tempo. Evidentemente, tal medida não tem a precisão dos modernos relógios, mas propicia a aprendizagem significativa do princípio em que se fundamentam os relógios de pêndulo.

Em Física, muitos conceitos são definidos com auxílio de expressões matemáticas. Neste capítulo, ao apresentar o conceito de velocidade média (no item 3), o livro do estudante propõe uma definição em palavras e outra em equação. Isso visa mostrar ao estudante que as expressões matemáticas têm um **significado** rico e devem sempre ser interpretadas, pois, caso contrário, serão desprovidas de sentido. Um expediente similar é empregado (no item 6) ao apresentar a definição de aceleração para um movimento retilíneo uniformemente variado.

Você perceberá que o capítulo escolhe e trabalha exemplos para que o estudante entenda o **significado** da aceleração, em vez de meramente associá-la a uma expressão que permite seu cálculo.

Uma vez trabalhado o conceito de aceleração, o capítulo termina com a discussão da queda livre e da queda sujeita à resistência do ar, apresentando, para este último caso, o que é velocidade terminal.

## Motivação

O período de oscilação não depende da massa nem da amplitude (desde que a amplitude **seja pequena**, como se faz aqui). Ele depende do comprimento do pêndulo.

O período de oscilação de um pêndulo simples, formado por uma massa puntiforme pendurada num fio de massa desprezível (vamos considerar que seja esse o caso do pêndulo do experimento de abertura), é dado pela expressão:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

em que:

$T$  = período de oscilação (s);  
 $l$  = comprimento do fio (m);  
 $g$  = aceleração da gravidade no local ( $m/s^2$ ).

Na demonstração dessa expressão, é feita uma aproximação que podemos considerar bastante aceitável, desde que a amplitude de oscilação seja pequena. Vamos, aqui, considerá-la pequena se for de  $15^\circ$  ou menor (a demonstração pode ser encontrada em: HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de Física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2, capítulo 15, seção 15-6).

Essa expressão matemática revela que o período não depende da massa pendurada nem da amplitude da oscilação, desde que esta não seja muito grande. No entanto, o período depende do comprimento do pêndulo ( $l$ ). Quanto maior for  $l$ , maior será o período, pois, como mostra a expressão,  $T$  aumenta na razão direta da raiz quadrada do aumento de  $l$ .

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Investigar se a duração das oscilações de um pêndulo depende da massa, da amplitude de oscilação ou do comprimento do fio.

Você vai precisar de:

- livro pesado
- fita adesiva
- duas porcas de metal
- mesa
- régua rígida
- linha de costura (cor clara)
- relógio que marque os segundos
- caneta hidrográfica

### Procedimento

1. Monte o pêndulo conforme esquematizado na figura A. Certifique-se de que ele possa oscilar livremente, sem bater ou raspar em nada.
2. Afaste a porca da vertical cerca de 5 cm e solte-a (sem empurrá-la). O pêndulo vai oscilar com pequena amplitude, isto é, afastando-se pouco da vertical a cada vaivém. Marque o tempo gasto para a realização de **20 oscilações completas (uma oscilação completa é o trajeto de ida e de volta)**. Registre o resultado.
3. Repita o item anterior, desta vez afastando o pêndulo uns 10 cm da vertical. Você estará aumentando a amplitude das oscilações. Registre o resultado.
4. Acrescente a outra porca ao pêndulo, como mostra a figura B, mas **mantenha o comprimento do fio**. (Sugestão: use a caneta hidrográfica para marcar o ponto a partir do qual a linha estava pendurada.) Repita os itens 2 e 3. Registre os resultados.
5. Repita os itens 2 a 4 com outros comprimentos para a linha (por exemplo, 50 cm, 60 cm etc.) e registre os resultados.
6. **O período de oscilação de um pêndulo é o tempo que ele gasta para realizar uma oscilação completa.** Use seus resultados para calcular o período de oscilação para cada situação investigada e analise os resultados. O período depende da **massa** pendurada no fio? Depende da **amplitude** das oscilações? Depende do **comprimento** do fio?

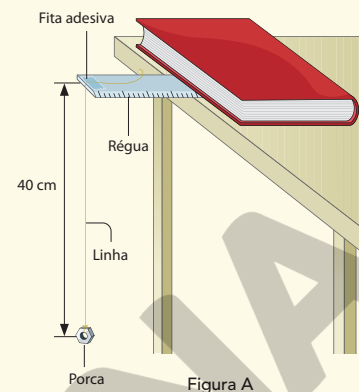


Figura A

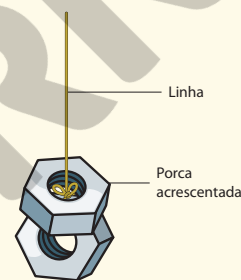


Figura B

(Representações fora de proporção.)

### ATIVIDADE

#### Trabalho em equipe

Façam um pêndulo que tenha 25 cm de distância desde o ponto em que está suspenso até o centro da porca. Meçam o período de oscilação. Que utilidade prática tem esse pêndulo?

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

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

Se o procedimento descrito para esse experimento de abertura for corretamente seguido pelos estudantes, o período do pêndulo estará sendo investigado sob condições satisfatórias (de pequena amplitude) para a validade da expressão apresentada.

No caso do pêndulo em que  $l = 0,25$  m (proposto no boxe *Trabalho em equipe*), o cálculo fornece, para  $g = 9,8$   $m/s^2$ , o valor de  $T = 1,0$  s! Assim, a resposta à pergunta proposta é que esse pêndulo funciona como um relógio que marca segundos. Espera-se que os estudantes cheguem a esse valor de período pela experimentação, não pelo uso da fórmula, que não conhecem.

Se, contudo, os estudantes afastarem demais o pêndulo da vertical ao iniciar o movimento oscilatório (contrariando o procedimento descrito na seção *Motivação*), a amplitude será alta e a expressão apresentada para  $T$  perderá gradualmente a validade, sendo o desvio tanto maior quanto maior for a amplitude.

## Desenvolvimento do tema

### 1 Algumas contribuições de Galileu Galilei

#### Galileu e o pêndulo

Galileu Galilei\* (1564-1642) nasceu na cidade de Pisa, na Península Itálica. Na época em que viveu, não existiam relógios mecânicos a corda, muito menos os eletrônicos (o uso da eletricidade é bem posterior a Galileu). Pequenos intervalos de tempo podiam ser marcados pelo escoar da areia, nas ampulhetas, ou da água, nos relógios de água.

Conta-se que, aos 19 anos, Galileu estava na Catedral de Pisa e observou atentamente um candelabro que, preso ao teto por uma corrente, balançava de um lado para o outro. Ele percebeu que o período de oscilação era o mesmo, qualquer que fosse a amplitude das oscilações. Para isso, usou a contagem de suas próprias pulsações como “relógio” improvisado para confirmar essa suposição.

Galileu dedicou sua vida ao estudo das aplicações da Matemática à Astronomia e à ciência posteriormente denominada Física. Entre outras atividades, estudou detalhadamente o comportamento dos pêndulos e, nos últimos anos de sua vida, trabalhou na tentativa de utilizá-los para a marcação do tempo. Aproveitando a descoberta de Galileu, o cientista holandês Christiaan Huygens (1629-1695) construiu o primeiro relógio de pêndulo, em 1656.

#### Galileu e a experimentação

A respeito do movimento dos corpos, na época de Galileu, vigoravam as ideias do filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), segundo as quais os corpos mais pesados deveriam cair com maior velocidade que os corpos mais leves. Aristóteles, contudo, não fez nenhum experimento para confirmar essa ideia. Já Galileu realizou experimentos que lhe permitiram concluir que a tendência de todos os objetos é cair com a mesma velocidade; o que retarda a queda de objetos leves, tais como penas, é a resistência do ar. Ao final do capítulo, abordaremos o movimento de objetos em queda.

Esta é uma das importantes contribuições de Galileu para a Ciência: a **experimentação**. Ainda hoje, a realização de experimentos faz parte do modo científico de pesquisar as regularidades da natureza. Para entender as ideias de Galileu, vamos trabalhar inicialmente o conceito de movimento.

### 2 Conceitos introdutórios à Mecânica

#### Medidas de comprimento

Medir um comprimento é compará-lo a um comprimento adotado como padrão. O padrão escolhido é a **unidade de medida**.

\* A grafia original é Galileo Galilei, mas, no Brasil, costuma-se grafar Galileu Galilei.



Relógio de pêndulo.

NO SENSE/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar um experimento que permita concluir que o período de um pêndulo depende de seu comprimento, mas não de sua massa (desde que consideremos pequenas amplitudes de oscilação).
- Montar um experimento no qual gotas de água realizam movimento retilíneo uniforme em meio oleoso e realizar medidas para a determinação da velocidade desses movimentos.
- Empregar um relógio de água (como Galileu) para investigar a queda livre. Esses conteúdos estão associados à realização do experimento da seção *Motivação* da abertura do capítulo e dos Projetos 2 e 3.

O momento oportuno para a realização desses dois projetos será indicado mais à frente, neste Manual do professor.

## De olho na BNCC!

O experimento proposto na seção *Motivação* favorece o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois estimula o estudante a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses.

O mesmo experimento vai ao encontro da **competência específica 2**, uma vez que auxilia os estudantes a 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 e tecnológicas.

O desenvolvimento dessas mesmas competências também é oportunizado ao longo deste capítulo, nos itens 2 a 8.

Se a amplitude empregada não for pequena, as oscilações continuarão a ser periódicas, mas passarão a depender do valor angular dessa amplitude (a expressão geral para o período pode ser encontrada em: TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1, capítulo 14, seção 14-3).

#### Item 1

Ao trabalhar o item 1, saliente a importância da experimentação na Ciência. Enfatize que os trabalhos de Galileu incluíram a realização de experimentações que foram detalhadamente projetadas por ele para confirmar ou refutar ideias a respeito dos movimentos.

Comente também que a descoberta por ele do isocronismo do pêndulo foi uma contribuição que conduziu, posteriormente, à construção dos relógios que usam esse dispositivo.

Ainda sobre a BNCC e este capítulo, tanto o item 1 como o texto “Galileu e a queda livre” (Em destaque do item 8) contribuem para o desenvolvimento: da **competência geral 1**, pois incentivam a valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e cultural para entender e explicar a realidade e continuar aprendendo; e da **competência específica 1**, com relação a compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

## Item 2

É importante apresentar as unidades mais comuns usadas para comprimento e distância, bem como sua simbologia correta. Provavelmente, a Matemática já trabalhou esse tema e, então, bastará uma revisão. Troque ideias com o docente daquele componente para se inteirar do trabalho com unidades de medida linear já realizado.

Também é importante esclarecer o conceito de referencial, necessário para entender o que são *movimento*, *repouso*, *móvel* e *trajetória*, apresentados subsequentemente.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Principais prefixos das potências de 10”.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **medir** Comparar (quantitativamente) com um padrão.
- **unidade de medida** Padrão comparativo escolhido para fazer uma medição.

## Atividade

Após o subitem *Medidas de distância. Referencial*, é indicada a atividade 1 do *Explore diferentes linguagens*.

### ATIVIDADE

A-2

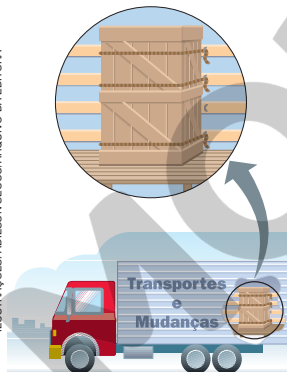
#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- medir
- unidade de medida



Esse carro está 92 km distante do referencial adotado.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

O caixote está em movimento em relação à estrada, mas em repouso em relação à carroceria do caminhão.

Uma unidade de medida de comprimento muito usada no mundo todo é o **metro**, simbolizado por **m**. Observe, por exemplo, uma fita métrica usada em costura ou um “metro” usado em carpintaria e marcenaria para ter noção do comprimento de um metro (1 m). Dizer que o comprimento de um tapete é 3 m (três metros) significa dizer que ele mede 3 vezes o comprimento da unidade de medida adotada, o metro.

Na prática, são também muito usados alguns múltiplos e submúltiplos do metro. Alguns exemplos importantes são:

1 quilômetro	=	1 km	=	1000 m
1 centímetro	=	1 cm	=	0,01 m
1 milímetro	=	1 mm	=	0,001 m

## Medidas de distância. Referencial

O metro e as unidades dele derivadas podem ser usados para expressar a **distância entre dois pontos**. Assim, ao dizermos que a distância da marca do pênalti até a linha do gol é de 11 m, estamos comparando essa distância à unidade metro.

Em muitas situações, é conveniente medir distâncias em relação a um ponto ou local escolhido como referência, denominado **referencial**. Ao longo de uma estrada, por exemplo, encontramos os marcos quilométricos, que indicam a distância desse ponto da estrada até o referencial adotado (escolhido). Dizer que um automóvel está no marco quilométrico 92 km equivale a dizer que ele está distante 92 km do referencial adotado.

## Movimento e repouso

Um caixote está preso à carroceria de um caminhão de transportes que trafega por uma estrada. O caixote está em movimento?

Normalmente as pessoas tendem a dizer que sim. Contudo, a resposta **depende** do referencial escolhido para analisar essa situação. Um corpo está em **movimento** quando sua posição em relação ao referencial escolhido se altera com o passar do tempo. Por outro lado, um corpo está em **repouso** quando sua posição em relação ao referencial escolhido **não** se altera com o passar do tempo.

Se adotarmos o marco quilométrico inicial da estrada como referencial, poderemos afirmar que a posição do caixote se altera com o tempo e, portanto, ele está em movimento. Por outro lado, se escolhermos a carroceria do caminhão como referencial, então a posição do caixote não muda e, portanto, ele não está em movimento.

Para maior clareza, podemos dizer que o caixote está em movimento em relação à estrada (ou ao marco quilométrico inicial da estrada) e está em repouso em relação à carroceria do caminhão.

O ramo da **Física** — ciência para a qual Galileu contribuiu — que estuda os movimentos é chamado **Mecânica**. A parte da Mecânica que descreve os movimentos é a **Cinemática**.

## Móvel e trajetória

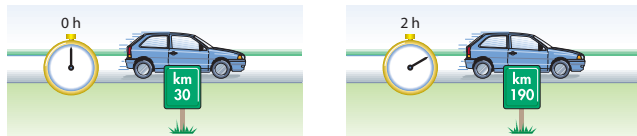
Uma bolinha abandonada a partir da beirada de uma mesa, na ausência de vento, cai verticalmente. Em relação ao solo, ou à mesa, a bolinha realiza um movimento. A linha que mostra as sucessivas posições pelas quais a bolinha passa no transcorrer do tempo é a trajetória da bolinha. Se, em vez de ser simplesmente abandonada, a bolinha fosse lançada de modo a rolar sobre a mesa, ela não cairia verticalmente, mas descreveria uma trajetória curva, a partir da borda, como na ilustração.

De modo genérico, chamamos **móvel** um corpo que esteja em movimento (em relação ao referencial adotado) e **trajetória** do móvel a linha descrita pelas sucessivas posições desse móvel ao longo do tempo.

### 3 Velocidade média

Ao observar os automóveis que passam por uma mesma rua, é possível perceber que eles não realizam o mesmo percurso num mesmo intervalo de tempo. O conceito de velocidade, que é muito anterior à invenção do automóvel, surgiu da necessidade de expressar a rapidez com que um móvel descreve uma trajetória.

Considere, por exemplo, o automóvel da ilustração. Quando ele está no marco quilométrico 30 km de uma estrada, um cronômetro é acionado e marca, nesse instante, tempo zero. Quando o cronômetro indica que se passaram 2 h, o automóvel está no marco quilométrico 190 km.

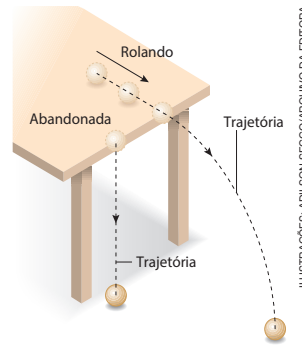


Desde a situação inicial até a situação final, o carro percorreu 160 km em 2 h. Dividindo esse espaço pelo tempo gasto nesse percurso, obtemos:

$$\frac{\text{espaço percorrido}}{\text{tempo gasto no percurso}} = \frac{160 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

Dizemos, então, que a velocidade média do móvel, nesse intervalo de tempo, foi de 80 km/h (lê-se “oitenta quilômetros por hora”).

Vamos fazer uma definição mais geral de velocidade com base na figura. Quando o móvel ocupa a posição  $s_i$  (a letra  $s$  indica *espaço* e o índice  $i$  indica *inicial*), o relógio marca um tempo  $t_i$ . Após certo intervalo de tempo, o automóvel atinge a posição  $s_f$  e o relógio marca  $t_f$  (o índice  $f$  indica *final*).



Trajetória de duas bolinhas em queda. Uma foi abandonada do repouso para cair verticalmente. A outra, inicialmente rolando pela mesa, atingiu a beirada e caiu. (Representação esquemática fora de proporção.)

Fonte: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics*. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 50.

Esse esquema ilustra que o automóvel está a uma velocidade média de 80 km/h. (Esquema fora de proporção.)

Representação esquemática da relação entre o espaço percorrido pelo automóvel e o intervalo de tempo desse percurso. (Esquema fora de proporção.)

## De olho na BNCC!

### • 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.”

Este capítulo introduz conceitos necessários ao desenvolvimento dessa habilidade, que terá prosseguimento no capítulo 9 e na atividade de encerramento da unidade C.

Como parte desse desenvolvimento, os estudantes determinarão o tempo necessário para algumas viagens espaciais (por exemplo, daqui à estrela mais próxima da Terra depois do Sol, daqui ao centro da Via Láctea etc.) e perceberão, fundamentados nos resultados obtidos, que viagens a outros sistemas solares (visando à colonização de planetas eventualmente similares à Terra) **não** são viáveis com nossa atual tecnologia.

Os cálculos que serão executados dependem de conhecimentos sobre velocidade adquiridos neste capítulo 7.

### Item 3

Apresente o conceito de velocidade média conforme exposto no livro do estudante e, ao final dessa abordagem, resalte que existe uma **proporcionalidade direta** entre o espaço percorrido e o intervalo de tempo para um móvel que tem velocidade constante. Por exemplo, um automóvel que se move a 60 km/h, percorrerá 60 km em 1 h, percorrerá 120 km em 2 h e assim por diante.

Saliente também que existe uma **proporção inversa** entre velocidade média e intervalo de tempo quando se considera um mesmo percurso (mesma distância percorrida). Por exemplo, um automóvel a 60 km/h leva 1 h para percorrer 60 km. Já outro a 30 km/h leva 2 h para percorrer essa mesma distância.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **referencial** Ponto em relação ao qual são feitas medições de distância.
- **movimento** Alteração da posição de um objeto em relação ao referencial adotado (escolhido).
- **repouso** Não alteração da posição de um objeto em relação ao referencial escolhido.
- **trajetória** Linha (imaginária) que descreve as sucessivas posições de um móvel (isto é, um objeto em movimento) ao longo do tempo.
- **velocidade média** Distância percorrida por um móvel dividida pelo intervalo de tempo gasto.

## Atividades

Ao final do item 3, é oportuno que os estudantes trabalhem os exercícios 1 a 9 do *Use o que aprendeu*.

## Projeto

O **Projeto 2** (do final do livro do estudante) pode ser realizado a esta altura do curso. Trata-se de um procedimento experimental para determinar a velocidade média com que gotas de água se movimentam dentro do óleo.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, junto da respectiva ocorrência no final do livro do estudante.

## Item 4

Para apresentar o conceito de velocidade instantânea neste nível de escolaridade (uma vez que a definição formal requer ferramentas conceituais de cálculo diferencial, abordadas no Ensino Superior), utilize o encaminhamento proposto no livro do estudante. Explique, por exemplo, que, se um automóvel apresenta velocidade instantânea de 60 km/h, isso significa que, se ele **mantiver** essa velocidade ao longo do tempo, percorrerá 60 km em 1 h.

A subtração  $s_f - s_i$  corresponde ao deslocamento realizado (isto é, o espaço percorrido), que será representado por  $\Delta s$ . O símbolo  $\Delta$  (letra grega delta maiúscula) é usado, na Física, para indicar **variação**. A subtração  $t_f - t_i$ , representada por  $\Delta t$ , corresponde ao intervalo de tempo no qual o móvel foi de  $s_i$  até  $s_f$ .

Para um móvel que descreva uma trajetória retilínea (em linha reta), a **velocidade média**,  $v$ , é definida como:

**Em palavras:** A velocidade média de um móvel, num certo intervalo de tempo, é igual à distância que o móvel percorre dividida pelo intervalo de tempo.

**Em equação:** 
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad v = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}$$

A unidade usada para expressar velocidade vai depender das unidades usadas para espaço e tempo. Se  $\Delta s$  estiver em quilômetros (km) e  $\Delta t$  em horas (h), a velocidade será expressa em **quilômetros por hora** (km/h). Se  $\Delta s$  estiver em metros (m) e  $\Delta t$  em segundos (s), a velocidade será expressa em **metros por segundo** (m/s). E assim por diante.

## 4 Velocidade instantânea

Denominamos **velocidade instantânea** a velocidade com que um móvel percorre a trajetória num determinado instante. O velocímetro dos veículos brasileiros expressa a velocidade instantânea em km/h.

Quando um motorista consulta o velocímetro do seu carro, obtém a informação de quantos quilômetros seu carro percorreria em uma hora se mantivesse, durante todo esse tempo, a mesma velocidade.

A velocidade de um móvel pode ou não permanecer constante num determinado percurso. Esse é um critério que permite classificar os movimentos, conforme veremos a seguir.

Velocidade de alguns exemplos de movimento	
Móvel	Velocidade (m/s)
Ondas eletromagnéticas (rádio, tevê, luz etc.) no vácuo	300 000 000
Sistema Terra-Sol ao redor da galáxia	210 000
Terra ao redor do Sol	29 600
Lua ao redor da Terra	1 000
Som (no ar, a 20 °C)	343
Falcão em mergulho	37
Chita (guepardo) correndo	29
Ser humano correndo	12
Golfinho nadando	9
Abelha voando	5
Ser humano nadando	2,5
Formiga andando	0,01

### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- referencial
- movimento
- repouso
- trajetória
- velocidade média

**Fontes dos dados:** HECHT, E. *Physics: Algebra/Trig*. 3. ed. Pacific Grove: Thomson-Brooks/Cole, 2003. p. 21; OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. *Inquiry into Physics*. 8. ed. Boston: Cengage, 2018. p. 21; SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers: with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 433.

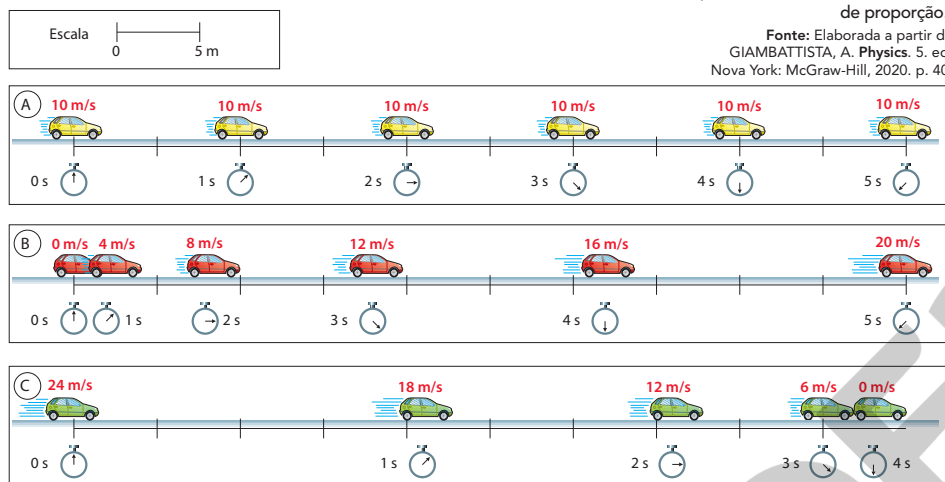


## 5 Movimento uniforme e movimento variado

No caso da figura A, o móvel tem **velocidade constante** e percorre, portanto, distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. É o que chamamos **movimento uniforme**.

No caso da figura B, o móvel parte do repouso e sua velocidade aumenta com o passar do tempo. Já no caso da figura C, o móvel, que está inicialmente em movimento, sofre redução de velocidade até parar. Em ambos, a **velocidade do móvel se altera** e, consequentemente, em intervalos de tempo iguais são percorridas distâncias diferentes. São exemplos de **movimento variado**.

Ao analisar as figuras B e C, você percebeu alguma **regularidade** na mudança sofrida pela velocidade?



## 6 Aceleração

No movimento B, ilustrado anteriormente, a velocidade **aumenta regularmente**. Em cada segundo, o aumento é de 4 m/s.

No movimento C, a velocidade **diminui regularmente**. Em cada segundo, a redução é de 6 m/s.

Em ambos os casos, dizemos que se trata de um **movimento uniformemente variado**, pois a velocidade varia de modo regular, uniforme.

A variação sofrida pela velocidade num certo intervalo de tempo é denominada **aceleração**. Em B, a aceleração atua aumentando a velocidade do móvel e, em C, reduzindo-a. (Popularmente, em C, diz-se que está havendo “desaceleração” ou que o motorista está “freando”. Porém, em Mecânica, a palavra **aceleração** é empregada tanto nos casos em que a velocidade aumenta quanto naqueles em que ela diminui.)



Sobre o movimento de uma criança num escorregador, reflita: é um movimento uniforme ou uniformemente variado? Como você chegou a essa conclusão?

135

### Conteúdos atitudinais sugeridos

- Apreciar a compreensão de regularidades da natureza.
- Valorizar a observação como importante meio para obter informações.

Da foto de abertura e do experimento da seção *Motivação* até as atividades do *Explore diferentes linguagens* e os Projetos 2 e 3, este capítulo é rico em oportunidades para desenvolver nos estudantes o gosto pela compreensão proporcionada pela Ciência e a importância da observação como atitude fundamental para melhor entender o mundo que nos cerca. Não deixe de enfatizar aos estudantes que essas duas atitudes são desejáveis a todo cidadão.

## Item 5

Ao trabalhar as representações esquemáticas do movimento dos automóveis, apresentadas no livro do estudante, destaque a diferença entre os esquemas A, B e C.

No esquema A, a velocidade do móvel se mantém igual à medida que o tempo passa.

No esquema B, a velocidade do móvel **aumenta 4 m/s a cada segundo** transcorrido.

No esquema C, a velocidade do móvel **diminui 6 m/s a cada segundo** transcorrido.

Isso possibilita aos estudantes o entendimento conceitual do que é aceleração.

A aceleração do móvel no esquema A é nula. Nos outros dois esquemas, a aceleração não é nula.

No esquema B, a aceleração do móvel vale  $4 \text{ m/s}^2$ , o que significa que a velocidade aumenta 4 m/s a cada segundo transcorrido.

Já no esquema C, a aceleração do móvel vale  $-6 \text{ m/s}^2$ , indicando que a velocidade diminui 6 m/s a cada segundo transcorrido.

## Item 6

Esse item formaliza a discussão proposta para o item anterior, discutindo, inicialmente, a aceleração dos automóveis nos esquemas B e C e, em seguida, mostrando a expressão matemática para o cálculo da aceleração e aplicando-a aos mesmos dois exemplos B e C.

Reproduza esses cálculos em sala de aula e enfatize o significado dos resultados obtidos, confrontando com a análise feita anteriormente.

Se considerar oportuno, proponha aos estudantes uma atividade para reforçar a compreensão do cálculo da aceleração de um movimento. Apresente a situação a seguir, transcrevendo-a ou esquematizando-a na lousa, e peça aos estudantes que a resolvam, apresentando uma argumentação que sustente a resposta dada.

Um trem movimenta-se a 72 km/h, quando o maquinista percebe a existência de um obstáculo nos trilhos mais à frente. Para evitar um acidente, ele aciona os freios e, como resultado, o trem para completamente 4 s após esse acionamento. Qual é a aceleração média do trem, expressa em metro por segundo ao quadrado ( $\text{m/s}^2$ ), nesse intervalo de tempo de 4 s?

Para obter a resposta na unidade desejada ( $\text{m/s}^2$ ), os estudantes primeiramente devem converter a velocidade inicial do trem para  $\text{m/s}$ .

$$72 \text{ km} = 72000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

A velocidade (em  $\text{m/s}$ ) é:

$$v_i = \frac{72000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$v_i = 20 \text{ m/s}$$

Como  $v_f = 0 \text{ m/s}$ , temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$a = \frac{0 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}{4 \text{ s} - 0 \text{ s}}$$

$$a = \frac{-20 \text{ m/s}}{4 \text{ s}}$$

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

Neste momento, é muito importante que você realize com os estudantes uma interpretação do resultado obtido, de maneira similar à que expusemos anteriormente.

A interpretação do resultado obtido é que a **velocidade do trem diminui 5 m/s a cada segundo**.

No instante inicial considerado (isto é, no momento exato do acionamento dos freios), a velocidade era 20 m/s. Após:

- 1 s de frenagem, ela diminuiu para 15 m/s;
- mais 1 s (tempo total = 2 s), diminuiu para 10 m/s;
- mais 1 s (tempo total = 3 s), diminuiu para 5 m/s; e
- mais 1 s (tempo total = 4 s), diminuiu para 0 m/s.

## Atividades

Ao final do item 6, o momento é oportuno para propor os exercícios 10 a 12 do *Use o que aprendeu*.

Seja  $v_i$  a velocidade no instante  $t_i$  e  $v_f$  a velocidade no instante  $t_f$ . A variação de velocidade,  $\Delta v$ , é dada por  $v_f - v_i$ , e ocorre durante o intervalo de tempo  $\Delta t = t_f - t_i$ . A aceleração,  $a$ , é definida da seguinte maneira:

**Em palavras:** A aceleração média de um móvel em movimento retilíneo uniformemente variado, num certo intervalo de tempo, é igual à variação de velocidade dividida pelo intervalo de tempo.

**Em equação:**  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  ou  $a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

Aplicando essa definição a um determinado intervalo de tempo do movimento B, por exemplo, entre 0 s e 1 s (destacado na ilustração), podemos calcular a aceleração envolvida nesse movimento:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{4 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{1 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2$$

Fazendo o mesmo para o movimento C, entre 0 s e 1 s (destacado na ilustração), chegamos a:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{18 \text{ m/s} - 24 \text{ m/s}}{1 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -6 \text{ m/s}^2$$

O sinal de menos, nesse último caso, indica que a aceleração provoca redução na velocidade.

A unidade de aceleração que surgiu nesse cálculo é  $\text{m/s}^2$ , que se lê **metro por segundo ao quadrado**. Vejamos o que significa essa unidade.

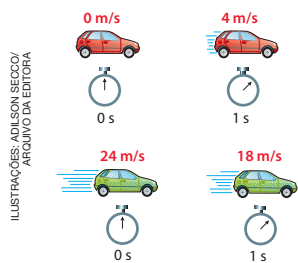
Em B, a aceleração é  $4 \text{ m/s}^2$ . Isso significa que a velocidade aumenta 4 m/s em cada segundo, ou seja, **aumenta 4 m/s por segundo**. Isso pode ser escrito como  $4 \text{ m/s}^2$ .

De modo similar, no caso C, a velocidade **se reduz em 6 m/s em cada segundo**, o que é expresso como  $-6 \text{ m/s}^2$ .

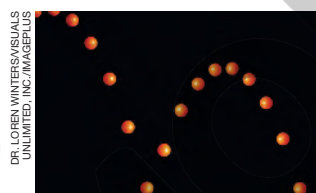
E no caso do movimento A, o que podemos dizer sobre a aceleração? Como a **velocidade é constante**, a variação de velocidade,  $\Delta v$ , é nula e, portanto, a **aceleração é nula (zero)**. Isso equivale a dizer que a velocidade não varia ao longo do tempo.

## 7 Queda livre

Alguns laboratórios dispõem de métodos que permitem acompanhar e registrar detalhes sobre objetos em queda. Um exemplo é o uso de **fotografias estroboscópicas**, como a que é mostrada na imagem. É possível, nesses laboratórios, registrar a posição de um móvel em queda e determinar sua velocidade em diversos instantes. Também é possível investigar a queda de objetos num ambiente onde foi feito **vácuo** (isto é, de onde se retirou o ar, da melhor maneira possível) e, portanto, onde **não** estão sujeitos à **resistência do ar**.



Representação esquemática da variação da velocidade em um determinado intervalo de tempo. (Esquema fora de proporção.)



Uma fotografia estroboscópica registra sucessivas posições de um móvel, a intervalos regulares de tempo. Nessa foto, uma bola em queda descreve uma trajetória não retilínea a partir do lado esquerdo, bate no chão, sobe e volta a descer. O intervalo de tempo em que a foto foi tirada encerrou-se após a bola atingir o chão pela segunda vez, na última posição à direita.

## Item 7

Ao abordar esse item, explique que é possível investigar a queda de objetos em um ambiente do qual se utilizou uma bomba de vácuo para retirar o ar da melhor maneira possível. Nesse ambiente, objetos em queda não estão sujeitos à resistência do ar. Explique que estudos desse tipo permitiram constatar que todos os objetos, abandonados no vácuo a partir do repouso, caem verticalmente com aumento progressivo da velocidade (movimento acelerado) e que o movimento de queda não depende da forma, do tamanho ou da massa do objeto.

Explique que a queda sem a resistência do ar e sem a atuação de nenhum outro fator que se oponha ao movimento é denominada **queda livre**. Nessas circunstâncias, o único fator que atua no movimento do objeto é a atração gravitacional (ou atração da gravidade) da Terra. O valor dessa aceleração será mostrado no item 8.

Estudos criteriosos revelaram que todos os objetos, uma vez abandonados no vácuo, descrevem uma **trajetória vertical** de queda na qual a **velocidade aumenta progressivamente**. Esses estudos também revelaram que a queda de objetos no vácuo ocorre sempre da mesma maneira, independentemente da forma, do tamanho ou da massa.

Quando um objeto cai livremente, sem a resistência do ar e sem a atuação de nenhum outro fator que se oponha ao movimento, dizemos que ele está em **queda livre**. Nessas circunstâncias, o único fator que atua no movimento do objeto é a **atração gravitacional** (ou **atração da gravidade**) da Terra.

## 8 Aceleração da gravidade

A figura mostra alguns dados experimentais sobre um objeto em queda livre. Trata-se de um movimento acelerado em que a velocidade aumenta uniformemente com o passar do tempo.

O valor da aceleração é o mesmo para todos os corpos em queda livre na superfície da Terra numa mesma localidade. É denominado **aceleração da gravidade** e é simbolizado pela letra  $g$ .

O valor de  $g$  se altera de modo pouco significativo ao nos movimentarmos dos polos em direção à linha (imaginária) do Equador terrestre. O valor médio da aceleração da gravidade é:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Voltando ao desenho, a cada segundo de queda, o móvel tem sua velocidade aumentada em  $9,8 \text{ m/s}$ , o que revela que ele está submetido à aceleração de  $9,8 \text{ m/s}^2$ , ou seja,  **$9,8 \text{ m/s}$  a cada segundo**.

Para efeitos práticos, é comum o valor de  $g$  ser aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$ .

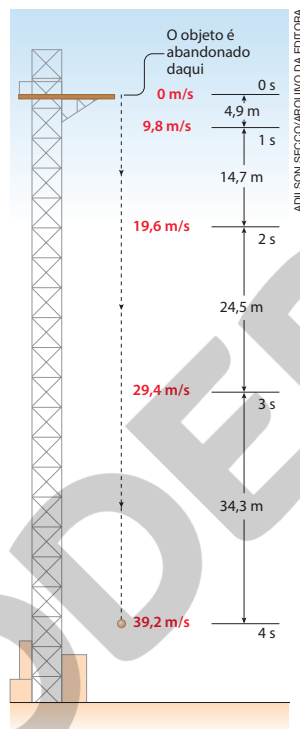
### EM DESTAQUE

#### Galileu e a queda livre

Para estudar a queda livre, Galileu teve de contornar alguns problemas. Um deles foi a marcação de pequenos intervalos de tempo, já que, na época, ainda não havia relógios suficientemente precisos. Ele avaliava pequenos intervalos de tempo verificando, por exemplo, a quantidade de água que escoava por um tubo para fora de um recipiente.

Outro problema que Galileu teve de superar foi o fato de que, mesmo com esse engenhoso método para marcar tempo, era muito difícil estudar diretamente objetos em queda, já que o movimento é muito rápido.

Então, Galileu resolveu investigar o comportamento de bolas rolando por um plano inclinado, uma rampa. Ele percebeu que, num plano com certa inclinação, o movimento da bola era uniformemente variado.



Dados referentes a um objeto em queda livre.

Fonte: SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021. p. 35.

Consequentemente, deduzimos que  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . (De fato, o valor de  $g$  depende do raio da Terra, o qual varia dos polos para a linha do Equador. Essa variação é relativamente pequena e não influencia o estudo introdutório realizado neste capítulo.)

## Atividades

Ao final do item 8, é oportuno propor os exercícios 13 a 18 do *Use o que aprendeu* e as atividades 2 a 4 do *Explore diferentes linguagens*.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto "Quanto dura um salto?".

## Interdisciplinaridade

Em atividade conjunta com Matemática, pode-se propor aos estudantes que elaborem um gráfico de espaço percorrido (no eixo  $y$ ) em função do tempo (no eixo  $x$ ), em papel quadriculado ou milimetrado, com os dados da figura do item 8, que mostra um objeto em queda livre.

Elaborado corretamente, o gráfico permite concluir que a relação entre o espaço percorrido em um movimento uniformemente variado e o tempo transcorrido **não é linear**. De modo análogo, pode-se repetir essa atividade com os dados do movimento da bicicleta na atividade 2 do *Explore diferentes linguagens*.

Com auxílio do docente de Matemática, é possível conduzir os estudantes à percepção de que se trata de um ramo de parábola, obedecendo a uma expressão do tipo  $y = k \cdot x^2$ .

Para comparação, pode-se elaborar um gráfico de espaço percorrido em função do tempo para um móvel em movimento retilíneo e uniforme, no qual ficará evidente que **existe uma relação linear** entre o espaço percorrido e o tempo transcorrido.

Recomendamos um vídeo que você pode exibir em aula sobre queda livre em ambiente evacuado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&t>. Acesso em: 31 jul. 2022. Se a legenda não estiver em português, escolha esse idioma clicando no ícone de engrenagem na parte inferior do vídeo. O vídeo compara a queda de uma bola de boliche e a de penas, mostrando que, na presença de ar, a bola atinge o chão primeiro. A seguir, o experimento é repetido em situação de alto vácuo (a instalação mostrada é a maior câmara de vácuo já construída) e filmado em câmera lenta, deixando evidente que, nessa situação de queda livre, os objetos atingem o chão simultaneamente.

## Item 8

Para mostrar o valor da aceleração da gravidade ( $g$ ), analise com os estudantes o esquema mostrado. Enfatize que a velocidade instantânea do movimento de queda **aumenta  $9,8 \text{ m/s}$  a cada segundo**.

## Projeto

O **Projeto 3** (do final do livro do estudante) pode ser realizado a esta altura do curso. Nele, um plano inclinado é usado para comparar a aceleração de “queda” dos corpos, de modo similar ao usado por Galileu.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, junto da respectiva ocorrência no final do livro do estudante.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **aceleração** Variação da velocidade dividida pelo intervalo de tempo em que ocorreu.
- **aceleração da gravidade** Aceleração adquirida por um objeto caindo sob ação exclusiva da força da gravidade.
- **queda livre** Movimento de queda de um objeto submetido exclusivamente à atração gravitacional.

## Atividades

Após leitura em sala e interpretação dos textos *Em destaque* do item 8, proponha as atividades 5 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

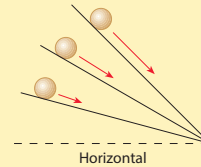
## De olho na BNCC!

O texto *Em destaque* “Por que as gotas de chuva não machucam” propicia uma nova oportunidade para desenvolver a **competência geral 2** e a **competência específica 2**, já mencionadas neste capítulo.

Na seção *Use o que aprendeu*, a foto da atleta jamaicana Elaine Thompson-Herah (na atividade 11) vincula-se ao desenvolvimento da **competência geral 6**, pois estimula valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que possibilitem ao estudante 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.

Comparando, por exemplo, o movimento de uma bola de latão, uma de ferro e outra de chumbo, todas de mesmo diâmetro e num mesmo plano inclinado, Galileu verificou que, apesar de possuírem **massas diferentes**, se movimentavam com a **mesma aceleração**.

Quando aumentava a inclinação do plano, o movimento continuava a ser uniformemente variado, mas a aceleração das bolas passava a ser maior do que no caso anterior.



ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

Após realizar experimentos como esses, Galileu concluiu que, aumentando cada vez mais a inclinação do plano, se chegaria à situação extrema em que ele estaria na vertical, ou seja, em que as bolas estariam em queda, em vez de rolar. Tudo indicava, portanto, que um objeto em queda se movia sob ação de uma **aceleração constante** e que essa aceleração era a **mesma, qualquer que fosse a massa do objeto**.

Galileu atribuiu à **resistência do ar** o fato de objetos bem leves demorarem mais para cair.



PALLO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

Em 1971, mais de três séculos após a morte de Galileu, o astronauta estadunidense David Scott, da missão Apollo 15, fez uma demonstração envolvendo as ideias de Galileu sobre queda livre. Na superfície da Lua, ele segurou um martelo e uma pena, cada qual em uma mão. Com os braços estendidos a uma mesma altura, soltou, num mesmo instante, os dois objetos e verificou que ambos chegaram simultaneamente ao solo lunar! Na Lua não há atmosfera e, portanto, não existe resistência do ar.

Elaborado com dados obtidos de: OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. *Inquiry into Physics*. 8. ed. Boston: Cengage, 2018.

### Use a internet

O vídeo da demonstração ilustrada pode ser encontrado na internet. Dê uma busca de vídeos usando as palavras *David Scott lua*, ou *David Scott pena e martelo*.

### ATIVIDADE

A-2

### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- aceleração
- aceleração da gravidade
- queda livre

138

O desenvolvimento da **competência específica 3** é favorecido pelas atividades 12 e 13 da seção *Use o que aprendeu* e 1, 4, 5 e 7 da seção *Explore diferentes linguagens*, uma vez que elas contribuem para compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e social, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Protagonismo da mulher e cultura de paz

A foto da atleta Elaine Thompson-Herah (atividade 11 da seção *Use o que aprendeu*) suscita a oportunidade de enfatizar a necessidade da **valorização do protagonismo da mulher** nas diversas áreas de atuação (esportiva, social, artística, profissional) e de insistir na relevância do esporte como atividade de união entre as pessoas e congraçamento entre os povos, alinhada à **cultura de paz** na sociedade.

## Por que as gotas de chuva não machucam?

Imagine uma gota de chuva que cai por 2 km antes de atingir o solo. Se ela estivesse, de fato, em queda livre (sem influências contrárias ao movimento de queda, tais como a resistência do ar), chegaria ao solo com velocidade de 200 m/s, o que equivale a 720 km/h!

As gotas de chuva teriam velocidade suficientemente grande para, ao atingir pessoas, provocar sérios ferimentos. Por que, então, as gotas de chuva não machucam?

Os físicos observaram que a resistência do ar é tanto maior quanto maior for a velocidade do móvel. Assim, quando um corpo cai, sua velocidade aumenta com o passar do tempo e, conseqüentemente, a resistência do ar também aumenta. Isso ocorre até chegar um momento em que a resistência do ar é suficientemente grande para fazer o corpo parar de acelerar e, a partir daí, fazê-lo cair com velocidade constante, denominada **velocidade terminal**.

A velocidade terminal das gotas de chuva é por volta de 8 m/s (o valor varia com o tamanho da gota). É a resistência do ar que as torna inofensivas.

Um paraquedista em posição horizontal, com braços e pernas abertos e com o paraquedas fechado, atinge a velocidade terminal em cerca de 10 s ou 12 s, e essa velocidade vale cerca de 58 m/s (ou 209 km/h). Uma colisão com o solo, a essa velocidade, é fatal. Em posição vertical, a velocidade terminal aumentaria dramaticamente para cerca de 83 m/s (ou 300 km/h)!

Com o paraquedas aberto, por outro lado, a velocidade terminal se reduz a 7 m/s (ou 25 km/h), o que permite pousar com relativa segurança.

Esses exemplos mostram que, para dois corpos de **mesma massa** que estão em queda — o paraquedista com paraquedas fechado ou com o paraquedas aberto —, aquele que apresentar **maior área para atuação da resistência do ar** terá **menor velocidade terminal**. No caso de corpos de **massas diferentes**, porém com **áreas iguais**, observaremos **velocidades terminais diferentes: quanto menor for a massa, menor será a velocidade terminal**.

Você pode verificar como a resistência do ar varia, dependendo da área de um objeto, usando duas folhas iguais de papel. Amasse uma delas e segure-as uma em cada mão. Estique os braços à sua frente e solte ambas simultaneamente. O que você observou? Como você explica esse resultado?

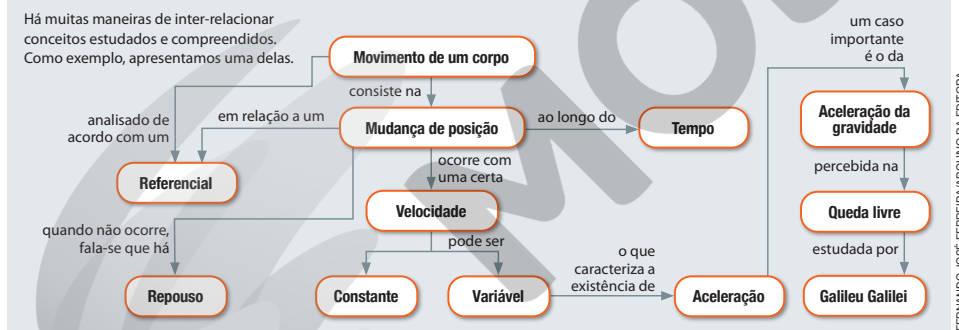


Paraquedistas atingem a velocidade terminal após 10 s ou 12 s de queda. A partir de então, o movimento deixa de ser acelerado e passa a ter velocidade constante, que, na posição em que estão os paraquedistas dessa foto, é de cerca de 209 km/h. Saltos de paraquedas seriam inviáveis se não houvesse a resistência do ar. (Na foto, paraquedistas sobre a cidade de Campinas, SP, 2020.)

Elaborado com dados obtidos de: KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. The physical universe. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

## Organização de ideias

### MAPA CONCEITUAL



139

## Respostas do Use o que aprendeu

1. Sim, é possível.

Podemos obter a velocidade média se dividirmos a distância percorrida ( $\Delta s$ ) pelo tempo transcorrido durante a realização do percurso ( $\Delta t$ ). Como a distância percorrida é de 90 km e o intervalo de tempo é de 6 h, temos:

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

$$v = \frac{90 \text{ km}}{6 \text{ h}}$$

$$v = 15 \text{ km/h}$$

2. De forma análoga ao que foi feito na atividade anterior, temos:

$$v = \frac{100 \text{ m}}{50 \text{ s}}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

3. De  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , segue que:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 80 \text{ km/h} \cdot 0,5 \text{ h}$$

$$\Delta s = 40 \text{ km}$$

4. a) A velocidade média do avião é calculada assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3000 \text{ km}}{2 \text{ h}}$$

$$v = 1500 \text{ km/h}$$

b) **Supersônico** é algo que se move ou pode se mover com velocidade superior à do som.

c) Como a velocidade média do avião é superior à do som, conclui-se que ele é supersônico.

5. a) A distância de 72 km equivale a 72000 m.

O intervalo de 1 h equivale a 60 min, ou seja, 3600 s (60 vezes 60 s).

Então:

$$v = \frac{72000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

b) De modo análogo:

$$v = \frac{54000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

Se julgar oportuno, generalize, a partir desses casos, que podemos converter **de km/h para m/s** dividindo o valor por 3,6.

6. Uma hora é equivalente a 3600 s. Se, a cada segundo, um metro é percorrido, então a distância total percorrida é de 3600 m, ou seja, 3,6 km.

Em km/h, a velocidade é:

$$v = \frac{3,6 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 3,6 \text{ km/h}$$

7. Na situação proposta, temos:

$$\Delta t = 1,5 \text{ h}$$

$$\Delta s = 105 \text{ km}$$

Assim:

$$v = \frac{105 \text{ km}}{1,5 \text{ h}}$$

$$v = 70 \text{ km/h}$$

8. No primeiro trecho:

$$\Delta s_1 = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s_1 = 80 \text{ km/h} \cdot 2 \text{ h}$$

$$\Delta s_1 = 160 \text{ km}$$

No segundo trecho:

$$\Delta s_2 = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s_2 = 75 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ h}$$

$$\Delta s_2 = 75 \text{ km}$$

No percurso total:

$$\Delta s_{\text{total}} = \Delta s_1 + \Delta s_2$$

$$\Delta s_{\text{total}} = 160 \text{ km} + 75 \text{ km}$$

$$\Delta s_{\text{total}} = 235 \text{ km}$$

9.  $\Delta s = 259 \text{ km} - 214 \text{ km}$

$$\Delta s = 45 \text{ km}$$

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

$$60 \text{ km/h} = \frac{45 \text{ km}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 0,75 \text{ h}$$

$$\Delta t = 45 \text{ min}$$

Como o tempo de viagem será de 45 min, a chegada ocorrerá às 14 h 45 min.

10. a)  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100800 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$

$$v = 28 \text{ m/s}$$

b)  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{28 \text{ m/s}}{5 \text{ s}}$

$$a = 5,6 \text{ m/s}^2$$

11.  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{1 \text{ s}}$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

12. Na primeira metade do percurso a velocidade média é menor porque o corredor deve partir do repouso e acelerar até chegar à sua velocidade máxima. Por outro lado, o corredor já inicia a segunda metade do percurso com velocidade alta e, por isso, percorre o trecho em menor tempo.

13. De acordo com a figura do item 8, um objeto em queda livre percorre, em 3 s, a distância de 44,1 m (4,9 m + 14,7 m + 24,5 m). Essa é, portanto, a distância entre a altura de que a pedra foi solta e o nível da água, no poço.

Professor, às vezes os estudantes perguntam como calcular tais distâncias. Nesse nível de escolaridade, mais proveitoso que mostrar a equação horária, na nossa opinião, é empregar o raciocínio da atividade 2 do *Explore diferentes linguagens*.



ATIVIDADE

### Use o que aprendeu

- Um camelo percorre 90 km em 6 h. Com esses dados, é possível determinar a velocidade média do animal? Explique.
- Um atleta nada 100 m em 50 s. Mostre como obter a velocidade média do indivíduo nesse percurso.
- Um ônibus leva meia hora para realizar o percurso de Jundiaí (SP) a Campinas (SP), a uma velocidade média de 80 km/h. Qual é a distância que separa as duas cidades? Explique como chegou a essa conclusão.
- Um avião percorre a distância de Porto Alegre a Recife, que é de 3000 km, em 2 h.
  - Calcule a velocidade média do avião nesse percurso.
  - Procure em um dicionário o significado da palavra **supersônico** e escreva-o em seu caderno.
  - Considere que a velocidade do som no ar é 1235 km/h. Pode-se afirmar que esse avião é supersônico? Justifique.
- Para responder às perguntas, use as seguintes informações:
  - 1 km equivale a 1000 m;
  - 1 h equivale a 60 min;
  - 1 min equivale a 60 s.
  - Um automóvel move-se a 72 km/h. Como expressar essa velocidade em m/s?
  - Uma moto move-se a 54 km/h. Qual é sua velocidade, expressa em m/s?
- Se você caminhar com velocidade constante de 1 m/s, quantos quilômetros percorrerá em uma hora? Qual é a sua velocidade expressa em km/h?
- Às 9 h 30 min, um automóvel passa pelo marco quilométrico 340 e, às 11 h, chega ao marco quilométrico 445. Qual é a velocidade média do automóvel nesse trajeto?
- Em uma estrada, um ônibus trafegou durante duas horas com velocidade média de 80 km/h e durante mais uma hora com velocidade média de 75 km/h. Qual é a distância percorrida pelo ônibus?

- Uma moto com velocidade média de 60 km/h passa pelo quilômetro 214 de uma rodovia às 14 h. Mantendo essa velocidade, a que horas chegará a uma cidade que fica no quilômetro 259?
- Um certo automóvel parte do repouso e atinge 100,8 km/h em 5 s.
  - Converta 100,8 km/h para m/s (use dados do exercício 5).
  - Qual é a aceleração (média) do veículo, em  $\text{m/s}^2$ , nesse percurso?
- Certa atleta consegue, partindo do repouso, atingir a velocidade de 10 m/s em 1 s. Qual é a aceleração da atleta nesse intervalo de tempo?



XAVIER LAINE/GETTY IMAGES ASIAPAC/GETTY IMAGES

A atleta jamaicana Elaine Thompson-Herah (número 7) prestes a vencer a prova de 200 m rasos nas Olimpíadas de Tóquio, Japão, 2021. Elaine representa um exemplo de protagonismo feminino, que toda a sociedade deve valorizar, e seu desempenho incentiva a prática de esportes, que deve contribuir para a confraternização e a cultura de paz entre as pessoas.

- Os participantes da corrida de 100 m nas Olimpíadas levam mais tempo para percorrer a primeira metade do percurso do que para percorrer a segunda. Explique por quê.
- Para responder a esta questão, você precisará **consultar** uma das ilustrações deste capítulo e ignorar a resistência do ar. Uma pessoa solta uma pedra dentro de um poço de água e, após 3 s, ouve-a mergulhando na água. O nível da água do poço está a quantos metros da altura em que a pedra foi solta?
- Um helicóptero da ONU, parado no ar, solta caixas de mantimentos para pessoas isoladas em uma região por causa da cheia de um rio. O paraquedas de uma das caixas só abriu após 4 s. Desprezando a resistência do ar, faça uma estimativa de qual era a velocidade de queda da caixa no instante em que o paraquedas abriu.

140

Se julgar conveniente, aproveite para mostrar que **existe uma proporcionalidade bem definida entre as distâncias percorridas, em intervalos de tempo iguais e sucessivos, por um móvel que realiza movimento uniformemente variado**. Tal proporção é de 1 : 3 : 5 : 7 etc. Verifique, por exemplo, com os dados da atividade 2 do *Explore diferentes linguagens* ou da figura do item 8.

14. Como  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , a velocidade aumenta 9,8 m/s a cada segundo:

$$t = 0 \text{ s} \Rightarrow v = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s} \Rightarrow v = 9,8 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s} \Rightarrow v = 19,6 \text{ m/s}$$

$$t = 3 \text{ s} \Rightarrow v = 29,4 \text{ m/s}$$

$$t = 4 \text{ s} \Rightarrow v = 39,2 \text{ m/s}$$

Então, após 4 s de queda, a velocidade era 39,2 m/s.

15. O guepardo, ou chita (veja a foto), é o animal terrestre mais veloz que se conhece.



Guepardo, ou chita, felino africano cujo comprimento da cabeça à ponta da cauda é de 2,3 m.

Partindo do repouso, ele pode chegar a 26 m/s em apenas 2 s, exibindo espantosa aceleração.

- Calcule a aceleração do animal durante esse intervalo.
- Compare o valor obtido com a aceleração da gravidade.

16. Considere um objeto abandonado para sofrer queda livre na Lua, onde a aceleração da gravidade é  $1,6 \text{ m/s}^2$ . Qual é a velocidade do objeto após um tempo de queda de:

- 1 s?
- 2 s?
- 3 s?

17. Após um mesmo tempo de queda livre no vácuo, a velocidade de um corpo é maior na Terra ou na Lua? Por quê?

18. Uma manga está presa a um galho da mangueira, a 9,8 m de altura do solo. Subitamente, ela se desprende do galho e inicia um processo de queda livre (no qual a resistência do ar será desprezada). Após 1 s de queda, a velocidade da manga será de 9,8 m/s, mas ela não atingiu o solo. Por quê?



### ATIVIDADE

#### Explore diferentes linguagens

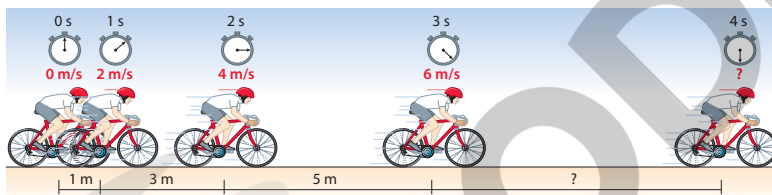
A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

#### PLACA DE TRÂNSITO

- Observe a placa ilustrada. Interprete o que significa dizer que a cidade está a 8 km, considerando o metro padrão de medida.



#### ESQUEMA



(Representação esquemática fora de proporção.)

- Uma bicicleta realiza o movimento uniformemente variado esquematizado na ilustração.
  - Determine a aceleração da bicicleta nesse percurso.
  - Calcule a média das velocidades (some e divida por 2) entre 1 s e 2 s. (Essa é a velocidade média nesse intervalo.)
  - Com base na resposta ao item b, demonstre que a distância percorrida no intervalo entre 1 s e 2 s é realmente 3 m.
  - Com base na resposta ao item a, preveja a velocidade em 4 s.
  - Use os dados da figura e os dos itens anteriores que julgar necessários para prever o espaço percorrido entre 3 s e 4 s.

141

17. Na Terra, pois a aceleração da gravidade terrestre é maior, o que provoca, a cada segundo de queda livre, um maior aumento na velocidade.

18. Se a velocidade de queda fosse 9,8 m/s durante todo o intervalo de queda (1 s), a manga teria atingido o chão, pois teria percorrido 9,8 m. No entanto, ela partiu do repouso e está sendo acelerada (9,8 m/s<sup>2</sup> é a velocidade instantânea em  $t = 1 \text{ s}$ ). A velocidade média no trecho é menor do que 9,8 m/s.

### Respostas do Explore diferentes linguagens

- A cidade de Fortaleza está a oito quilômetros (8 km) de distância, ou seja, a 8000 m de distância.

- A cada segundo, a velocidade da bicicleta aumenta 2 m/s. A aceleração é, portanto, de  $2 \text{ m/s}^2$ .

- A média entre 2 m/s e 4 m/s pode ser calculada assim:

$$v = \frac{2 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s}}{2}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

- São conhecidos a velocidade média ( $v$ ) no trecho e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ). Assim:

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

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 3 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s}$$

$$\Delta s = 3 \text{ m}$$

- Do instante 3 s para o instante 4 s, a velocidade aumentará 2 m/s, já que a aceleração é de  $2 \text{ m/s}^2$ . Assim, a velocidade no instante 4 s será de 8 m/s.

- Vamos calcular a velocidade média entre 3 s e 4 s e utilizá-la para determinar o espaço percorrido.

$$v = \frac{6 \text{ m/s} + 8 \text{ m/s}}{2}$$

$$v = 7 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 7 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s}$$

$$\Delta s = 7 \text{ m}$$

15. a) Podemos determinar a aceleração média do animal dividindo a variação da velocidade (26 m/s) pelo intervalo de tempo (2 s):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{26 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \Rightarrow a = 13 \text{ m/s}^2$$

Como curiosidade, compare com a resposta do exercício 10 b) (aceleração do automóvel).

- b) A aceleração do animal nesse percurso é maior que a da gravidade ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

16. A aceleração da gravidade lunar é  $1,6 \text{ m/s}^2$ . Então,  $v$  aumenta 1,6 m/s por segundo.

$$t = 0 \text{ s} \Rightarrow v = 0 \text{ m/s}$$

a)  $t = 1 \text{ s} \Rightarrow v = 1,6 \text{ m/s}$

b)  $t = 2 \text{ s} \Rightarrow v = 3,2 \text{ m/s}$

c)  $t = 3 \text{ s} \Rightarrow v = 4,8 \text{ m/s}$

Note que, nos itens **c** e **e** da atividade 2, mostramos como **calcular deslocamentos** de um móvel que realiza um movimento retilíneo uniformemente variado **sem precisar** da equação horária do movimento!

3. a) 10 m/s  
 b) 20 m/s  
 c) 30 m/s  
 d) Vamos fazer o inverso do exercício 5 do Use o que aprendeu, transformando de m/s para km/h. Se a velocidade do móvel é de 30 m/s, isso equivale a 30 m percorridos a cada 1 s. A distância de 30 m corresponde a 0,030 km, e o intervalo de 1 s equivale a 1 h dividida por 3600. Assim:

$$v = \frac{0,030 \text{ km}}{\frac{1 \text{ h}}{3600}}$$

$$v = \frac{0,030 \text{ km} \cdot 3600}{1 \text{ h}}$$

$$v = 108 \text{ km/h}$$

Concluímos, portanto, que a afirmação da charge **está correta**. Como o automóvel atinge a velocidade de 108 km/h em 3 s de queda livre, isso significa que ele atinge 100 km/h em um pouco menos de 3 s.

4. A afirmação **não** está correta. A aceleração de um móvel em queda livre é constante e vale  $9,8 \text{ m/s}^2$ . O que não é constante no processo é a velocidade do objeto, que aumenta  $9,8 \text{ m/s}$  a cada segundo.
5. a) Porque o fogão a gás explodiu.  
 b) É a velocidade constante com que um corpo cai, submetido à resistência do ar, atingida após algum tempo de queda, durante o qual o corpo é acelerado.  
 c) Se ele percorre 60 m a cada 1 s, então, em 4 s, ele percorrerá 4 vezes 60 m, ou seja, 240 m.

### CHARGE

3. Na charge há uma afirmação. Vamos verificar se tal afirmação está de acordo com as leis da natureza. Considere que o carro sai do repouso para queda livre (ignore a resistência do ar) e que a aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ .
- a) Qual é a velocidade do carro, em m/s, após 1 s em queda?  
 b) E após 2 s?  
 c) E após 3 s?  
 d) Usando as informações do exercício 5 do Use o que aprendeu, converta a resposta do item c para km/h. Em seguida, responda se a afirmação da charge está correta.



JOSE LUIS JUHAS/ARQUIVO DA EDITORA

### FRASE

4. Após uma aula de Mecânica, um estudante chegou à seguinte conclusão: "Quando um móvel está em queda livre, a aceleração aumenta continuamente com o passar do tempo". Essa conclusão está correta? Explique.

### TIRINHA



5. Considere que o diálogo da tirinha dura 4 s e que o paraquedista (personagem da esquerda) esteja caindo com **velocidade terminal** de 60 m/s.
- a) Nessa **absurda ficção**, por que o personagem da direita está subindo?  
 b) Explique, no contexto da Física, o que vem a ser **velocidade terminal**.  
 c) Que distância o homem em queda percorre em 4 s?  
 d) Com base em sua resposta anterior, explique por que (mesmo ignorando a situação ficcional envolvendo o personagem da direita) um diálogo de 4 s entre os personagens seria impossível.



TABELA

6. A tabela mostra a velocidade terminal de queda de gotas de chuva com tamanhos e massas diferentes.

Velocidade terminal de algumas gotas de chuva em queda	
Diâmetro da gota de chuva (mm)	Velocidade terminal (m/s)
0,0002	0,000001
0,02	0,01
0,1	0,27
0,2	0,7
1,0	4,0
2,0	6,5
5,0	9,0

Fonte: AHRENS, C. D.; HENSON, R. *Meteorology today*. 12. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 170.

- a) Por que as gotas não caem com a mesma velocidade?  
 b) Qual é a relação entre o diâmetro da gota e a velocidade terminal?

FOTOGRAFIAS

7. Os veículos das fotos têm finalidades muito diferentes. Ao ser projetado, um deles requer muito mais cuidado que os outros quanto a seu formato, pois ele é essencial para a eficiência do veículo no desempenho de sua função. Qual é esse veículo? Explique.



ROB WILSON/SHUTTERSTOCK



ROB WILSON/SHUTTERSTOCK



RAWPIXEL/SHUTTERSTOCK



STUART ELEFT/SHUTTERSTOCK

Seu aprendizado não termina aqui

Aprender continuamente envolve, entre outras coisas, sempre avaliar as informações que recebemos antes de aceitá-las ou rejeitá-las. É comum ouvirmos pessoas dizendo que os objetos mais pesados caem mais rápido que os objetos leves.

Esteja atento a isso e **NÃO** incorpore você também tal ideia.

d) Durante os 4 s do diálogo, os personagens se afastariam tanto um do outro que seria impossível um deles ouvir o que o outro está dizendo.

6. a) Porque a resistência do ar atua diferentemente em cada uma.  
 b) A tabela indica que, quanto maior o diâmetro da gota, maior a velocidade terminal.

Professor: quanto maior a massa da gota, mais tempo leva para ela atingir a velocidade terminal. (Leva mais tempo para a força resistente do ar se igualar à força peso.) Durante esse maior tempo de queda, a gota atinge velocidade mais alta.

7. O carro de corrida. Como ele atinge velocidades muito mais altas que os demais, a atuação da resistência do ar sobre ele é mais intensa. Para que ele desempenhe eficientemente o papel de atingir altas velocidades, precisa ter um formato que diminua a atuação da resistência do ar (chamado formato aerodinâmico).

Seu aprendizado não termina aqui

Reserve um tempo da aula para explorar a afirmação “os objetos mais leves caem mais rápido que os mais pesados” e identificar a persistência de alguma dúvida em relação ao conteúdo trabalhado no capítulo. Peça aos estudantes que escrevam no caderno uma explicação para justificar a **não verdade** dessa afirmação. Essa atividade permite aos estudantes desenvolver a capacidade de argumentar em textos escritos. (Pode ser útil ao docente o texto *Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar*, da parte inicial deste Manual do professor.)

Quando todos terminarem, proponha uma roda de conversa para que a turma compartilhe o que escreveu.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Grandezas escalares e grandezas vetoriais
- Conceito de força
- Contribuições de Newton para o entendimento da relação entre massa, força e aceleração
- Massa e inércia
- Massa *versus* peso
- Dinamômetro

O capítulo comenta a diferença entre as grandezas escalares e as vetoriais, apresenta as três Leis de Newton e estuda vários casos cotidianos que podem ser explicados por elas.

Não é produtivo trabalhar todos os conceitos sem que os estudantes tenham a chance de realizar atividades.

O ideal é trabalhar o capítulo em pequenas partes, ao final das quais realizam-se exercícios e outras atividades, conforme sugerido nos comentários que aparecem neste Manual do professor.

Aproveite a pergunta formulada na legenda da foto de abertura para a sondagem de concepções prévias sobre força e sobre ação e reação. Retome as respostas após trabalhar o item 10 do capítulo e convide os estudantes a reavaliar as respostas dadas.

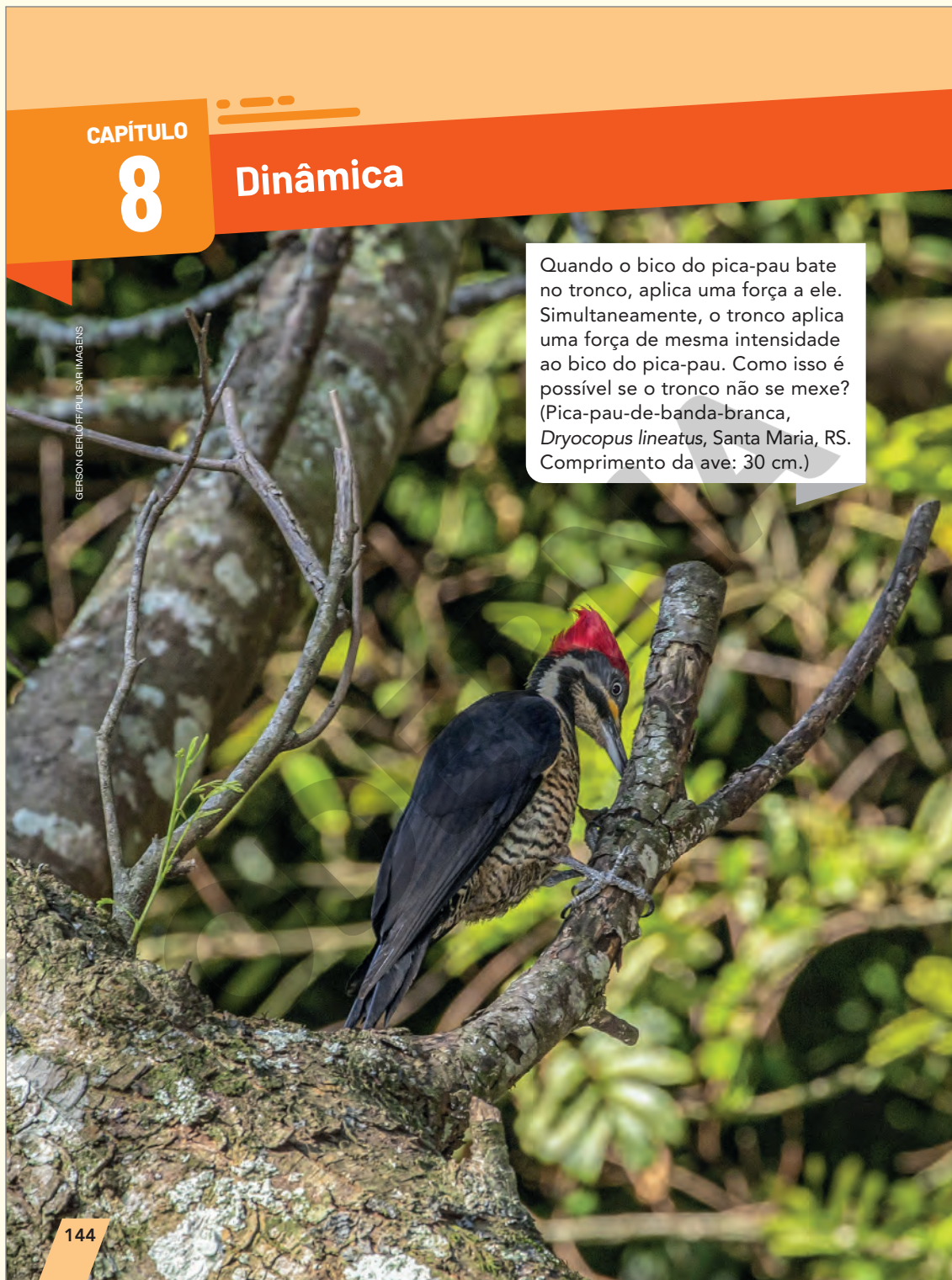
As discussões para apresentação de ideias e justificativas ajudam a desenvolver nos estudantes a capacidade de argumentar em textos orais.

### CAPÍTULO

# 8

## Dinâmica

Quando o bico do pica-pau bate no tronco, aplica uma força a ele. Simultaneamente, o tronco aplica uma força de mesma intensidade ao bico do pica-pau. Como isso é possível se o tronco não se mexe? (Pica-pau-de-banda-branca, *Dryocopus lineatus*, Santa Maria, RS. Comprimento da ave: 30 cm.)



144

### De olho na BNCC!

A foto de abertura, acompanhada do questionamento inicial feito em sua legenda, favorece o desenvolvimento: da **competência geral 2**, pois incentiva os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar hipóteses; e da **competência específica 3**, porque estimula a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e social, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Motivação

Vamos imaginar que os três piratas ilustrados tenham enterrado um tesouro e elaborado um mapa, em **três partes**, com instruções para chegar a ele. A primeira parte indica a exata posição de uma rocha, que é o ponto de partida para a busca do tesouro. A segunda parte diz que é preciso:

- caminhar 4 m\* para norte
- caminhar 4 m para leste
- caminhar 2 m para sul
- caminhar 3 m para oeste
- caminhar 2,82 m para sudeste

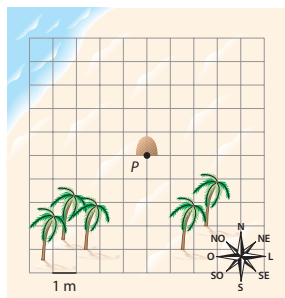
A terceira parte diz qual é a **sequência** em que devem ser seguidas as orientações da segunda parte do mapa.

O mapa foi rasgado em três pedaços, e cada pirata levou consigo uma das três partes, combinando reencontrarem-se após 20 anos. Acontece que, nesse período, o pirata que ficou com a terceira parte morreu e nunca mais se soube do paradeiro da sua parte do mapa.

Antes de prosseguir na leitura, pense e responda: existe algum jeito de os outros dois piratas encontrarem o tesouro já na primeira tentativa? Explique o raciocínio que você usou.



RODRIGO ABRAXA  
ARQUIVO DA EDITORA



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

A rocha, que é o local de partida, está no ponto P. Reflita: onde estará o tesouro?

## Desenvolvimento do tema

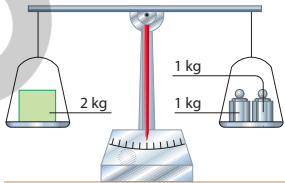
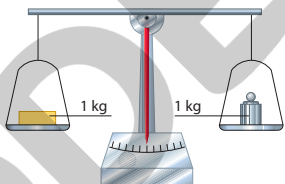
### 1 Massa: uma abordagem inicial

Galileu estudou os movimentos, preocupando-se com sua descrição matemática (capítulo anterior). Credita-se a outro cientista, o inglês **Isaac Newton** (1642-1727), esclarecer o que faz um corpo passar a se mover e como ele pode, ou não, manter-se em movimento, dependendo das circunstâncias. Neste capítulo, estudaremos as contribuições de Newton para a Mecânica, que são expressas em três leis, conhecidas como **Leis de Newton**. Ao estudá-las, será possível compreender melhor o que é massa, o que é peso e qual a distinção entre essas duas grandezas, assuntos que fazem parte de uma área da Mecânica chamada **Dinâmica**.

Vamos, **numa primeira abordagem**, considerar **massa** uma propriedade dos objetos que pode ser determinada com o uso de uma balança de dois pratos, como a que aparece nos desenhos.

O primeiro passo para determinar a massa de objetos é a escolha de um padrão. O padrão de massa mais conhecido e utilizado é o **quilograma**, simbolizado por kg.

Dizer que um objeto possui massa de 1 kg (um quilograma) significa dizer que, ao colocá-lo num dos pratos da balança, o equilíbrio será estabelecido pondo no outro prato o objeto padrão de massa 1 kg. Um objeto possui massa de 2 kg (dois quilogramas) quando, colocado num dos pratos da balança, o equilíbrio é atingido com 2 objetos de massa 1 kg no outro prato. E assim por diante.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

(Representação esquemática fora de proporção.)

\* Na época das Grandes Navegações, em que se passavam as histórias de piratas, não existia a unidade metro (m). Mas isso pouco importa, já que essa é uma história inventada.

## Motivação

A história fictícia envolvendo os piratas e o mapa do tesouro apresentada na seção **Motivação** do início do capítulo é uma das possíveis maneiras de dar significado aos conceitos de vetor e de adição vetorial.

Os desenhos do final do item 3 mostram três maneiras de adicionar os cinco vetores deslocamento que constam do mapa do tesouro, possibilitando encontrá-lo mesmo sem saber qual é a sequência que estava no mapa original.

Existem 120 sequências diferentes para a adição desses vetores, e todas conduzem ao mesmo vetor resultante. Exemplos são apresentados aos estudantes e eles serão solicitados a propor outras sequências (veja comentário mais à frente, neste Manual do professor).

## De olho na BNCC!

As seções **Motivação** deste capítulo (que antecedem o item 1, o item 5, o subitem **Sentido e direção em que ocorre a atuação da força peso**, do item 7, e o item 10) colaboram para a continuidade do trabalho com a (já mencionada) **competência geral 2**. Além disso, contribuem para que os estudantes desenvolvessem a **competência específica 2**, no que diz respeito a 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 e tecnológicas e continuar aprendendo.

## Itens 1 e 2

No item 1, retome a ideia de massa como grandeza que pode ser medida com uma balança de dois pratos e suas unidades mais importantes.

No item 2, formalize o que é uma grandeza escalar, usando exemplos já conhecidos dos estudantes.

### Item 3

O livro do estudante apresenta noções sobre vetores. Mesmo não havendo a apresentação de uma abordagem em profundidade, é necessária muita atenção por parte do professor no que diz respeito às três características fundamentais de um vetor: módulo, direção e sentido.

Particularmente, merece atenção o conceito de módulo, pois é provável tratar-se de algo totalmente novo para os estudantes.

Como a ideia do capítulo é evidenciar o caráter vetorial da grandeza força, vale ressaltar que o módulo de uma força é a intensidade dessa força, geralmente expressa em newton.

### Conteúdos procedimentais sugeridos

- Propor diferentes sequências para a adição vetorial de um mesmo conjunto de vetores e realizar essa adição (que conduz à percepção de que a ordem dos vetores não afeta o resultado).
- Realizar um experimento para comprovar a inércia.
- Constatar que a força peso atua na direção vertical, por meio da realização de um experimento com materiais de fácil acesso.
- Perceber, por experimentação com materiais simples, uma manifestação do Princípio da Ação e Reação.
- Simular medidas com dinamômetro usando um elástico de borracha.

O primeiro conteúdo listado está relacionado ao *Para fazer no seu caderno* do item 3, que possibilita o desfecho da situação-problema apresentada na seção *Motivação* que abre o capítulo.

Os demais conteúdos referem-se aos experimentos das seções *Motivação* que antecedem os itens 5, 8 e 10 e também ao experimento da atividade 9 do *Explore diferentes linguagens*.

A tonelada e o grama são, respectivamente, múltiplo e submúltiplo importantes do quilograma:

1 tonelada	=	1 t	=	1 000 kg
1 grama	=	1 g	=	0,001 kg

Mais à frente, neste mesmo capítulo, daremos uma interpretação mais ampla para o conceito de massa.

## 2 Grandezas escalares

**Grandeza** é tudo aquilo que pode ser medido. Existem grandezas que estão totalmente caracterizadas quando informamos o valor numérico e a unidade em que foram medidas. Assim, por exemplo, se dizemos que a temperatura de uma sala é de 25 °C (vinte e cinco graus Celsius), utilizamos um número (25) e uma unidade (°C). Da mesma maneira, ao dizer que a massa de uma pessoa é 70 kg, informamos o valor numérico (70) e a unidade (kg).

Grandezas que estão totalmente expressas por um valor numérico seguido de uma unidade são denominadas **grandezas escalares**. São exemplos a temperatura e a massa.

Há, por outro lado, grandezas que precisam de mais que apenas número e uma unidade para estarem caracterizadas. É o caso dos deslocamentos indicados no mapa dos piratas (na seção *Motivação*, que inicia este capítulo).

## 3 Grandezas vetoriais

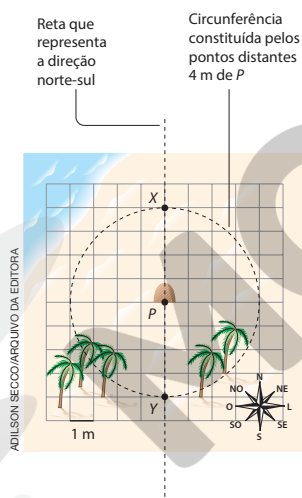
### Grandeza vetorial tem módulo, direção e sentido

Vamos designar os deslocamentos envolvidos na busca do tesouro do seguinte modo:

- A – caminhar 4 m para norte
- B – caminhar 4 m para leste
- C – caminhar 2 m para sul
- D – caminhar 3 m para oeste
- E – caminhar 2,82 m para sudeste

Considere o deslocamento A. O valor 4 m é o **módulo** do deslocamento, ou seja, a distância a se deslocar. No entanto, dizer apenas que é preciso caminhar 4 m não é fazer uma indicação precisa. O ponto final desse deslocamento pode ser qualquer local situado a 4 m de distância do ponto de partida, como mostra a figura.

Surge, então, a dúvida: caminhar em que **direção**? Se dissermos “caminhar 4 m na direção norte-sul”, restringiremos a localização final a apenas duas possibilidades, representadas pelos pontos X e Y da figura.



Surge, então, uma última pergunta: caminhar em que **sentido**: de norte para sul ou de sul para norte? A indicação “caminhar 4 m para norte” deixa subentendido que é um deslocamento na direção norte-sul e no sentido de sul para norte, o que conduz ao ponto X da figura anterior.

Portanto, a indicação “caminhar 4 m para norte” presta três informações necessárias para caracterizar o deslocamento: o **módulo** (4 m), a **direção** (norte-sul) e o **sentido** (de sul para norte).

Toda grandeza que é caracterizada por um módulo, uma direção e um sentido é denominada **grandeza vetorial**.

### Vetor

Uma grandeza vetorial pode ser representada geometricamente por meio de um segmento de reta orientado, denominado **vetor**.

Os vetores costumam ser representados por letras sobre as quais se desenha uma pequena seta, como  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$ .

Na figura A, são mostrados dois deslocamentos representados pelos vetores  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$ , ou seja, são mostrados dois segmentos de reta orientados. A orientação do segmento no desenho é feita usando a ponta de seta.

O deslocamento  $\vec{A}$  é representado por um vetor que indica sua **direção** (norte-sul), seu **sentido** (de sul para norte) e seu **módulo** (4 m). De modo similar, o outro deslocamento mostrado na figura é representado pelo vetor  $\vec{B}$ , que também indica **direção** (leste-oeste), **sentido** (do oeste para leste) e **módulo** (4 m).

### Adição de vetores

Partindo de certo local, por exemplo, o ponto P da figura B, e seguindo as instruções:

- caminhar 4 m para norte (deslocamento representado pelo vetor  $\vec{A}$ );
- caminhar 4 m para leste (deslocamento representado pelo vetor  $\vec{B}$ ).

Assim, chegamos ao local marcado com a letra Q.

O segmento de reta orientado do ponto P ao ponto Q representa o deslocamento total, ou deslocamento resultante, indicado por  $\vec{R}$ .

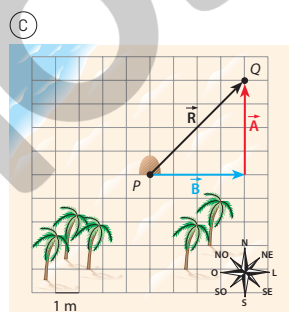
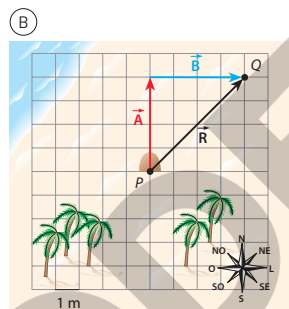
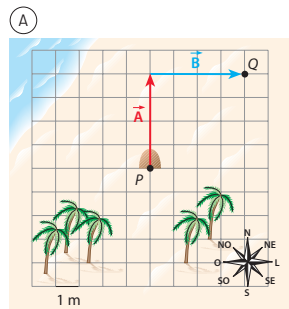
O vetor  $\vec{R}$  é o vetor soma, ou seja, o resultado da adição dos vetores  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$ , indicada assim:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$$

A figura C mostra o que aconteceria se o deslocamento  $\vec{B}$  fosse realizado antes do deslocamento  $\vec{A}$ . Perceba que o vetor resultante  $\vec{R}$  seria o mesmo. Em outras palavras, uma adição vetorial fornece o mesmo resultado, **qualquer que seja a ordem** dos vetores envolvidos:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A} = \vec{R}$$

Ficou mais fácil responder se existe algum jeito de os piratas encontrarem o tesouro na primeira tentativa?



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

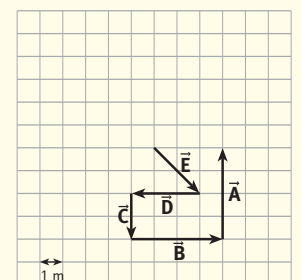
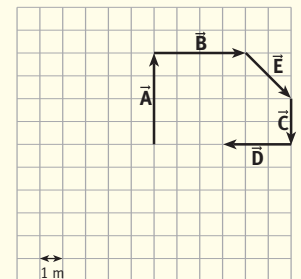
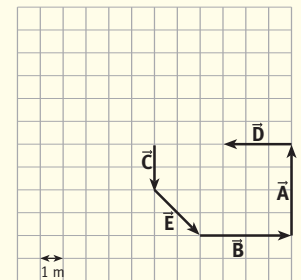
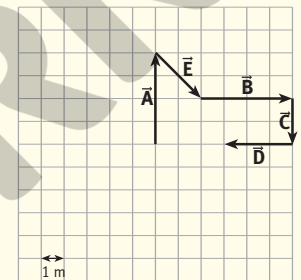
### Para fazer no seu caderno

Os desenhos do final do item 3 mostram três maneiras de realizar a adição dos vetores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$ ,  $\vec{D}$  e  $\vec{E}$ .

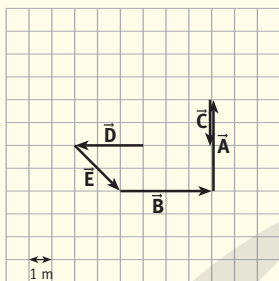
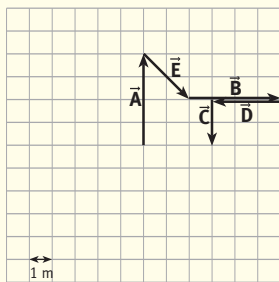
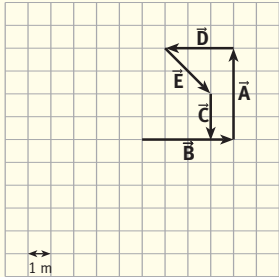
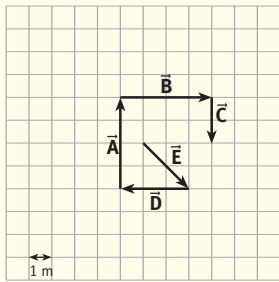
O *Para fazer no seu caderno*, referente a eles, solicita outros três modos.

Há, ao todo, 120 (isto é, cinco fatorial, 5!) seqüências diferentes possíveis para ordenar esses cinco vetores, e todas conduzem ao mesmo vetor resultante  $\vec{R}$ .

Alguns outros exemplos de seqüências estão mostrados a seguir. Por simplicidade, para não congestionar as figuras, o vetor resultante não foi representado.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

### Amplie o vocabulário!

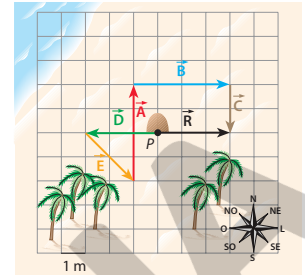
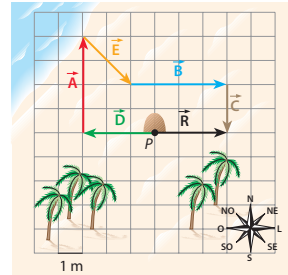
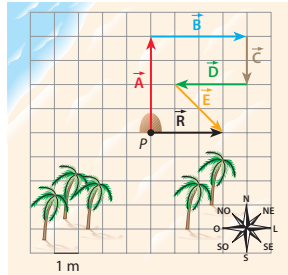
Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **grandeza** Tudo o que pode ser medido.
- **grandeza escalar** Grandeza que pode ser expressa por um número acompanhado (se for necessário) de uma unidade.
- **grandeza vetorial** Grandeza que, para ser expressa, requer módulo (um número acompanhado, se necessário, de uma unidade), direção e sentido.
- **vetor** Entidade matemática que se caracteriza por módulo, direção e sentido.

### ATIVIDADE

#### Para fazer no seu caderno

Faça um quadriculado e proponha nele outras três seqüências, pelo menos, para adicionar os vetores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$ ,  $\vec{D}$  e  $\vec{E}$ .



## 4 Força

### Força é uma grandeza vetorial

Em nossa vida cotidiana estamos acostumados a usar a palavra **força** associada a empurrar ou a puxar objetos.

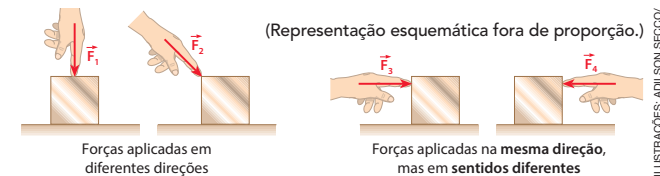
Uma **força** é capaz de alterar a situação de repouso ou de movimento de um corpo, de deformar um corpo ou, ainda, de anular a ação de uma outra força. Por enquanto, vamos nos valer da noção cotidiana de que aplicar uma força a um objeto é empurrá-lo ou puxá-lo.

Quando aplicamos uma força a um objeto, ela é aplicada com certa intensidade (módulo), em certa direção e certo sentido. **Força** é, portanto, uma **grandeza vetorial**, como mostra o desenho.



(Representação esquemática fora de proporção.)

A unidade mais usada para expressar intensidade de forças é o **newton**, simbolizado por N. O significado de uma força de 1 N (lê-se “um newton”) será visto ainda neste capítulo.



(Representação esquemática fora de proporção.)

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- grandeza
- grandeza escalar
- grandeza vetorial
- vetor

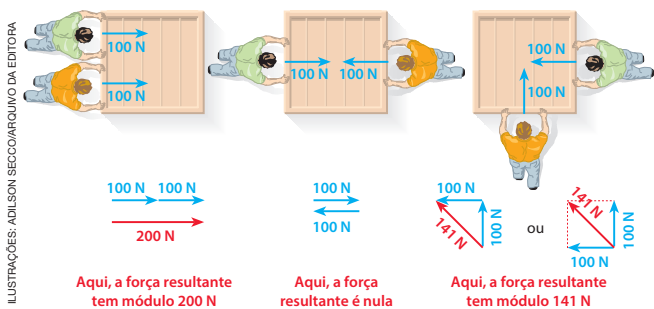
#### Saiba de onde vêm as palavras

“Escalar” tem origem na palavra “escala”, a qual vem do latim *scala*, que significa escada.  
 “Vetor” vem do latim *vectore*, portador, transmissor, condutor.

## Força resultante

Imagine duas pessoas tentando mover um objeto, por exemplo, um caixote apoiado sobre o chão. Se cada uma delas aplicar uma força de 100 N, poderemos adicionar vetorialmente ambas as forças a fim de obter a **força resultante**, ou seja, a força cujo efeito equivale ao efeito das forças vetorialmente adicionadas.

Conforme mostram os desenhos, a força resultante depende da direção e do sentido das forças de 100 N aplicadas ao corpo.



Aqui, a força resultante tem módulo 200 N

Aqui, a força resultante é nula

Aqui, a força resultante tem módulo 141 N

(Representação esquemática fora de proporção.)

### ATIVIDADE

#### Para fazer no seu caderno

Duas forças, uma de 50 N e outra de 30 N, são aplicadas a um corpo. Como aplicá-las para obter a resultante de maior módulo possível? E para obter a resultante de menor módulo possível?

## Interdisciplinaridade

No subitem *Força resultante*, ao analisar em sala o terceiro esquema da direita, aquele em que dois vetores de módulo 100 N perpendiculares entre si são adicionados, recorde com os estudantes o **Teorema de Pitágoras**, estudado em Matemática, e utilize-o para mostrar que a hipotenusa de um triângulo retângulo com catetos de medida 100 vale 141.

No caso, temos:

- hipotenusa =  $F_R$
- cateto = 100 N
- cateto = 100 N

Então:

$$(F_R)^2 = (100 \text{ N})^2 + (100 \text{ N})^2$$

$$(F_R)^2 = 20000 \text{ N}^2$$

$$F_R = \sqrt{20000 \text{ N}^2}$$

$$F_R = 141 \text{ N}$$

#### Para fazer no seu caderno

A meta é levar os estudantes a concluir que, se os vetores de módulos 50 N e 30 N estiverem na mesma direção e no mesmo sentido, a resultante terá o maior módulo possível (80 N) e, se estiverem na mesma direção, mas em sentidos opostos, a resultante terá o menor módulo possível (20 N).

#### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **força** Grandeza vetorial que, aplicada a um corpo, pode alterar sua situação de repouso ou de movimento.
- **força resultante** Força que produziria efeito equivalente ao de todas as forças que atuam simultaneamente sobre um corpo.

#### Motivação

A ideia do experimento é que os estudantes percebam, no caso do puxão rápido e repentino, a tendência de a moeda permanecer em repouso, o que fará com que ela, após a remoção do cartão, caia no interior do copo.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- força
- força resultante

#### Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

#### Objetivo

- ▶ Investigar um fato relacionado ao Princípio da Inércia (Primeira Lei de Newton).

Você vai precisar de:

- copo
- moeda
- pedaço de cartolina um pouco maior que a "boca" do copo

#### Procedimento

1. Coloque a moeda sobre o pedaço de cartolina e este sobre a "boca" do copo, como mostra a figura.
2. Dê um rápido puxão horizontal no pedaço de cartolina e observe o que ocorre com a moeda. Esse puxão deve ser o mais rápido e repentino possível.
3. Repita o item 2, só que puxando vagarosamente a cartolina. Que diferença você nota em relação ao caso anterior?
4. Por que ocorre essa diferença?



REINALDO VIGNATI/  
ARQUIVO DA EDITORA

## Item 5

Apresente o Princípio da Inércia, conforme exposto no livro do estudante.

Analise em sala a situação envolvida na primeira foto. Ao bater no fundo do frasco com canela, a pessoa aplica uma força que acelera todo o conjunto constituído por frasco, tampa e canela em pó. Como a outra mão da pessoa está segurando o frasco, isso impede que ele prossiga indefinidamente em movimento. Já a canela em pó que está obstruindo os furos da tampa (por não estar firmemente aderida a eles) é projetada para a frente, o que desobstrui os furos da tampa.

A seguir, analise com os estudantes a outra foto do item, ressaltando a importância do uso do cinto de segurança. Em caso de colisão, esse dispositivo impede que os ocupantes do veículo prossigam em movimento (o que ocorreria devido à inércia), evitando que se choquem contra partes internas do próprio veículo.

## TCT Cidadania e Civismo

Em conjunto com sua legenda, a foto que mostra uma mulher afivelando o cinto de segurança contribui para o trabalho com o TCT Educação para o Trânsito, inserido na macroárea Cidadania e Civismo.

## De olho na BNCC!

No item 5, a foto que ressaltava a importância do cinto de segurança oportuniza o amadurecimento: da **competência geral 10**, pois incentiva a agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos e inclusivos; e da **competência específica 4**, porque estimula a avaliar aplicações e implicações culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo.

## Desenvolvimento do tema

### 5 Primeira Lei de Newton

#### Enunciado da Primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia)

Imagine que fosse possível a um astronauta, no espaço distante, estar longe da influência de qualquer corpo celeste. Se ele aplicasse uma força sobre uma bola para colocá-la em movimento, a bola, livre da resistência do ar e do atrito com outros corpos, continuaria para sempre em movimento retilíneo e uniforme.

A Primeira Lei de Newton, ou Princípio da Inércia, pode ser enunciada como: *Um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante. E um corpo que está em movimento retilíneo e uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante.*

Que o estado de repouso é uma tendência natural e que ele só é alterado devido à aplicação de uma força é uma afirmação relativamente fácil de aceitar, pois está de acordo com muitas observações cotidianas. A grande inovação da Primeira Lei de Newton é considerar o movimento retilíneo e uniforme um estado equivalente ao repouso, e afirmar, portanto, que esse estado também só pode ser alterado mediante a atuação de uma força resultante. (A situação de movimento perpétuo não nos parece óbvia porque vivemos em um planeta no qual há pelo menos dois fatores que dificultam a análise dos movimentos: a resistência do ar e o atrito.)

Um corpo sempre oferece resistência a alterações em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme. Essa resistência é denominada **inércia** e é uma característica dos corpos. Cada corpo possui uma inércia que lhe é característica e, como veremos mais à frente, a massa do corpo é a medida da inércia desse corpo.

#### ATIVIDADE

#### Para discussão em grupo

Como explicar os resultados do experimento da seção *Motivação anterior*?

#### Saiba de onde vêm as palavras

"Inércia" vem do latim *inertia*, falta de ação, falta de atividade.



Como o Princípio da Inércia pode ajudar alguém a servir canela em pó quando os furos da tampa do frasco estão parcialmente obstruídos?



**CIDADANIA E CIVISMO** Numa colisão frontal, a tendência do ocupante de um veículo é continuar em movimento e colidir contra o painel e o vidro. Por isso, o cinto de segurança desempenha papel vital no caso de colisão.

## Cultura de paz e agenda de não violência contra a mulher

A mulher que aparece na foto sobre a importância do cinto de segurança é muçulmana (ou seja, segue a religião do Islã, ou Islamismo). Ela está com a cabeça envolta por uma peça de vestuário chamada *hijabe* (ou *hijab*). Em algumas partes do mundo, inclusive no Brasil, mulheres islâmicas são, às vezes, discriminadas e até agredidas verbal ou fisicamente.

Aproveite a foto para salientar a necessidade, em nossa sociedade, da valorização da cultura de paz entre todas as pessoas, sem quaisquer tipos de preconceito. Enfatize também que todos nós devemos nos comprometer com a não violência contra a mulher.

Desenvolver uma sociedade pacífica e na qual a mulher tenha seu protagonismo respeitado e valorizado requer, entre outras medidas, propagar as ideias de paz e equidade por todas as instâncias da sociedade.



## 6 Segunda Lei de Newton

### Força resultante produz aceleração

Se um corpo está em repouso (em relação a um certo referencial), sua velocidade é zero. Se for colocado em movimento, sua velocidade deixará de ser nula e, portanto, o objeto foi acelerado. De modo similar, se um corpo em movimento retilíneo e uniforme (e, portanto, com aceleração nula, já que a velocidade é constante) for forçado a parar, também podemos afirmar que ele sofreu uma aceleração (popularmente fala-se, nesse caso, em “desaceleração”).

Pela Primeira Lei de Newton, em ambas as situações — do repouso ao movimento retilíneo e uniforme, ou ao contrário —, uma força resultante atua sobre o corpo.

Disso, concluímos que a **atuação de uma força resultante sobre um corpo produz nele uma aceleração**. Esse é o tema da Segunda Lei de Newton, que veremos a seguir.

### Alguns fatos experimentais

Perceber, por meio de experimentos, a relação entre força e aceleração não é uma tarefa muito fácil, devido às complicações representadas pelo atrito e pela resistência do ar.

As figuras apresentam alguns dados experimentais obtidos em um laboratório suficientemente equipado para realizar experimentos nos quais o atrito e a resistência do ar não atrapalhem.

Imagine que um bloco de massa 1 kg esteja em repouso sobre uma **superfície perfeitamente lisa**. Submetido à ação de uma **força resultante** horizontal de intensidade  $F$ , esse bloco adquire uma aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ , conforme ilustrado em A. Se a mesma força resultante atuar sobre um bloco de massa 0,5 kg, verifica-se que a aceleração adquirida será de  $2 \text{ m/s}^2$ , conforme B.

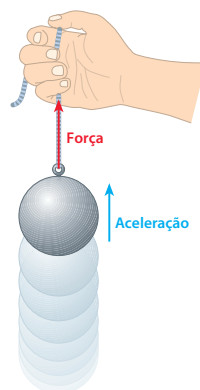
Se uma força resultante horizontal com o dobro da intensidade,  $2F$ , atuar num bloco de massa 1 kg, ele adquire aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$  (veja C) e, se atuar num bloco de massa 0,5 kg, ele adquire aceleração de  $4 \text{ m/s}^2$  (veja D).

Você percebe a regularidade matemática envolvida?

### Analisando os fatos experimentais

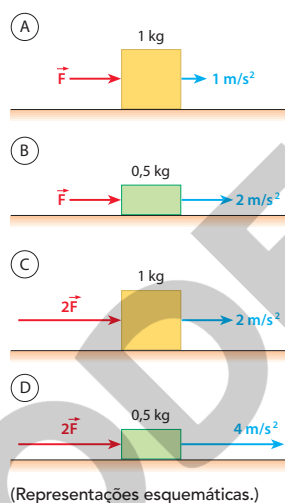
Comparando A e C, percebemos que, quando a força resultante que atua sobre um certo corpo é duplicada, a aceleração decorrente também duplica. A mesma conclusão pode ser tirada comparando B e D. Muitos experimentos desse tipo permitem fazer a generalização seguinte.

**Em palavras:** A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele.



Força é um agente causador de aceleração.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



(Representações esquemáticas.)

## Para discussão em grupo

Na proposta do boxe *Para discussão em grupo* do item 5, a intenção é usar o Princípio da Inércia para explicar o resultado do experimento da moeda. Aproveite também para fazer uma avaliação prévia (sondagem) dos conceitos que os estudantes têm sobre força de atrito.

## Conteúdos atitudinais sugeridos

- Apreciar o entendimento das regularidades da natureza.
- Valorizar a observação como importante meio para obter informações.
- Ponderar que os avanços técnicos são, quase sempre, consequência da utilização de princípios científicos.
- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.

Essas atitudes, conforme já comentado neste volume, permeiam o curso de Ciências da Natureza. Este capítulo é abundante em oportunidades para desenvolvê-las nos estudantes, tais como os experimentos e as aplicações às situações cotidianas.

## Atividades

Ao final do item 5, são recomendados os exercícios 1 a 6 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.

## Item 6

Para trabalhar a Segunda Lei de Newton, peça aos estudantes que leiam o texto dos subitens *Força resultante produz aceleração* e *Alguns fatos experimentais* e, a seguir, respondam à questão proposta no último parágrafo do segundo subitem. Reserve um tempo da aula para que os estudantes que perceberam a regularidade envolvida possam expor suas ideias aos demais.

Destaque aos estudantes, ainda aproveitando a oportunidade propiciada pela foto, que as violências resultantes de intolerância à etnia, à religião ou à procedência nacional são, pelas leis brasileiras, crimes de discriminação ou preconceito. Também são crimes quaisquer formas de violência verbal ou física contra mulheres e atitudes discriminatórias em relação a elas. Além disso, todas as pessoas têm direitos iguais, independentemente de sexo, religião, características individuais ou condição socioeconômica. Uma sociedade justa e democrática requer uma cultura de paz entre as pessoas, sem preconceitos de qualquer natureza.

## Aprofundamento ao professor

A inércia já havia sido constatada por Galileu e registrada em sua obra. Sobre isso, veja na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Galileu e a inércia”.

Além de estimular os estudantes a desenvolver as capacidades de inferir e de argumentar em textos orais, esse diálogo possibilita uma motivação para a abordagem dos subitens seguintes, em que se trabalhará a Segunda Lei de Newton.

Quanto à equação apresentada para expressar a Segunda Lei de Newton, cabem aqui alguns comentários ao docente. No livro do estudante, ela foi grafada como  $F_R = m \cdot a$ , ou seja, na forma escalar e não na forma vetorial, que seria  $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ .

Optou-se pela forma escalar – embora ela não expresse completamente a riqueza e a abrangência da lei – porque um trabalho vetorial da aceleração demandaria o mesmo tipo de tratamento também para a grandeza velocidade. Além disso, seria necessário discutir a multiplicação de grandeza vetorial (por exemplo,  $\vec{a}$ ) por grandeza escalar (por exemplo,  $m$ ). Isso implicaria muito mais tempo para trabalhar tais conceitos. Em nossa opinião, esse tratamento vetorial de velocidade, aceleração e do Princípio Fundamental da Dinâmica pode, e deve, ser deixado para o Ensino Médio.

Analisando o capítulo, percebe-se que as ilustrações e os exemplos apresentados foram elaborados levando em conta os aspectos vetoriais da Segunda Lei de Newton a fim de se apresentarem conceitualmente corretos.

## História da Ciência

O *Tema para pesquisa* do item 6 propõe fazer um levantamento de eventos relevantes para a história da Mecânica e a construção de uma linha do tempo. As intenções são as mesmas da atividade proposta no capítulo 4: conhecer um pouco sobre a História da Ciência (percebendo seu caráter coletivo) e questionar as diferenças de representatividade numérica entre mulheres e homens.

### ATIVIDADE

#### Tema para pesquisa

Pesquise eventos relevantes na história da área da Física denominada Mecânica e elabore uma linha do tempo indicando-os. A critério do professor, pode-se construir uma grande linha do tempo colaborativa em uma parede da escola, reunindo as contribuições de todos.

Repetimos aqui três perguntas feitas em uma atividade do capítulo 4: Qual a proporção entre mulheres e homens cientistas envolvidos nesses eventos? O que isso indica? Como mudar essa realidade?

Comparando B e C, verificamos que, se a massa de um corpo é o dobro da de outro, é necessário que a força resultante seja duplicada para acelerá-lo igualmente. Vários experimentos como esse levam à conclusão a seguir.

**Em palavras:** A força resultante que produz certa aceleração num corpo é diretamente proporcional à sua massa.

Finalmente, comparando A e B, verificamos que, se dois corpos estão submetidos à mesma força resultante e se um deles tem metade da massa do outro, então este adquirirá o dobro da aceleração. A mesma conclusão pode ser tirada comparando C e D. Isso pode ser generalizado como segue.

**Em palavras:** Sob ação de uma força resultante, a aceleração de um corpo é inversamente proporcional à sua massa.

## Enunciado da Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica)

Considerando a seguinte simbologia:

$F_R$  – módulo da força resultante que atua sobre um corpo

$m$  – massa do corpo

$a$  – aceleração do corpo

podemos enunciar matematicamente as conclusões tiradas.

**Em equação:**  $F_R = m \cdot a$

Essa equação matemática foi enunciada por Isaac Newton no século XVII e é conhecida como **Segunda Lei de Newton**, ou **Princípio Fundamental da Dinâmica**.

Aplicando-a ao caso A, temos:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

A unidade  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ , que aparece nesse cálculo, pode ser usada para expressar a intensidade (módulo) de uma força. É simplificada denominada **newton** e representada por N.

Assim, podemos afirmar que um newton (1 N) é a intensidade de uma força resultante que, atuando em um corpo de massa 1 kg, faz com que ele adquira a aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ .

A força resultante que atua sobre o corpo nos casos A e B tem intensidade de 1 N.

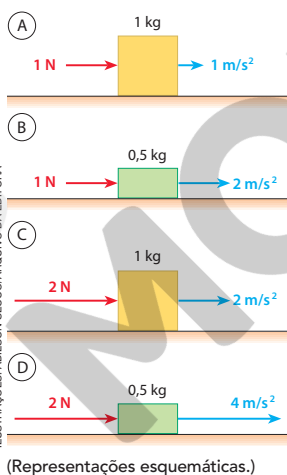
Os desenhos repetem outros anteriores, só que mostram a intensidade da força resultante expressa em newtons. Observe que, em cada um dos quatro casos, é obedecida a equação  $F_R = m \cdot a$ .

A  $F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$

B  $F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0,5 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$

C  $F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 2 \text{ N}$

D  $F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0,5 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 2 \text{ N}$



Comente com os estudantes que existem diversos prêmios e programas de estímulo à entrada de mulheres em áreas de atuação que envolvam Ciências da Natureza. Um exemplo é o evento “Meninas SuperCientistas”, promovido pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em 2020, que selecionou 65 meninas estudantes do Ensino Fundamental II. A proposta era reunir as estudantes selecionadas em cinco sábados para realizar diversos experimentos e outras atividades que estimulassem mais mulheres a estudar Ciências da Natureza e a trabalhar nessa área.

A Segunda Lei de Newton permite-nos fazer uma série de previsões referentes ao movimento dos corpos. Vamos supor que se deseje fazer com que um corpo de massa 3 kg adquira a aceleração de  $5 \text{ m/s}^2$ . Qual é a força resultante que deve ser aplicada a esse corpo?

O cálculo é o seguinte:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 3 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 15 \text{ N}$$

### O significado da massa de um corpo

Se dois blocos, um de massa 1 kg e outro de massa 10 kg, podem deslizar, sem atrito, sobre uma mesma superfície e se desejarmos fazer com que cada um adquira a aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$  (figuras A e B), a força resultante deverá ser a mesma?

A Segunda Lei de Newton nos permite prever que não.

$$\text{A } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$$

$$\text{B } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 10 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 10 \text{ N}$$

É necessária uma força resultante mais intensa para que o bloco de maior massa adquira a mesma aceleração do outro bloco. Em outras palavras, o bloco de maior massa oferece maior resistência a ser colocado em movimento. Ele apresenta maior inércia. Isso permite entender o que significa a massa de um corpo.

A massa é uma medida da inércia de um corpo, ou seja, quanto maior for a massa de um corpo, maior será a força resultante necessária para que ele adquira determinada aceleração. Essa interpretação é uma decorrência da Segunda Lei de Newton.

**Em palavras:** A massa expressa a proporcionalidade entre a força resultante que atua sobre um corpo e a aceleração que ele adquire devido à atuação dessa força.

## 7 Força peso

### Cálculo da intensidade da força peso

No capítulo anterior vimos que um corpo em queda livre cai com a aceleração da gravidade ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).

Já que o corpo em queda livre está acelerado, pela Segunda Lei de Newton concluímos que sobre ele atua uma força resultante. Essa força, denominada **força peso**, ou simplesmente **peso**, deve-se à atração gravitacional exercida pela Terra. Podemos determinar a intensidade da força peso,  $P$ , usando a Segunda Lei de Newton.

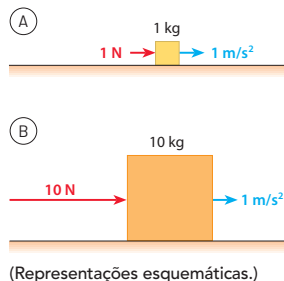
Aproximando\*  $g$  para  $10 \text{ m/s}^2$  e considerando um corpo de massa 1 kg e outro de massa 10 kg (veja o esquema), temos:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 10 \text{ N}$$

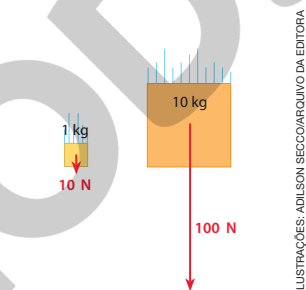
$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 100 \text{ N}$$

Como você percebe, objetos de massas diferentes têm pesos diferentes. Um objeto de massa 1 kg pesa 10 N e um objeto de massa 10 kg pesa 100 N.

\* Em todo este capítulo,  $g$  será aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$ .



(Representações esquemáticas.)



Em queda livre, os dois objetos movem-se com a mesma aceleração ( $g$ ). (Representação esquemática.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## Atividades

Após o item 6, o momento é oportuno para os exercícios 7 a 10 de *Use o que aprendeu*.

### Item 7

Explique que a força peso é uma grandeza vetorial (como toda força) e explique como sua intensidade é calculada.

Mostre, conforme apresentado no livro do estudante, que a intensidade da força peso de objetos de diferentes massas é diferente, mas acarreta uma mesma aceleração de queda livre ( $g$ ).

Se considerar adequado, proponha aos estudantes uma atividade para reforçar a compreensão da diferença entre as grandezas massa e peso. Transcreva na lousa a questão proposta a seguir e faça arguições orais, solicitando aos estudantes que justifiquem a resposta dada. Esse tipo de atividade permite o desenvolvimento da capacidade de argumentar em textos orais.

Uma placa afixada no interior de um elevador diz que, por questões de segurança, "o peso máximo permitido é de 500 kg". Sob o ponto de vista das Ciências da Natureza, a placa apresenta um **erro conceitual**. Como alterar a redação da placa de modo a expressar corretamente o peso máximo permitido no elevador?

Espera-se que os estudantes infiram, da informação recebida, que o peso máximo permitido é aquele que corresponde à massa de 500 kg. O valor desse peso, em newton, é:

$$P = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$P = 4900 \text{ N}$$

Assim, a redação desejada é: "o peso máximo permitido é de 4900 N".

Se o cálculo for realizado com  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , o resultado será:

$$P = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 5000 \text{ N}$$

Nesse caso, a redação fica assim: "o peso máximo permitido é de 5000 N".

### De olho na BNCC!

O boxe *Tema para pesquisa* do item 6 estimula os estudantes: a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhes 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, favorecendo o desenvolvimento da **competência geral 6**; e a construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza, indo ao encontro do que é preconizado na **competência específica 5**.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

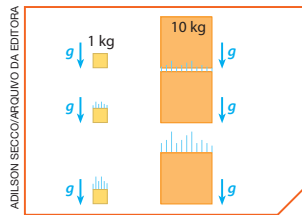
- **inércia** Resistência que os corpos oferecem a alterar seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme. Ou, equivalentemente, tendência que os corpos têm a permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.
- **massa** Grandeza (do tipo escalar) que expressa a inércia de um corpo. Quanto maior for a massa de um corpo, maior será a sua inércia.
- **peso** Força (grandeza vetorial) de atração gravitacional que atua sobre um corpo.

## Motivação e subitem Sentido e direção em que ocorre a atuação da força peso

O questionamento proposto no item 3 do procedimento estimula os estudantes a desenvolver as capacidades de inferir e de argumentar em textos orais. Durante o compartilhamento das explicações, questione as ideias apresentadas, de forma que os estudantes usem argumentos plausíveis para justificar suas respostas.

A intenção é que eles percebam que a força peso atua na direção vertical, ou seja, na direção definida pela reta que passa pelo centro do planeta Terra e pelo clipe (na posição de equilíbrio, quando o fio parar de oscilar).

Aproveite a conclusão tirada para abordar o subitem *Sentido e direção em que ocorre a atuação da força peso*, analisando com os estudantes o esquema apresentado no livro do estudante.



Objetos de massas diferentes, abandonados simultaneamente, percorrem a mesma distância no mesmo intervalo de tempo quando em queda livre (desprezada a resistência do ar). (Representações esquemáticas.)

Fonte: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics*. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 67.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- inércia
- massa
- peso

## Peso, massa e queda livre

Acabamos de mostrar que massa e peso não são a mesma coisa. **Massa** é uma **grandeza escalar** que expressa a inércia de um corpo. **Peso** é a força — portanto, uma **grandeza vetorial** — com que a Terra (ou outro astro) atrai um corpo.

A **massa** é expressa em **kg** (ou seus múltiplos e submúltiplos) e o **peso** é expresso em **N**.

Apesar de serem grandezas distintas, peso e massa estão relacionados. O peso depende da massa do corpo. Um corpo de massa 1 kg pesa menos do que um corpo de massa 10 kg.

Então, voltamos a um tema do capítulo anterior: por que, em queda livre, os corpos de maior massa (que são mais pesados) não caem mais rapidamente que os objetos de menor massa?

A Segunda Lei de Newton nos ajuda a entender. Partindo da expressão  $P = m \cdot g$ , podemos isolar  $g$ . Assim:

$$g = \frac{P}{m} = \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = \frac{100 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2$$

Para o corpo de massa 1 kg ↑ Para o corpo de massa 10 kg

Perceba que peso e massa são diferentes para ambos os objetos, porém a aceleração da gravidade é a **mesma**. Por isso, se ambos forem abandonados simultaneamente, percorrem distâncias iguais durante um mesmo tempo de queda livre, como mostra a figura.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Obter evidência de que a força peso atua mesmo que o objeto não esteja em queda livre. Investigar a direção de atuação da força peso.

Você vai precisar de:

- duas cadeiras iguais
- clipe
- linha
- régua

### Procedimento

1. Amarre a linha no centro da régua e no clipe.
2. Apoie a régua sobre o encosto das duas cadeiras, como mostra a figura A, e espere o clipe parar de balançar (não deve haver vento no local). Observe a linha. Ela está na posição vertical?
3. Levante bem devagar uma das extremidades da régua, como mostra a figura B. A linha continua na vertical? Ou não? Tente explicar o que observou.

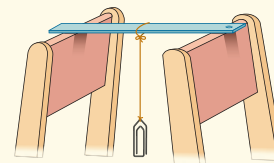


Figura A

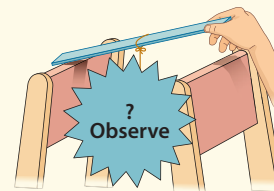


Figura B

ILUSTRAÇÕES: REINALDO VIGNATTI/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### Sentido e direção em que ocorre a atuação da força peso

O peso é uma grandeza vetorial. Portanto, apresenta intensidade (módulo), direção e sentido. A intensidade da força peso pode ser calculada multiplicando a massa pela aceleração da gravidade, de acordo com a Segunda Lei de Newton. A direção é a linha que passa pelo objeto e pelo centro da Terra. O sentido é o que aponta para o centro da Terra. Observe o esquema da direção da força peso.

Agora, reflita: o que isso tem a ver com o resultado do experimento anterior?

### 8 Força de tração

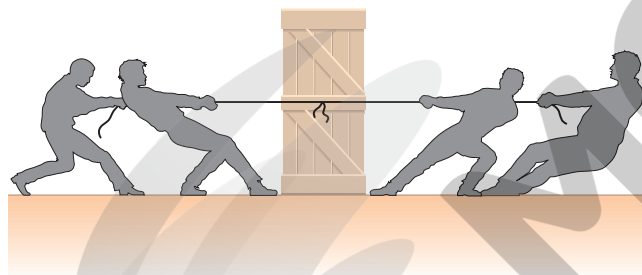
Quando uma pessoa tenta arrastar um caixote, puxando uma corda amarrada a ele, está aplicando uma força ao caixote. No entanto, a pessoa não está tocando diretamente no caixote. É a corda que transmite a força a ele.

Fios, linhas e cordas podem ser usados para “transmitir” forças, como nesse exemplo. A força transmitida por esses elementos, quando puxados, é denominada **força de tração**, ou, simplesmente, **tração**.

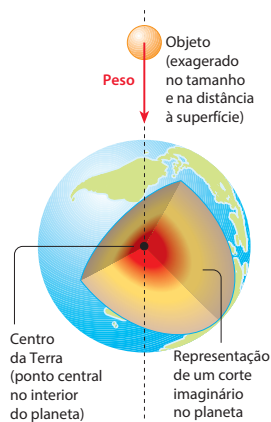
Considere um clipe pendurado por uma linha, conforme mostra o desenho. Se cortarmos a linha com uma tesoura, imediatamente a força peso provocará a queda do clipe. Isso quer dizer que, antes de cortar a linha, a força peso não atuava sobre o clipe?

Sim, atuava. Acontece que o clipe não caía porque a linha exercia sobre ele uma força de tração que equilibrava a força peso.

Vamos analisar essa situação usando a Segunda Lei de Newton. Como o clipe está em repouso, sua aceleração é nula ( $a = 0 \text{ m/s}^2$ ). Então, a força **resultante** sobre o clipe é zero, pois  $F_R = m \cdot a$ . Concluímos, portanto, que a força de tração que a linha exerce sobre o clipe tem a mesma intensidade, a mesma direção, mas sentido oposto ao da força peso.

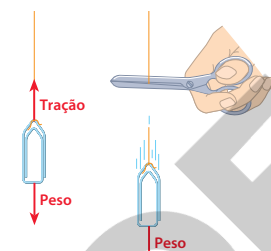


As quatro pessoas estão puxando a corda amarrada ao caixote. Se o caixote não estiver acelerando, o que podemos afirmar a respeito da força resultante sobre ele? (Representação esquemática fora de proporção.)



Esquema da direção da força peso. (Em corte e fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: YOUNG, D.; STADLER, S. Cutnell & Johnson Physics. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 90.



Quando o fio é cortado, a tração deixa de contrabalançar a força peso e o clipe cai. (Representação esquemática fora de proporção.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON BECCARUIM/DIA EDITORA

ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

O que é *fio de prumo* e para que serve?

## Item 8

Para explicar o que é a força de tração em um fio, utilize o encaminhamento que está no livro do estudante, realizando a comparação entre o clipe suspenso pelo fio e em repouso com o mesmo clipe em queda após cortar o fio.

Além disso, insista que fios, linhas e cordas possibilitam a “transmissão” de forças, por exemplo a que é aplicada por uma pessoa ao puxar uma corda amarrada a um caixote.

## Tema para pesquisa

O boxe *Tema para pesquisa* do item 8 propõe que os estudantes pesquisem o que é um fio de prumo e qual a sua utilidade.

Um fio de prumo é um fio (por exemplo, uma linha de náilon, uma cordinha de sisal ou um barbante de algodão) do qual pende um objeto de metal. Ele é usado para indicar a direção vertical, a exemplo do que foi feito no experimento da seção *Motivação* em que o clipe foi pendurado por uma linha.

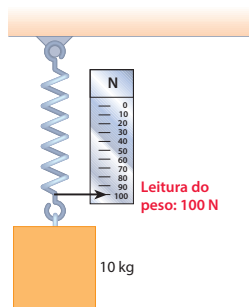
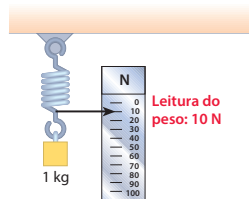
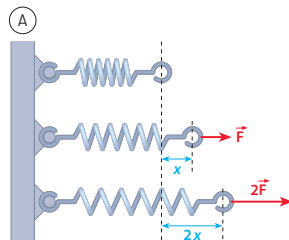
Aproveite para comentar a origem da palavra “prumo”, que está no latim *plumbum*, chumbo. O chumbo foi muito usado nesse tipo de montagem (hoje, prefere-se aço ou latão) em decorrência de sua elevada densidade, isto é, alta massa por unidade de volume. Tem-se, aqui, um gancho com o capítulo 1, que aborda densidade, e com o capítulo 2, que inclui os metais.

## Item 9

Explique aos estudantes o que é o dinamômetro, instrumento que possibilita medir forças pela deformação que produzem em uma mola.

Se tiver um dinamômetro, leve-o à sala de aula para ilustrar essa explicação. Se não tiver, retire a mola de arame de um caderno espiral que se destine à reciclagem. Dobre uma das extremidades do arame de modo a fazer um pequeno gancho. Segure a mola pela outra ponta, deixando-a pendurada verticalmente. Encaixe uma arruela ou uma porca metálica no gancho (que está na extremidade pendurada) e mostre aos estudantes que isso provoca a deformação da mola, alongando-a. Pendure outra arruela ou porca igual à primeira, salientando que, agora, o alongamento da mola é ainda maior. Teste esse experimento antes de realizá-lo em aula, de modo a encontrar arruelas ou porcas de massas adequadas para que provoquem alongamento perceptível porém não excessivo, evitando que a mola seja permanentemente deformada.

Se não houver possibilidade de usar uma mola, substitua-a por um elástico de borracha, daqueles usados para amarrar cédulas de dinheiro. Pendure nele um clipe metálico parcialmente desdobrado para funcionar como gancho, a fim de pendurar as arruelas ou porcas.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Dinamômetro sendo usado para medir peso. Há dinamômetros construídos para indicar a leitura por meio de ponteiro ou até mesmo de mostrador digital. (Esquema fora de proporção.)

Fonte dos esquemas: SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers: with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 97, 160.

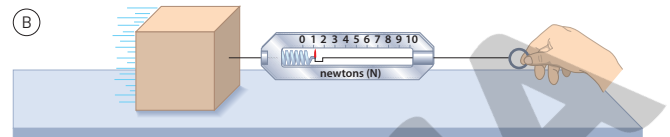
A massa de um objeto se mantém, mas seu peso varia conforme a aceleração da gravidade. (Representação esquemática e fora de proporção. Cores fantasiosas.)

## 9 Medida da força peso

### O dinamômetro

Uma das propriedades das forças é a capacidade de provocar deformações em certos corpos, como as molas. A deformação de uma mola é proporcional à força que a deforma, como mostra os desenhos da figura A.

O **dinamômetro** é um aparelho usado para medir forças. Ele consiste numa mola acompanhada de uma escala graduada que associa a **deformação dessa mola** ao valor da força, em newtons (veja o esquema B).



Dinamômetro em uso. (Esquema fora de proporção.)

Um dinamômetro funciona dentro de certos limites para os quais foi projetado. Se ele for submetido a forças muito grandes, maiores que aquelas a que se destina a medir, sua mola sofrerá deformações permanentes e o instrumento ficará inutilizado.

Já que o peso é uma força, ele pode ser medido com um dinamômetro, conforme aparece esquematizado.

### O peso de um objeto pode variar; a massa, não

Se um corpo está nas proximidades da Terra, seu peso é a força com que a Terra o atrai. Se, contudo, esse corpo estiver nas proximidades de outro astro que não seja a Terra, seu peso será a força com que esse astro o atrai.

Na Lua, a aceleração da gravidade é  $1,6 \text{ m/s}^2$ , cerca de seis vezes menor que na Terra. Se um objeto de massa  $1 \text{ kg}$  for levado até a Lua, sua massa permanecerá a mesma, mas seu peso passará a ser cerca de seis vezes menor:

$$\text{Na Terra: } P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 10 \text{ N}$$

$$\text{Na Lua: } P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 1,6 \text{ N}$$



Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 142.

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

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

## Não confunda massa com peso

A confusão entre massa e peso é comum nas conversas do dia a dia. Contudo, ao estudar Ciências da Natureza, é importante ter clara noção da distinção entre esses dois conceitos.

Uma pessoa jamais pode “pesar” 48 kg. Ela pode ter massa de 48 kg. E, se for essa a massa da pessoa, então ela pesa, na Terra, 480 N.

Medir a massa é um procedimento feito com uma **balança**, que compara a massa de um objeto com a de objetos de massa padronizada. Pesar é determinar o peso de um objeto. Isso é feito com um dinamômetro corretamente calibrado em unidades de força (newtons).

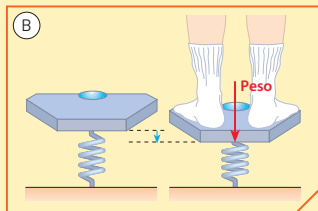
A balança mede massa. O dinamômetro mede força. Portanto, um dinamômetro não é uma balança.

Porém, já que há uma relação fixa entre o peso de um objeto e sua massa, desde que a aceleração da gravidade seja constante, existem alguns dinamômetros graduados em quilogramas em vez de newtons. Neles, onde deveria estar marcado 10 N (peso de um objeto de 1 kg) aparece a marcação 1 kg. Onde deveria aparecer 20 N (peso de um objeto de 2 kg) aparece 2 kg. E assim por diante. Tais dinamômetros são incorretamente denominados “balanças de mola” ou simplesmente “balanças”.

As “balanças” domésticas para cozinha e para banheiro e a maioria das “balanças” de farmácia são, na verdade, dinamômetros calibrados em quilogramas.



EDUARDO SANTALÉSTRA



ADILSON BECCO / ARQUIVO DA EDITORA

A “balança” de banheiro (A) é, na verdade, um dinamômetro em que a compressão de uma mola é usada para avaliar o peso da pessoa (B) e, por conseguinte, estimar sua massa. (Representação esquemática fora de proporção.)

### Saiba de onde vêm as palavras

“Gravidade” vem do grego *grave*, pesado.  
“Dinamômetro” vem do grego *dúnamis*, força, e *métron*, que mede, medição.

As “balanças” de farmácia são, na sua maioria, dinamômetros calibrados de modo que sua escala mostre a massa que corresponde ao peso medido, ainda que tenham mostrador digital.

Elaborado com dados obtidos de: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics*. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022.



### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- tração
- dinamômetro
- balança

## Atente!

Quando os físicos afirmam que a massa de um objeto não varia, estão se referindo à massa medida por um observador em relação ao qual o objeto esteja em **repouso** ou em velocidade muito **pequena** se comparada à velocidade da luz no vácuo ( $3 \cdot 10^8$  m/s).

É esse o caso dos objetos de dimensões **macroscópicas** com os quais tomamos contato em nossa vida diária.

Segundo a Teoria da Relatividade de Einstein, a massa de um objeto varia em função da sua velocidade em relação ao observador. Essa variação é relevante apenas para corpos que se movimentam com velocidades próximas à velocidade da luz e não será comentada neste livro.

## De olho na BNCC!

O texto *Em destaque* “Não confunda massa com peso” retoma a oportunidade de desenvolvimento da **competência específica 3**, já citada anteriormente neste capítulo do Manual do professor.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **tração** Força que é transmitida por meio de um fio (por exemplo, linha, barbante, corda, cordão ou arame).
- **dinamômetro** Um instrumento utilizado para medir forças como a tração em um fio ou o peso de um objeto.
- **balança** Instrumento que possibilita medir a massa de um objeto (não o seu peso).

## Atividades

Após abordar o item 9 e o texto *Em destaque*, os estudantes já podem fazer os exercícios 11 a 16 da seção *Use o que aprendeu*.

## Motivação

A proposta da seção *Motivação* que antecede o item 10 objetiva auxiliar os estudantes a perceber que a propulsão do balão usado no experimento se deve à expulsão dos gases, o que abre caminho para a discussão do Princípio da Ação e Reação.

A solicitação feita ao final do procedimento, para que os estudantes expliquem o ocorrido, favorece o desenvolvimento das capacidades de inferir e de argumentar. Durante a discussão, questione as ideias apresentadas, de modo que os estudantes utilizem argumentos plausíveis para justificar suas respostas.

Esteja atento à equidade de oportunidades de expressão e à manutenção de um clima de cordialidade em que todos possam ser ouvidos com respeito e atenção.

## Item 10

Aborde a Terceira Lei de Newton conforme apresentada no livro do estudante, salientando, em sua explicação, alguns aspectos de grande relevância:

- se um corpo X aplica uma força a um corpo Y, então Y aplicará a X uma força de **mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário**;
- qualquer uma dessas duas forças pode ser denominada **ação**; nesse caso, a outra será considerada a **reação**;
- as **forças sempre ocorrem aos pares**, ou seja, as forças são o resultado da interação entre dois corpos;
- a força de ação e a de reação **atuam em corpos distintos**, nunca no mesmo corpo;
- como as forças de ação e de reação atuam em corpos distintos, elas frequentemente têm efeitos diferentes.

Arremate a abordagem retomando o experimento do balão e verificando se os estudantes compreendem sua explicação à luz do Princípio da Ação e Reação.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

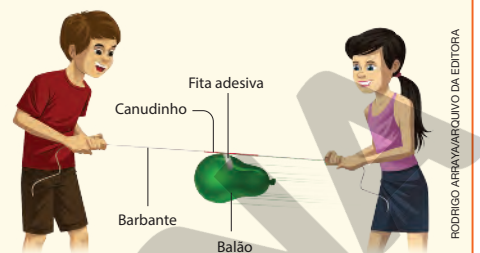
- ▶ Investigar a atuação do Princípio da Ação e Reação (Terceira Lei de Newton).

Você vai precisar de:

- barbante (uns 3 m)
- balão de borracha
- canudinho para refresco
- alguém para ajudá-lo
- fita adesiva

### Procedimento

1. Passe o barbante por dentro do canudinho.
2. Encha o balão. Segure a “boca” do balão, mantendo-a fechada. Prenda o balão ao canudinho com a fita adesiva.
3. Você e a pessoa que o ajuda devem segurar o barbante esticado. Solte a “boca” do balão e observe seu movimento. A figura ilustra o procedimento geral.
4. Proponha uma explicação para o que observou.



RODRIGO ARRIVARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 10 Terceira Lei de Newton

#### Enunciado da Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação)

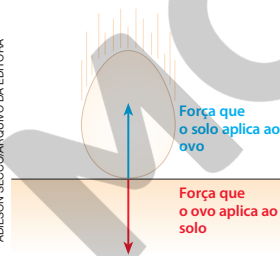
Se um martelo em queda atingir seu pé, ele vai machucá-lo porque, no momento do contato, exercerá sobre seu pé uma força. Isso é fácil de entender e de aceitar.

Acontece que seu pé também aplica ao martelo uma força com intensidade igual à da força que recebe do martelo. Isso já é mais difícil de entender e de aceitar.

Vamos, então, escolher um exemplo mais convincente. Imagine um ovo caindo no chão. No momento do contato, o ovo aplica sobre o chão uma força vertical para baixo e o chão aplica sobre o ovo uma força vertical para cima, de mesma intensidade. É essa força que faz o ovo quebrar!

Ao bater com a mão numa parede, você estará aplicando uma força a ela. Ao mesmo tempo, sua mão receberá da parede uma força de mesma intensidade, que poderá até machucá-la.

ADILSON SECCOMARQUIVO DA EDITORA



(Representação esquemática fora de proporção.)

158

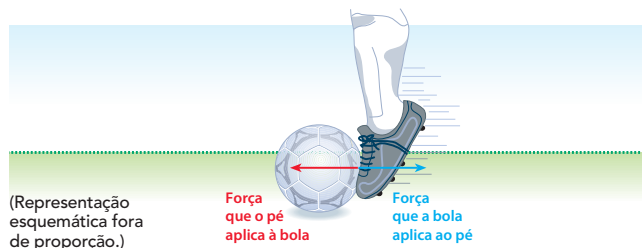
Explique que a borracha esticada (do balão inflado) exerce uma força sobre o ar interno, empurrando-o para fora do balão. Simultaneamente, esse ar exerce sobre a borracha do balão uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário, que faz o balão se movimentar.

A Terceira Lei de Newton é fundamental para que os estudantes compreendam a movimentação de foguetes espaciais. Um erro conceitual comum é pensar que um foguete se move porque os gases expulsos batem contra o solo ou a atmosfera. De fato, um foguete pode se movimentar mesmo longe do solo ou fora da atmosfera terrestre. Ele se move em decorrência do Princípio da Ação e Reação. O foguete exerce uma força sobre os gases que dele são expulsos, e esses gases, por sua vez, exercem sobre ele uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário. No item 2 do capítulo seguinte (que é sobre gravitação), essa informação será explicitada no livro do estudante. Caso julgue conveniente, já comente isso em aula assim que tiver trabalhado o item 10 deste capítulo.



Quando você chuta uma bola, aplica a ela uma força que a faz se movimentar. E ela aplica a seu pé uma força que você pode sentir.

Newton expressou ideias como essas por meio da chamada **Terceira Lei de Newton**, ou **Princípio da Ação e Reação**, que pode ser assim enunciada: *para qualquer força que um corpo A aplique a um corpo B, haverá uma força de mesma intensidade, de mesma direção, mas de sentido contrário, aplicada pelo corpo B ao corpo A*. Uma dessas duas forças, não importa qual, pode ser chamada **ação**, e a outra, **reação**.



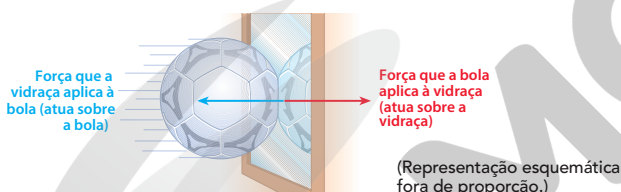
(Representação esquemática fora de proporção.)

### Ação e reação atuam em corpos distintos

A Terceira Lei de Newton revela que as forças sempre ocorrem aos pares. Em outras palavras, forças são o resultado da interação entre corpos. É o martelo interagindo com o pé, o ovo interagindo com o chão, a mão interagindo com a parede etc.

Uma característica muito importante de todo par de forças ação-reação é que elas atuam em corpos distintos, nunca no mesmo corpo. Quando alguém tenta empurrar a parede (a palavra “empurrar” indica aqui a aplicação de uma força, e não um movimento), a parede empurra essa pessoa com força de mesma intensidade e mesma direção, mas sentido oposto. Uma dessas forças, aquela aplicada pela pessoa, age sobre a parede. A outra força, aquela aplicada pela parede, age sobre a pessoa.

Já que ação e reação atuam sobre corpos distintos, elas frequentemente têm efeitos distintos. Quando uma bola de futebol atinge uma vidraça, ambos os corpos interagem; a força que a vidraça aplica à bola reduz sua velocidade, enquanto a força que a bola aplica à vidraça pode quebrá-la.



(Representação esquemática fora de proporção.)

No experimento realizado anteriormente, a borracha do balão inflado exerce uma força sobre o ar interno, empurrando-o para fora do balão. Simultaneamente, esse ar exerce sobre a borracha do balão uma força de sentido contrário, que faz o balão se movimentar.



(Representação esquemática fora de proporção.)

### ATIVIDADE

#### Para fazer no seu caderno

Imagine que você encontrou a seguinte postagem em uma rede social: “Chega de esforço para repaginar o seu lar! Quando você empurra móveis em casa, a Lei da Ação e Reação anula o seu esforço, e por isso você não consegue movimentá-los. Com nossa cinta fortalecedora, essa lei deixa de atuar e sua força é totalmente direcionada para empurrar, puxar e carregar o que você quiser. Basta colocá-la ao redor do tronco e pronto, a Terceira Lei de Newton está desfeita! Adquirá já a sua!”

Qual é a intenção por trás da redação escolhida?

Que argumentos você pode utilizar para evidenciar os erros científicos existentes nessa postagem?

Dessa forma, nem a “cinta fortalecedora” mencionada nem qualquer outro invento é capaz de “desfazer” a Terceira Lei de Newton.

Pode ser interessante citar também as falas de algumas narrativas esportivas do tipo “chutou a bola e ela fez uma curva contra as leis da Física” ou “aquele saltador desafia as leis do movimento”. De fato, atletas bem treinados se aproveitam das regularidades associadas à dinâmica dos movimentos para otimizar seu desempenho esportivo.

### Visão crítica sobre informações incorretas na internet e nas redes sociais

A atividade do boxe *Para fazer no seu caderno* oportuniza comentar que é frequente, em publicidades enganosas ou abusivas, o uso de terminologias científicas para gerar credibilidade e convencer o potencial cliente. Esse também é o caso de algumas postagens em redes sociais que objetivam atrair seguidores para gerar lucro decorrente de acessos monetizados.

O exemplo do boxe *Para fazer no seu caderno* ilustra uma falácia argumentativa na qual o redator pretende explorar uma possível necessidade do leitor (arrumar a casa) ofertando a ele um produto que, pretensamente, seria a solução. Sem maiores justificativas, ele afirma que o produto funciona porque faz uma lei científica ser inválida. Propagandas como essa, que empregam termos da Ciência fora do contexto de validade ou de maneira distorcida, são práticas que tentam dar roupagem científica a afirmações que não são sustentadas pela Ciência.

### Atividades

Após o subitem *Ação e reação atuam em corpos distintos*, são indicados os exercícios 17 e 18 do *Use o que aprendeu* e as atividades 4 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

### Para fazer no seu caderno

Na atividade proposta, espera-se que os estudantes apontem que a redação escolhida tem a intenção de convencer alguém a comprar o produto. Como um erro científico presente, a expectativa é de que eles expliquem que as forças de ação e reação atuam em corpos distintos e, assim, a força de reação não cancela o efeito da força de ação (ou vice-versa). Por exemplo, a força que uma pessoa aplica a um sofá, para empurrá-lo, atua sobre o sofá. Simultaneamente, o sofá aplica uma força à pessoa, que atua sobre ela. Como outro erro científico presente, espera-se que os estudantes indiquem que não existe um produto que faça uma lei científica deixar de vigorar. Assim, essa atividade traz como importante material para discussão o fato de que as regularidades da natureza não são o produto da vontade humana de quem as enunciou e tampouco deixam de existir pela utilização de um dispositivo ou por uma necessidade humana.

## De olho na BNCCI

A proposta do boxe *Para fazer no seu caderno* do item 10 contribui para desenvolver nos estudantes a capacidade: de argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo e dos outros, favorecendo a **competência geral 7**; e de 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, indo ao encontro do desenvolvimento da **competência específica 8**.

## Atividades

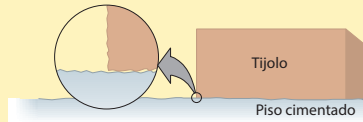
Após a leitura e a interpretação das diversas passagens do texto *Em destaque* do final do item 10, proponha aos estudantes a realização das atividades 8 a 11 do *Explore diferentes linguagens*.

## EM DESTAQUE

### Força de atrito: às vezes ajudando, às vezes atrapalhando

Para arrastar um tijolo colocado sobre um piso cimentado, devemos aplicar a ele uma força. Porém, se a força não for suficientemente intensa, o tijolo não sairá do lugar.

Essa dificuldade para colocar o tijolo em movimento resulta da ação da **força de atrito**, que se opõe ao movimento ou à tentativa de movimento e que tende a ser tanto maior quanto maior for a aspereza das superfícies.

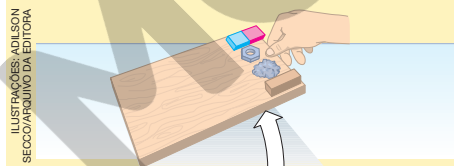


As superfícies nunca são perfeitamente lisas; sempre apresentam aspereza. (Representação esquemática fora de proporção.)

Mas não é só entre superfícies visivelmente ásperas que ocorre atrito. Toda superfície, por mais lisa que pareça, apresenta pequeninas imperfeições que originam atrito. Às vezes, essas imperfeições são visíveis apenas ao microscópio.

De modo geral, quanto mais lisas forem duas superfícies, menor será a força de atrito entre elas. Você já percebeu que existem solas de calçados mais lisas e outras mais ásperas? Que existem pisos mais lisos e pisos mais ásperos? E que, dependendo do calçado e do piso, é mais fácil escorregar e cair?

Você pode verificar que o atrito varia, dependendo das superfícies que estão em contato, fazendo um experimento muito simples. Pegue uma tábua de madeira e coloque sobre ela alguns pequenos objetos diferentes (por exemplo, borracha, porca de metal, pedregulho, pedaço de madeira). Incline vagarosamente a tábua e observe se os objetos começam, ou não, a escorregar ao mesmo tempo. Repita o experimento, só que com a tábua forrada com um plástico liso, e observe se a inclinação necessária para determinado objeto escorregar aumenta ou diminui.

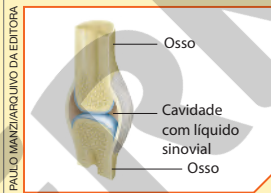


(Representação esquemática fora de proporção.)

O atrito atrapalha o ser humano em algumas de suas atividades. Ele torna mais difícil arrastar objetos pesados, principalmente em pisos ásperos. O atrito entre as rodas e os eixos faz com que boa parte do combustível usado pelos automóveis seja gasta para superar esse atrito. Nas indústrias, o atrito provoca desgaste nas peças das máquinas e aquecimento durante seu funcionamento.

Uma maneira de reduzir o atrito entre duas superfícies é revesti-las com um líquido apropriado, o **lubrificante**, que diminui o atrito. A lubrificação é largamente usada em ferramentas, dobradiças, automóveis e outras máquinas.

As articulações móveis do nosso corpo (joelho, cotovelo etc.) possuem um líquido natural, o **líquido sinovial**, que atua como lubrificante, reduzindo o atrito e o desgaste das extremidades dos ossos que participam dessas articulações.



Esquema de uma articulação móvel. (Em corte e com cores fantasiosas.)

Fonte: MARIEB, E. N.; HOEHN, K. *Human Anatomy & Physiology*. 11. ed. Harlow: Pearson, 2019. p. 286.

Em algumas situações, contudo, o atrito é muito importante. É ele que nos permite andar.



Força que a pessoa aplica ao chão Força que o chão aplica à pessoa

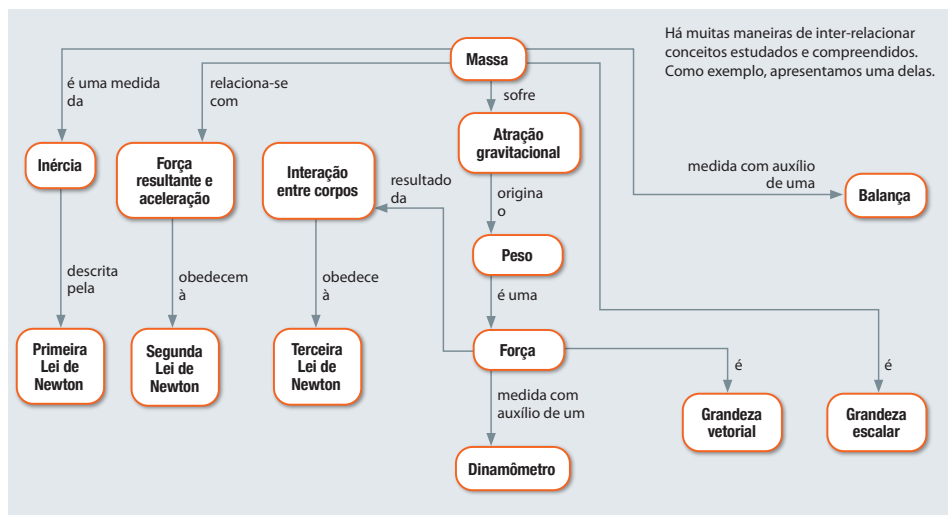
Óleo (reduz o atrito)

Por causa do atrito, as rodas do automóvel mantêm a aderência ao solo. Quando essa aderência é perdida, o automóvel derrapa.

O atrito permite que seguramos os objetos. Sem ele, talheres e outros objetos escapariam de nossos dedos como um sabonete molhado.

Elaborado com dados obtidos de: LIU, C. *The handy physics answer book*. 3. ed. Detroit: Visible Ink Press, 2021.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



FERNANDO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA



### Use o que aprendeu

1. Você acabou de sujar os calçados de lama, mas já está em um terreno de solo firme. Explique por que bater os pés no chão faz com que as pelotas de lama que estejam menos grudadas caiam no chão.
2. Após escovar os dentes e lavar a escova, bater seu cabo (delicadamente) contra o dedo ajuda a secar as cerdas. Qual a lei científica que explica isso?



(Representação esquemática fora de proporção.)

3. Um ônibus está parado no ponto. Quando ele dá uma arrancada, o que acontece com os passageiros que estão em pé? Explique, empregando a Primeira Lei de Newton.

4. Quando um ônibus em movimento dá uma freada brusca, o que acontece com os passageiros que estão em pé? Interprete esse acontecimento usando o Princípio da Inércia.
5. **CIDADANIA E CIVISMO** Uma regra básica de segurança ao volante, prevista no **Código Brasileiro de Trânsito**, é manter seu veículo a uma distância segura do veículo da frente. Use o Princípio da Inércia para justificar essa preocupação.
6. Você está no banco de trás de um automóvel que se movimenta em linha reta por uma estrada e está usando devidamente o cinto de segurança. De repente, o motorista faz uma curva para a esquerda. Preveja o que você sentirá e explique o raciocínio envolvido.
7. Nos locais em que se joga boliche, há diferentes bolas com diferentes massas. Para lançar uma bola de maior massa com a mesma velocidade com que se lança uma bola de menor massa, é necessário aplicar nela uma força maior, menor ou igual? Qual é a lei científica que permite responder a essa pergunta?

FRODO ABRAYV  
ARQUIVO DA EDITORA

161

### Respostas do Use o que aprendeu

1. Os pés param subitamente ao encontrar o solo, mas as pelotas de lama continuam em movimento devido ao Princípio da Inércia.
2. Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia. Quando a escova em movimento bate no dedo, é parada subitamente, mas a água continua em movimento, devido à inércia.
3. Os passageiros estavam parados em relação ao solo e, pelo Princípio da Inércia, tendem a continuar parados quando o ônibus começa a se mover. Por isso, em relação ao ônibus, parece que eles são “puxados” para trás.
4. Pelo Princípio da Inércia, esses passageiros, que estavam em movimento em relação ao solo, tendem a continuar em movimento retilíneo e uniforme. Quando o ônibus para, eles continuam em movimento até que se agarrem às partes do veículo ou colidam contra elas.

5. Um veículo em movimento tende, por inércia, a continuar em movimento retilíneo e uniforme. Quando o motorista aciona os freios, o veículo não para instantaneamente. No caso de o motorista da frente parar bruscamente, transcorrerá um certo intervalo de tempo até que o motorista de trás perceba isso, acione os freios e o veículo pare completamente. Por isso, dirigir muito próximo ao veículo da frente aumenta o risco de colisão.

6. Espera-se que os estudantes prevejam que serão “projetados” para a direita. Na verdade, eles tendem, pelo Princípio da Inércia, a prosseguir em movimento retilíneo e uniforme, mas o cinto de segurança, o banco etc. exercem uma força sobre eles e forçam-nos a também fazer a curva para a esquerda.

7. Para lançar a bola de maior massa, é necessário aplicar nela uma força maior do que na bola de menor massa. Essa previsão é feita com a Segunda Lei de Newton; de acordo com ela, quanto maior a massa de um objeto, maior a força necessária para produzir nele uma aceleração.

### TCT Cidadania e Civismo

As atividades 5 da seção *Use o que aprendeu* e 10 da seção *Explore diferentes linguagens* oferecem oportunidade, novamente neste capítulo, para abordar o TCT **Educação para o Trânsito**.

**Respostas do  
Use o que aprendeu  
(continuação)**

8. a) Bicicleta, motocicleta, automóvel e caminhão.  
b) O caminhão, pois possui maior massa e, portanto, maior inércia.  
c) O caminhão, pois possui maior massa e, portanto, maior inércia.

9. De acordo com a Segunda Lei de Newton, quando uma força resultante age sobre um corpo, produz nele uma aceleração.

No caso da situação enunciada, a aceleração visa fazer o móvel parar (popularmente falando, é uma “desaceleração”). Para uma dada força resultante aplicada ao automóvel, será produzida nele uma certa aceleração ( $F_R = m \cdot a$ ). Quanto maior a velocidade inicial, mais tempo leva para que o automóvel pare sob ação dessa aceleração.

10.  $F_R = m \cdot a$   
 $F_R = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$   
 $F_R = 50 \text{ N}$

11.  $P = m \cdot g$   
 $P = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$   
 $P = 5 \text{ N}$

12. a) Sim, pois massa é uma propriedade associada à inércia de um corpo.

b) Não, pois a força peso se deve à atração gravitacional de um corpo por um astro.

13. Pesquisar é determinar a intensidade da força peso que atua sobre um objeto, força resultante da atração gravitacional da Terra. Na linguagem cotidiana, emprega-se o verbo “pesar” com o sentido de determinar a massa de algo ou de alguém.

14. O quilograma (kg) é uma unidade para expressar a grandeza **massa**. Portanto, **não** é correto expressar peso (uma **força**) em kg.

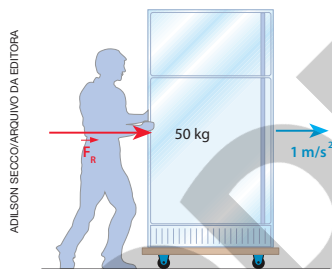
15. a) 30 N (trinta newtons)  
b)  $P = m \cdot g$   
 $m = \frac{P}{g} = \frac{30 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2}$   
 $m = 3 \text{ kg}$

8. Considere os seguintes veículos:
- caminhão transportando carga muito pesada
  - automóvel de passeio
  - motocicleta
  - bicicleta
- a) Coloque-os em ordem crescente de massa.  
b) Estando todos em repouso, qual deles tem maior resistência a ser colocado em movimento? Justifique.  
c) Se todos estiverem em movimento com a mesma velocidade, qual deles apresentará maior resistência a ser freado até parar totalmente? Explique por quê.

9. Um automóvel está em movimento por uma rodovia e o motorista, por alguma razão, decide frear para parar o carro. Verifica-se que, **quanto maior for a velocidade do automóvel, maior será a distância que ele percorrerá até parar completamente.**

De acordo com a Segunda Lei de Newton, como se justifica esse fato?

10. Um refrigerador sobre um carrinho com rodas perfeitamente lubrificadas é empurrado por um funcionário de transportadora, como mostrado na ilustração.



(Representação esquemática fora de proporção.)

Sabendo que a massa do conjunto carrinho mais refrigerador é de 50 kg, qual é a força resultante que deve atuar sobre ele para que adquira aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ ?

11. Qual é o peso de uma abóbora de 500 g, ou seja, 0,5 kg?  
12. Imagine que um astronauta esteja “flutuando” no espaço, extremamente longe da atração gravitacional de qualquer astro. Nesse caso, o astronauta tem:  
a) massa?                      b) peso?

162

16. a) 75 kg (A massa do astronauta não depende da aceleração da gravidade do local onde ele está.)

b)  $P = m \cdot g = 75 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2$   
 $P = 120 \text{ N}$

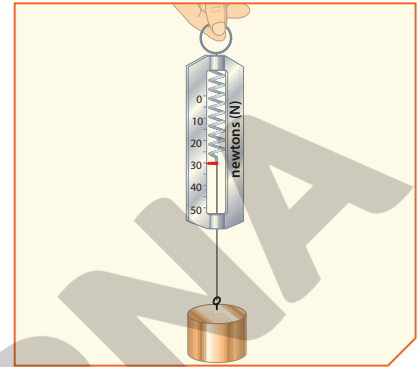
17. Pela Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação), no instante da topada, o pé da pessoa aplica uma força à mesa, e a mesa aplica uma força de mesma intensidade ao pé da pessoa. É essa força que, atuando sobre o pé da pessoa, causa-lhe a sensação de dor.

18. Duas forças de mesmo módulo, de mesma direção e de sentidos opostos têm seus efeitos mutuamente anulados **se estiverem aplicadas a um mesmo corpo**. As duas forças mencionadas têm mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos, mas **atuam em corpos diferentes** (pois **constituem um par ação-reação**). Uma delas atua no carrinho e a outra atua no profissional. Portanto, seus efeitos não se cancelam.

13. Do ponto de vista científico, o que significa **pesar** um objeto? Esse é o mesmo significado do verbo **pesar** na linguagem cotidiana? Explique.

14. Por que, do ponto de vista científico, é **incorreto** alguém dizer “peso 90 quilogramas”?

15. O dinamômetro do desenho está sendo usado para determinar uma força. Observe o desenho e responda:



(Representação esquemática fora de proporção.)

- a) Qual é o resultado da medida que está sendo realizada?

b) Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , qual é o valor da massa do objeto pendurado no dinamômetro?

16. Um astronauta cuja massa é 75 kg está em solo lunar. Sabe-se que a aceleração da gravidade na Lua vale  $1,6 \text{ m/s}^2$ .

a) Qual é a massa do astronauta quando está na Lua?

b) Qual é o peso do astronauta quando está na Lua?

17. Ao dar uma topada no pé da mesa com o pé descalço, sentimos dor. Interprete esse fato empregando o Princípio da Ação e Reação.

18. Um pedreiro vai empurrar um carrinho de mão. Pela Terceira Lei de Newton, a força que o homem aplica ao carrinho para empurrá-lo é **igual** à força que o carrinho aplica ao homem. Um **erro** comum é achar que o carrinho não vai se mover. No entanto, sabemos, por observação, que ele pode se mover. Explique qual é o **erro** no raciocínio apresentado.

## Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

### TIRINHA



1. Como se chama a lei científica a que o gato se refere?
2. A palavra **repouso** está sendo usada pelo personagem em um **sentido diferente** do que possui na Física. Explique o que significa repouso no entender:
  - a) do personagem.
  - b) da Física.
3. No terceiro quadrinho, o personagem enuncia a lei, mas esquece uma parte importante do enunciado. Escreva o enunciado **completo** da lei.

### DESENHO

4. Observe a figura e explique, do ponto de vista científico, por que são necessários tantos bombeiros para segurar a mangueira quando se está combatendo um incêndio e o que aconteceria se um único bombeiro tentasse segurá-la.



### TIRINHA



5. Compare, quanto a módulo, direção e sentido, a força que o trenó exerce sobre a árvore com a força que a árvore exerce sobre o trenó.
6. Por que ambas as forças mencionadas na pergunta anterior não têm seus efeitos cancelados?
7. Quando o trenó foi parado pela árvore, os personagens, que não colidiram com ela, continuaram em movimento. Por quê?
8. Por que, deslizando sobre o gelo, o trenó adquire uma velocidade muito maior do que ele teria deslizando sobre a grama?

## Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia.
2. a) Para o personagem, a palavra *repouso* significa *descanso*.  
b) Na Física, *repouso* significa ter uma **posição que não varia** em relação ao **referencial** escolhido.
3. Uma possível maneira de enunciar é: Um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante. E um corpo que está em movimento retilíneo e uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante.
4. De acordo com o Princípio da Ação e Reação, enquanto a mangueira exerce uma força sobre a água, a água exerce uma força sobre a mangueira, de mesma intensidade, mesma direção e de sentido contrário. Se a água está sendo esguichada muito longe (isto é, com alta pressão), as forças mencionadas são muito intensas e, para segurar a mangueira, são necessárias várias pessoas. Se um único bombeiro tentasse segurá-la, poderia ser arremessado para trás.
5. Essas duas forças constituem um **par ação-reação**. Portanto, elas têm o mesmo módulo, a mesma direção, mas sentidos opostos.
6. Essas forças não têm seus efeitos cancelados porque elas atuam em corpos diferentes.
7. Os personagens continuaram em movimento devido à inércia, conforme a Primeira Lei de Newton.
8. O atrito do trenó com o gelo é menor que o atrito desse mesmo trenó com a grama.

9. a) O elástico funciona como se fosse um dinamômetro.  
 b) Espera-se que seja no caso em que a caixa está cheia de objetos pesados. Nessa situação, a força de atrito (que se opõe ao movimento da caixa) é maior e, para conseguir movimentá-la, deve-se puxar o elástico com uma força mais intensa, que irá esticá-lo mais que na situação anterior.

10. Para frear eficientemente um veículo, é necessário que os pneus se mantenham aderidos ao chão. A pista molhada aumenta a chance de os pneus deraparem e, portanto, dificulta parar o carro numa eventual necessidade. Dirigindo mais devagar, diminui-se o tempo necessário para parar o carro e, portanto, aumenta-se a segurança.

11. a)  $v = 30 \text{ km/h}$   
 $v = \frac{30 \text{ km}}{1 \text{ h}}$   
 $v = \frac{30000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$   
 $v = 8,3 \text{ m/s}$

b)  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,3 \text{ m/s}}{15 \text{ s}}$   
 $a = 0,55 \text{ m/s}^2$

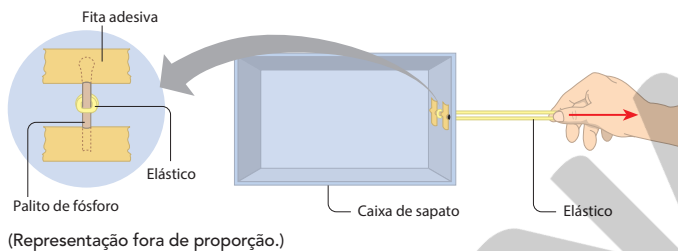
c)  $F = m \cdot a$   
 Substituindo  
 $m = 150000 \text{ kg}$  e  
 $a = 0,55 \text{ m/s}^2$ ,  
 obtemos:  
 $F = 82500 \text{ N}$

d)  $P = m \cdot g$   
 $m = \frac{P}{g} = \frac{82500 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2}$

$m = 8250 \text{ kg}$   
 Assim, a força muscular dessa baleia é capaz de produzir uma força resultante que é equivalente à intensidade da força peso de um objeto de 8,25 toneladas!

#### INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

9. Prenda um elástico de amarrar cédulas, com o auxílio de um palito de fósforo e de fita adesiva, num furo feito na lateral de uma caixa de sapatos, como ilustrado. A seguir, arraste a caixa puxando-a pelo elástico e meça, durante esse procedimento, o comprimento do elástico esticado. Coloque alguns objetos pesados na caixa (pedras, por exemplo), arraste-a novamente



(Representação fora de proporção.)

puxando-a pelo elástico (sobre o mesmo piso) e meça outra vez o comprimento do elástico esticado.

- a) Nesse experimento, o elástico está funcionando como se fosse qual instrumento de medida?  
 b) Em qual dos dois casos o elástico esticou mais? Apresente uma justificativa para isso.

#### PLACA DE TRÂNSITO

#### CIDADANIA E CIVISMO

10. Quando uma estrada está **molhada**, recomenda-se que os motoristas dirijam com uma velocidade **menor** do que a utilizada se a pista estivesse seca. Justifique essa precaução usando o conceito de força de atrito.

**Com chuva,  
 reduza a  
 velocidade**

#### ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVA

11. Uma baleia adulta da espécie *Balaenoptera musculus* pode atingir a massa de 150000 kg. Por meio de potentes movimentos musculares, ela empurra a água para trás, e a água, pelo Princípio da Ação e Reação, empurra o animal para a frente. Dessa maneira, essa baleia, partindo do repouso, pode atingir a velocidade de 30 km/h em um intervalo de 15 s. Nesta questão, vamos calcular a força resultante que atua sobre a baleia.
- a) Converta 30 km/h para m/s. (Expresse até a primeira casa depois da vírgula.)  
 b) Determine a aceleração da baleia (em  $\text{m/s}^2$ ) quando ela vai de 0 m/s até o valor calculado no item a, no intervalo de tempo de 15 s. (Expresse até a segunda casa depois da vírgula.)  
 c) Você conhece a massa da baleia (em kg) e sua aceleração (em  $\text{m/s}^2$ ). Use a Segunda Lei de Newton para determinar a força resultante que atua sobre o animal.  
 d) Qual seria a massa de um objeto que tem um peso igual ao da força calculada no item anterior?

#### Seu aprendizado não termina aqui

De vez em quando ouvimos alguém dizer "para toda ação corresponde uma reação" como justificativa para certos comportamentos das pessoas. Se, por acaso, você ouvir isso,

lembre-se de que a lei científica a que corresponde esse enunciado se aplica às interações entre corpos, e não aos relacionamentos humanos.

Imagem óptica (obtida por captação de luz visível com telescópio) da galáxia de Andrômeda. Ela está a mais de 20 quintilhões de quilômetros ( $2 \cdot 10^{19}$  km) da Terra e a distância de uma extremidade dela até outra é da ordem de 2 quatrilhões de quilômetros ( $2 \cdot 10^{15}$  km). Você sabe o que é uma galáxia? Vivemos em uma?

### Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Noções introdutórias da dinâmica do movimento circular
- Breves noções de gravitação universal
- Modelo geocêntrico *versus* modelo heliocêntrico
- Contribuições de Galileu para a Astronomia
- Contribuições de Newton para a Astronomia
- Sistema Solar e seus principais constituintes
- Distinção entre planetas telúricos e planetas jovianos
- Principais características do Sol e noções sobre a origem da energia solar
- Via Láctea e outras galáxias

- Noções sobre as dimensões da Via Láctea e a localização do Sistema Solar nela
- Relação entre a temperatura e a cor das estrelas
- Luminosidade estelar
- Ciclo evolutivo das estrelas
- Tempo aproximado de permanência do Sol na sequência principal, sua transformação em uma gigante vermelha e seu destino como anã branca

Este capítulo se inicia com noções da Dinâmica do movimento curvilíneo, procurando apresentar o tema força centrípeta de modo puramente conceitual, sem abordagem vetorial ou matemática, o que o tornaria muito pesado para esse primeiro contato dos estudantes com o assunto.

Na sequência, são apresentadas noções sobre a Teoria da Gravitação Universal e noções da evolução das concepções sobre movimento dos astros, com destaque para a polêmica entre geocentrismo e heliocentrismo, chegando até as contribuições de Galileu e, principalmente, as de Newton para a aceitação do heliocentrismo.

O capítulo também aborda nosso Sistema Solar – incluindo características relevantes dos planetas telúricos (rochosos), dos planetas jovianos (gigantes gasosos) e do Sol –, a Via Láctea e o ciclo evolutivo das estrelas.

Sobre a foto de abertura do capítulo, estimule os estudantes a responder em voz alta às perguntas feitas na legenda. Sonde, com isso, as concepções prévias que eles têm. Ao final do item 7, retorne às respostas e incentive-os a reavaliá-las e reformulá-las.

Quanto às distâncias astronômicas mencionadas na legenda da foto, é possível, após trabalhar o item 7 do capítulo, convertê-las para anos-luz (dividindo os valores por  $9,46 \cdot 10^{12}$ ). Com isso, conclui-se que Andrômeda está a mais de 2 milhões de anos-luz da Terra e seu diâmetro é superior a 200 anos-luz.

## Conteúdos procedimentais sugeridos

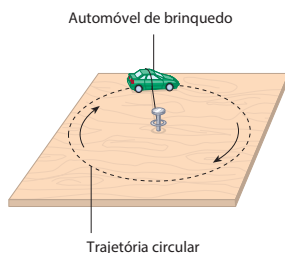
- Usar materiais simples para demonstrar a atuação da resultante centrípeta sobre um corpo em movimento circular.
- Coletar e listar situações cotidianas de movimentos em que há resultante centrípeta agindo sobre um corpo.
- Calcular o tempo necessário para viagens espaciais.
- Descrever o ciclo evolutivo solar, incluindo as consequências futuras desse ciclo para a vida na Terra.

O primeiro conteúdo listado pode ser trabalhado com o experimento relatado na seção *Motivação* do início do capítulo, caso haja disponibilidade dos materiais envolvidos e seja possível reproduzi-lo na escola.

O segundo conteúdo é a meta do *Trabalho em equipe* sugerido no item 1. Ao comentar com os estudantes os exemplos listados por eles, indique, na medida do possível, a força que atua como força (resultante) centrípeta (por exemplo, tração em um fio, interação gravitacional ou atrito de pneus contra o solo). Isso ajuda a evitar a concepção errônea de que centrípeta é algum novo tipo de força.

Ao acolher os exemplos trazidos pelos estudantes e comentar, para cada um deles, qual é a natureza da força centrípeta, você estará preparando-os para compreender com maior clareza os conteúdos tratados no restante do item 1 e no item 2.

Os outros dois conteúdos estão relacionados ao desenvolvimento das habilidades EF09CI16 e EF09CI17, comentadas mais à frente neste Manual do professor.



Refleta: por que o fio impede que o carrinho se movimente em linha reta?

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Façam uma lista de exemplos de movimento circular, dando especial atenção àqueles presentes no dia a dia.

Apresentem a lista para a classe.

A atuação da força de tração faz o brinquedo seguir trajetória circular. Na ausência da tração, ele segue em movimento retilíneo. (Representação esquemática.)

Fonte: elaborada a partir de YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 177.

166

## Motivação

Um pequeno automóvel de brinquedo, movido a pilha e que anda em linha reta, foi amarrado a um fio. A outra extremidade do fio foi amarrada a um anel de metal e este foi encaixado num prego fixado ao centro de uma tábua.

O automóvel foi posicionado como mostra a figura e, uma vez ligado, verificou-se que, em vez de seguir em linha reta, realizou um movimento circular. Como explicar cientificamente por que o fio impede o movimento em linha reta?

## Desenvolvimento do tema

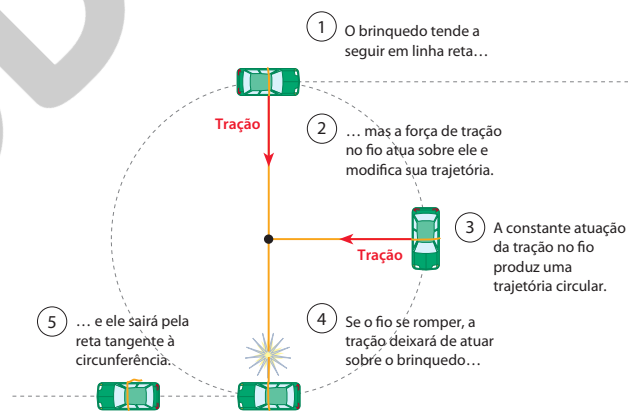
### 1 O conceito de força centrípeta

#### Analisando o resultado do experimento

A tendência de o automóvel de brinquedo mover-se em linha reta faz o fio esticar. Isso origina uma **força de tração** no fio. Essa força, ao agir sobre o brinquedo, o impede de prosseguir em linha reta na mesma direção.

Em todos os pontos de sua trajetória circular acontece exatamente o mesmo: o brinquedo tende a seguir em linha reta, mas a força de tração impede que isso aconteça, **modificando** continuamente a **direção do movimento** e produzindo a trajetória circular.

Se, em um dado instante, o fio subitamente arrebentar ou for cortado, o automóvel imediatamente deixará a trajetória circular e prosseguirá em linha reta. Em outras palavras, a partir do momento em que a força de tração deixar de atuar, o brinquedo automaticamente abandonará o movimento circular e sairá pela reta tangente à circunferência.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

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



## Força centrípeta

A força de tração no fio, que atua na situação representada anteriormente, é chamada **força centrípeta**. A força centrípeta atua sobre todo móvel que descreva uma trajetória que não é retilínea, seja uma circunferência ou qualquer outro tipo de curva. Essa força é a responsável pelo fato de o movimento não ser retilíneo, e sim curvilíneo. A direção da força centrípeta é a direção da reta que passa pelo móvel e pelo centro da curva descrita por esse móvel. E o sentido da força centrípeta aponta para o centro dessa curva.

## Exemplos de atuação da força centrípeta

Podemos encontrar inúmeros exemplos de movimentos nos quais há força centrípeta. Se, por exemplo, você amarrar bem uma borracha escolar com um barbante e, segurando-o, fizer com que ela gire em alta velocidade, a tração no fio atuará sobre a borracha fazendo com que ela percorra uma trajetória circular. Essa tração no fio atua como força centrípeta. Se o barbante for solto, deixará de haver a força centrípeta e a borracha sairá pela reta tangente à trajetória.



Fonte: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. V. *The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics*. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 82.

Imagine um automóvel fazendo uma curva. O que acontecerá com ele se a pista estiver coberta de óleo?

O automóvel derrapar e sairá da curva. Essa constatação evidencia que o atrito com o solo é necessário para o automóvel percorrer uma curva. É a força de atrito aplicada pelo solo aos pneus que age como força centrípeta. A presença de óleo na pista reduz o atrito e, sem a atuação da força centrípeta (no caso, a força de atrito), o motorista não consegue fazer a curva.

É importante notar que **força centrípeta** é como chamamos uma força que atua sobre um corpo em movimento, forçando-o a uma trajetória curva. Ela pode ser, por exemplo, a tração em um fio ou a força de atrito quando atuam sobre um móvel e o fazem realizar um movimento curvilíneo.

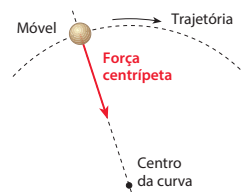
### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- força centrípeta
- centrifugação (leia antes o texto *Em destaque* a seguir)



A força centrípeta faz o móvel se deslocar em trajetória curva. (Representação esquemática.)

Fonte: SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Physics for scientists and engineers: with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 129.

#### Saiba de onde vêm as palavras

“Centrípeta” vem do grego *kentrón*, centro, e *petero*, que se dirige. Assim, a palavra “centrípeta” significa, literalmente, “que se dirige para o centro” (de curvatura da trajetória).



Em parques de diversão, há alguns brinquedos que, quando em funcionamento, submetem as pessoas a uma força centrípeta. É o caso do carrossel infantil. (Na foto, carrossel na cidade de Paris, França.)

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **força centrípeta** Força que atua sobre qualquer móvel que descreva trajetória curva e cujo sentido vetorial aponta para o centro de curvatura da trajetória.
- **centrifugação** Técnica usada para separar misturas por meio da rápida rotação.

## Em destaque

Existe uma tendência generalizada no senso comum de considerar a existência de uma “força centrífuga” que “puxa” as pessoas para fora de uma curva quando elas estão em movimento curvilíneo (automóvel, ônibus, carrossel, certos brinquedos de parques de diversão etc.).

Uma força centrífuga é uma força fictícia, introduzida, na Física universitária, quando se trabalha com um referencial não inercial (também chamado referencial não newtoniano) e se deseja realizar uma correção a fim de que as leis de Newton também valham nele. Esse tema está além do propósito desta obra.

Assim, aquilo que popularmente se denomina força centrífuga **não** existe. O que existe é a tendência de permanência em movimento retilíneo e uniforme (Princípio da Inércia), que dá às pessoas a impressão de serem atiradas para fora da curva.

De maneira análoga, **não** existe força centrífuga atuando quando a roupa é centrifugada em uma máquina de lavar. O que existe é a tendência de a água continuar em movimento retilíneo e uniforme, o que a faz passar pelos orifícios existentes no tambor da máquina de lavar e sair pela tangente, enquanto a roupa é forçada a realizar um movimento circular pela atuação de uma força de contato aplicada a ela pelo tambor.

## TCT Ciência e Tecnologia

O texto *Em destaque* do item 1, ao apresentar exemplos da atuação da força (resultante) centrípeta e elucidar acerca do termo “centrífuga”, relaciona-se ao TCT **Ciência e Tecnologia** (da macroárea de mesmo nome).

## EM DESTAQUE

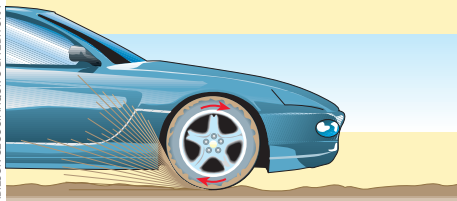
### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

## A força centrípeta em ação

A ausência da força centrípeta é responsável por alguns acontecimentos bem conhecidos.

Imagine, por exemplo, um automóvel atolado num chão de lama. O motorista acelera para tentar sair do lugar e o giro das rodas atira lama para trás. Por que isso ocorre?

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



Bem, um pouco de lama gruda no pneu. Quando o pneu gira, essa lama só gira junto com ele se estiver bem grudada, ou seja, se o pneu exercer sobre ela uma força centrípeta que a faça girar com ele. Caso ela não esteja bem grudada, tenderá a prosseguir em linha reta. E, assim, o pneu atira lama para trás.

Outra situação de saída pela reta tangente pode ser observada quando alguém usa uma esmerilhadeira para desbastar um pedaço de metal, como aparece na foto a seguir.

ALFISANDR RYBALKO/SHUTTERSTOCK



Esmerilhadeira em uso para desbastar chapa metálica, provocando desprendimento de faíscas do metal.

O disco utilizado na esmerilhadeira é uma roda revestida de material áspero, usado para desbastar, cortar e lixar metal. As pequenas partículas de metal removidas estão tão quentes (por causa do atrito) que ficam incandescentes, emitindo luz alaranjada. Como essas partículas não estão presas ao disco, elas prosseguem em linha reta e saem pela tangente.



DOTAZ

Roupa sendo centrifugada em máquina de lavar.

A **centrifugação** da roupa nas máquinas de lavar é um caso interessante de aplicação do conceito de força centrípeta. Nessas máquinas, a roupa molhada é girada, a grande velocidade, dentro de um tubo que tem vários furos laterais.

Tanto a roupa quanto a água que nela está tendem a continuar em movimento retilíneo, saindo pela tangente. Porém, só a água atravessa os furos da lateral do tubo e sai. Assim, após a centrifugação, boa parte da água saiu das roupas e elas estão menos molhadas.

Nos laboratórios, o mesmo princípio é usado nas **centrífugas**, aparelhos que permitem separar componentes de determinadas misturas. A palavra *centrífuga* quer dizer “fuga do centro”.

A mistura a ser separada (sangue, por exemplo) é colocada em tubos de vidro ou plástico e estes são encaixados na centrífuga. Num giro em alta velocidade, a mistura tende a sair pelo fundo do tubo, mas este a segura, aplicando nela a força centrípeta. Se o vidro ou o plástico não for resistente, o fundo dos tubos pode arrebentar durante a centrifugação.

Durante o processo, as partículas mais pesadas acumulam-se no fundo do tubo. Na centrifugação do sangue, por exemplo, os glóbulos vermelhos, os glóbulos brancos e as plaquetas vão para o fundo e a fração líquida, o plasma, fica na parte superior do tubo.



WAVEBREA/MEDIA/SHUTTERSTOCK

Centrífuga usada em exames clínicos.

Elaborado com dados obtidos de: GIAMBATTISTA, A. *Physics*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

168

## De olho na BNCC!

O texto *Em destaque* “A força centrípeta em ação” contribui para o desenvolvimento: da **competência geral 2**, no que diz respeito a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a reflexão, e a análise crítica para investigar causas com base nos conhecimentos das diferentes áreas; e da **competência específica 3**, por estimular os estudantes a analisar, compreender e explicar características e fenômenos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## 2 Força centrípeta e objetos em órbita

Imagine um satélite artificial em órbita circular ao redor da Terra. Uma força centrípeta deve atuar sobre ele, já que realiza movimento curvilíneo. Qual será a origem dessa força?

O satélite está sujeito à atração gravitacional do planeta Terra. É justamente a **força peso** que atua no satélite que exerce o papel de **força centrípeta**, necessária para mantê-lo em seu movimento circular.

Uma vez colocado em órbita, o satélite não precisa do auxílio de motores para manter-se em órbita. A única força que age sobre ele e que o mantém em órbita circular é a força centrípeta, que, no caso, é a força da atração gravitacional.

### Como colocar um objeto em órbita

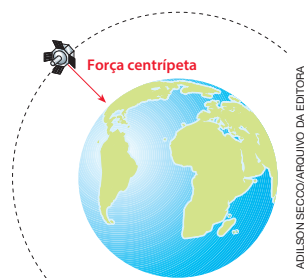
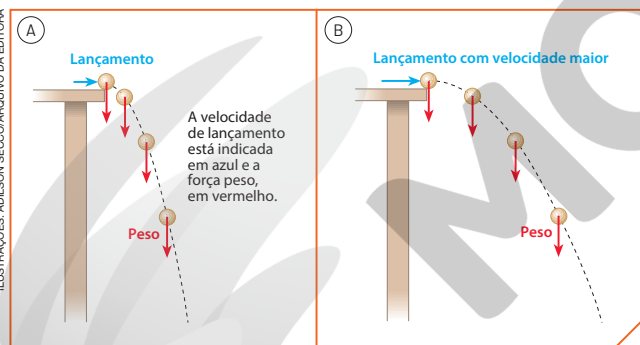
Na época de Newton não havia foguetes espaciais, muito menos satélites artificiais orbitando o planeta. Contudo, foram os trabalhos de Newton que abriram caminho para inúmeros progressos científicos, entre eles, os voos espaciais, que se iniciaram no século XX.

Newton propôs um interessante raciocínio para mostrar como um corpo poderia ser colocado em órbita a partir da Terra.

Vamos começar imaginando que uma bola que esteja sobre uma mesa seja lançada horizontalmente com certa velocidade, como mostra o desenho A. Uma vez lançada, ela deveria, de acordo com o Princípio da Inércia, continuar em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ela atuasse uma força resultante.

De fato, como a bola não executa um movimento retilíneo e uniforme, concluímos que sobre ela age uma força resultante. Ignorando a resistência do ar, a força resultante é o peso da bola. Essa força vertical **não** tem a mesma direção do movimento e é ela que, agindo sobre a bola, modifica continuamente sua direção de movimentação e a faz descrever uma trajetória curvilínea.

Agora, imagine que a bola seja lançada novamente, só que com uma velocidade maior, como no desenho B. A força peso continuará agindo, mas, graças à maior velocidade inicial, a bola percorre uma distância maior antes de cair no solo.



A atração gravitacional é responsável pela força centrípeta que atua sobre um satélite artificial (que aqui aparece ilustrado em tamanho exagerado). (Apenas uma parte da órbita do satélite foi indicada, em tracejado. Representação esquemática fora de proporção e em cores fantasiosas.)  
Fonte: SERWAY, R. A.; JEWETT JUNIOR, J. W. *Physics for scientists and engineers: with Modern Physics*. 10. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 334.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



### Use a internet

Explore um simulador de lançamentos similares aos mostrados nas ilustrações, no endereço:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html). Acesso em: 20 abr. 2022.

Esse simulador também permite estudar o lançamento oblíquo de objetos. Para simular um lançamento horizontal, como os das ilustrações, arraste o lançador para uma posição bem acima do nível do solo e regule sua inclinação para zero grau.

Lançamento horizontal de uma bola com diferentes velocidades. (Representação esquemática.)

Fonte: GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. *The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics*. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022. p. 49.

## Item 2

Há um detalhe referente ao movimento dos satélites artificiais que requer sua atenção ao trabalhar esse item. Se eles estão permanentemente “caindo”, e é justamente isso que os mantém em órbita, então por que, vez ou outra, temos notícias de satélites que caíram, de fato, sobre a superfície terrestre após alguns anos, ou décadas, em órbita?

A órbita dos satélites é bem distante da superfície, mas existe atmosfera na região em que eles se movimentam. Mesmo a atmosfera dessa região sendo **extremamente rarefeita**, o fato é que anos de atrito contra ela fazem um satélite perder parte de sua velocidade, até chegar um momento em que a velocidade não é mais suficiente para manter esse satélite em órbita do planeta.

Em última análise, o atrito provocará a queda de todos os satélites artificiais. É apenas uma questão de tempo.

### Use a internet

Mostre inicialmente aos estudantes que, no simulador, é possível alterar a distância do lançador ao solo, o ângulo em que o lançamento será realizado, o objeto a ser lançado e sua velocidade inicial. Também é possível medir distâncias no esquema, visualizar vetores escolhidos e considerar, ou não, a resistência do ar no movimento.

Oriente os estudantes a modificar uma variável por vez, mantendo as demais constantes, a fim de observar qual é a influência dessa variável no movimento.

Uma proposta que pode ser interessante e divertida para os estudantes é tentar acertar o alvo que está no centro da tela do simulador com diferentes objetos, alterando velocidades iniciais, altura e ângulo do lançamento.

## Sobre a foto do lançamento de foguete

Saliente a importância do Princípio da Ação e Reação, estudado no capítulo anterior, para a compreensão da movimentação dos foguetes, conforme comentado na legenda da foto do livro do estudante.

Durante a explicação, retorne com os estudantes a discussão do experimento do balão de borracha (seção *Motivação* que antecede o item 10 do capítulo 8) e reforce a relação entre o Princípio da Ação e Reação e o movimento do balão (no experimento) e o dos foguetes (como o da foto).

## TCT Ciência e Tecnologia

A foto do lançamento do foguete, do item 2, insere-se na abordagem do TCT **Ciência e Tecnologia**, pois relaciona o funcionamento de um foguete à Terceira Lei de Newton.

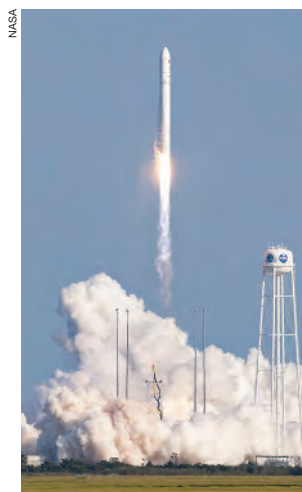
## Sugestão de atividade

Se dispuser de tempo e julgar conveniente, sugira o seguinte tema para pesquisa: "O que é lixo espacial? Que risco ele representa?".

Por meio dessa pesquisa, os estudantes poderão perceber a grande quantidade de satélites desativados que ainda permanece em órbita e o risco que eles representam não apenas aos lançamentos futuros, mas também em caso de queda no planeta Terra.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor* (referente ao capítulo 3), o texto "Como funciona o GPS?".



### CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Um foguete move-se devido à ação e reação. O foguete exerce uma força sobre os gases que dele são expulsos e esses gases, por sua vez, exercem sobre ele uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário. Um erro comum é achar que o foguete se move porque os gases expulsos batem contra o solo ou a atmosfera. Na verdade, ele pode mover-se mesmo longe do solo ou fora da atmosfera. Na foto, lançamento do foguete não tripulado *Northrop Grumman Antares*, que transportou uma espaçonave de reabastecimento *Cygnus* para a Estação Espacial Internacional. (Ilha Wallops, Virgínia, EUA, 2021.)

E se a bola fosse lançada várias vezes, sempre com uma velocidade inicial maior que a anterior?

Bem, segundo Newton, se fosse possível lançar um objeto horizontalmente de um local bem elevado e com velocidade suficientemente alta, esse objeto entraria em órbita. Essa situação de órbita corresponderia à situação em que o objeto continuaria "caindo eternamente", sempre sob a ação da força peso. O desenho a seguir ilustra isso.

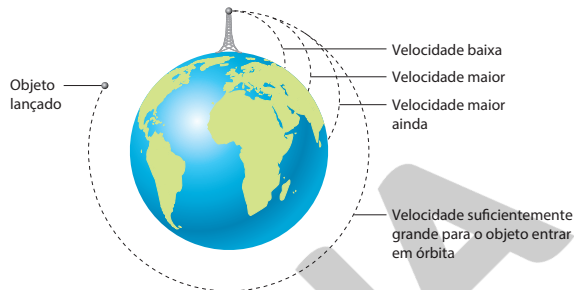


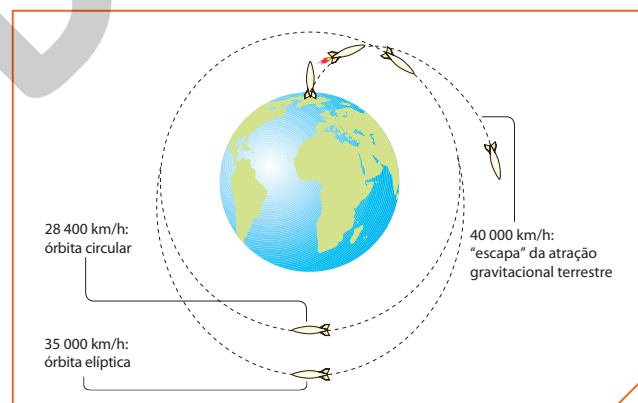
Ilustração da concepção de Newton sobre a colocação de um objeto em órbita. (Representação esquemática fora de proporção: o objeto lançado e a torre estão desenhados em tamanho exageradamente grande. Cores fantasiosas.)

Fonte: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020. p. 433.

## Velocidade e lançamento espacial

As ideias de Newton sobre a colocação de um corpo em órbita puderam ser verificadas experimentalmente no século XX.

Um foguete lançado com velocidade insuficiente volta ao solo após algum tempo. Lançado com velocidade suficiente, pode estabelecer órbita circular ao redor do planeta. Com uma velocidade ainda maior, o satélite estabelece órbita elíptica (em forma de elipse). Se a velocidade for ainda maior e se tornar igual ou superior a um determinado valor, chamado **velocidade de escape**, consegue "escapar" da atração gravitacional terrestre e rumar em direção ao espaço.



Entrar, ou não, em órbita é uma questão ligada à velocidade atingida por um foguete lançado. (Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 55.

### 3 A Lei da Gravitação Universal

O que acabamos de comentar pode ser aplicado ao movimento dos planetas ao redor do Sol, da Lua ao redor da Terra, enfim, ao movimento de qualquer corpo celeste que orbite ao redor de outro.

Newton propôs a **Lei da Gravitação Universal**: segundo ela, qualquer par de objetos no Universo atrai-se mutuamente. Essa atração mútua, denominada **atração gravitacional**, é tanto maior quanto maior a massa dos objetos e quanto menor a distância entre eles.

De acordo com essa lei, por exemplo, a Terra atrai uma maçã e, simultaneamente, a maçã atrai a Terra.

Embora tenhamos a tendência de achar que a força que a Terra aplica à maçã seja maior do que a que esse fruto aplica ao planeta, **esse par de forças constitui um par ação-reação**. De acordo com a Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação), as duas apresentam mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

Como a massa da Terra é gigantesca, se comparada à da maçã, sua inércia é muitíssimo maior. Assim, embora as duas forças tenham mesma intensidade, a aceleração adquirida pelo planeta é desprezivelmente pequena. Já a aceleração adquirida pela maçã em queda livre é apreciável: é a aceleração proveniente da atração gravitacional ( $g$ ).

Um dos muitos méritos de Newton foi perceber que a força peso, à qual estamos cotidianamente acostumados, tem exatamente a mesma origem da força que mantém a Lua orbitando ao redor da Terra, ou da força que mantém a Terra orbitando ao redor do Sol. Todas essas forças são gravitacionais.

### 4 Geocentrismo versus heliocentrismo

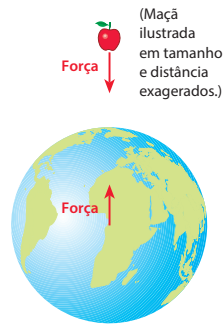
#### Geocentrismo

Desde a Antiguidade, a humanidade tenta explicar o comportamento exibido pela natureza. Destacam-se, nesse sentido, as regularidades que se podem observar no céu, particularmente no céu noturno.

O filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) propôs um modelo (uma concepção) para explicar essas regularidades, no qual os corpos celestes se moveriam todos ao redor da Terra, considerada o centro do Universo. Esse é um **modelo geocêntrico**, ou seja, no qual a Terra é o centro.

Esse modelo foi aprimorado pelo matemático, geógrafo e astrônomo Cláudio Ptolomeu (100?-170? — as interrogações indicam que não há certeza histórica nas datas). Aplicando conceitos matemáticos, Ptolomeu era capaz de prever que posição ocupariam os astros no céu com o passar dos dias.

Embora essas previsões fossem de precisão limitada, o modelo de Ptolomeu foi aceito como a melhor explicação para as regularidades celestes por mais 1400 anos.



Terra e maçã atraem-se mutuamente com forças de mesma intensidade. (Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: WALKER, J. Halliday & Resnick *Fundamentals of Physics*. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018. p. 107.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Como exemplos, temos um tipo de borracha com grande capacidade de absorção de impactos, usada nos capacetes dos astronautas e empregada posteriormente na fabricação de tênis de corrida; a cerâmica translúcida (alumina policristalina translúcida), desenvolvida para proteger antenas infravermelhas no espaço e mais tarde utilizada na fabricação de aparelhos ortodônticos, substituindo materiais metálicos; e o revestimento antiaderente (politetrafluoroetileno), material não inflamável usado na confecção de trajes espaciais, atualmente com aplicações no revestimento de painéis antiaderentes e na construção civil para confecção de grandes lonas que fazem a cobertura de estádios, pavilhões e locais para eventos.

Por outro lado, a atenção às populações carentes deve ser uma das prioridades da humanidade.

Saliente aos estudantes o significado da expressão **segurança alimentar**, que designa ter acesso permanente a alimentos em quantidade suficiente e de qualidade adequada, constituindo-se em um direito fundamental de todos os indivíduos.

Muitas pessoas, em nosso país e no mundo, não têm segurança alimentar. Ações que combatam a insegurança alimentar são de fundamental importância para aliviar o sofrimento e representam também **uma expressão da valorização da cultura de paz na sociedade**, pois se fundamentam em um valor básico, que é a solidariedade.

As pesquisas de ponta têm grande relevância e devem continuar. Porém, as políticas de atendimento humanitário precisam ser mantidas e ampliadas em todo o mundo, a fim de eliminar o sofrimento de muitos seres humanos que não têm acesso à água potável, à alimentação, ao saneamento básico e aos serviços fundamentais de saúde.

#### Sugestão de atividade

Ao trabalhar os itens 2 e 3, se dispuser de tempo e considerar oportuno, proponha o seguinte tema para discussão em grupo: “É ético alguns países gastarem fortunas em missões espaciais enquanto parte considerável da população mundial passa fome e vive em condições precárias de saúde, saneamento e habitação?”.

Organize uma roda de discussão para que cada estudante, na sua vez, possa expressar sua opinião e os argumentos que a embasam. Não é necessário chegar a um consenso, mas é preciso despertar a percepção da necessidade de conciliação entre prioridades, nunca esquecendo o lado social.

De modo entremeado com as falas dos estudantes, ou ao final delas, você pode comentar que importantes invenções e aprimoramentos foram realizados por conta de pesquisas espaciais, que conduziram a equipamentos e materiais hoje utilizados em larga escala pela sociedade.

## De olho na BNCC!

Os temas trabalhados nos itens 3 e 4 colaboram para o desenvolvimento da **competência específica 1**, pois ajudam a compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

O tema proposto para discussão em *Sugestão de atividade* (anteriormente, neste Manual do professor) favorece o desenvolvimento da habilidade de Língua Portuguesa **EF69LP15** (“Apresentar argumentos e contra-argumentos coerentes, respeitando os turnos de fala, na participação em discussões sobre temas controversos e/ou polêmicos”).

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “O significado da excentricidade de uma elipse” e “A excentricidade das órbitas dos planetas”.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **Lei da Gravitação Universal** Enunciado científico segundo o qual dois objetos se atraem mutuamente, sendo essa atração tanto maior quanto maior a massa dos objetos e menor a distância entre eles.
- **modelo científico** Concepção científica de como é e de como funciona algo que não se pode ver ou a que (por alguma razão) não se tem acesso direto.
- **geocentrismo** Modelo astronômico que considera a Terra o centro do Universo, ao redor da qual orbitariam os demais corpos celestes.
- **heliocentrismo** Modelo astronômico segundo o qual a Terra e os demais planetas do Sistema Solar orbitam em torno do Sol.

## Heliocentrismo

Insatisfeito com alguns aspectos do modelo de Ptolomeu, o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) elaborou um novo **modelo**, dessa vez **heliocêntrico**, ou seja, no qual o Sol seria considerado o centro do Universo.

No modelo de Copérnico, a Terra e os demais planetas girariam ao redor do Sol em órbitas circulares. Ao redor da Terra, apenas a Lua orbitaria. O modelo de Copérnico também era capaz de prever a posição dos astros no céu ao longo do tempo.

## As contribuições de Brahe e de Kepler

Para decidir qual dos modelos, o geocêntrico ou o heliocêntrico, estava correto, era necessário comparar as previsões feitas pelos dois modelos com a real posição dos astros no céu observada a cada dia. Contudo, as medidas feitas até aquela época, realizadas a olho nu e com instrumentos nem sempre muito precisos, não eram suficientemente confiáveis para permitir optar por um dos modelos.

Na polêmica do **geocentrismo versus heliocentrismo**, dois indivíduos tiveram papel decisivo.

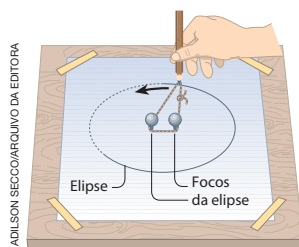
Um deles foi o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), que construiu instrumentos de alta precisão para medir a posição dos astros no céu (embora ainda não existisse telescópio). Ele fez medidas e registros por vinte anos.

O outro foi Johannes Kepler (1571-1630). Esse matemático alemão analisou por cerca de duas décadas os registros de Brahe e chegou à conclusão de que, embora parecesse que o modelo de Copérnico fosse o menos incorreto por ser heliocêntrico, **nenhum** dos dois modelos era totalmente adequado para prever a posição dos astros.

Os estudos de Kepler revelaram que o aspecto do céu poderia ser descrito admitindo que o Sol permanecesse fixo e, ao redor dele, se movessem os planetas (o que inclui a Terra) em órbitas elípticas. Nesse modelo, o Sol se posicionaria num dos focos da elipse. A Lua se moveria em torno da Terra e as constelações estariam fixas numa posição muitíssimo distante do Sol, da Terra e dos demais planetas.

O modelo de Kepler é diferente dos anteriores, mas compartilha com o de Copérnico uma característica importante: é um **modelo heliocêntrico**. Pode-se dizer que o modelo de Kepler é um aperfeiçoamento do modelo de Copérnico.

Isso é comum em Ciência. Quando surgem novas evidências não explicadas pelo modelo em uso, esse modelo deve ser aprimorado ou, se não for possível, substituído.



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Com um pedaço de barbante, que passa por duas tachinhas fixadas em uma tábua, é possível desenhar uma elipse. (Representação esquemática fora de proporção.)

Fonte: SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021. p. 460.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- Lei da Gravitação Universal
- modelo científico
- geocentrismo
- heliocentrismo

## Galileu e o heliocentrismo

Galileu nasceu em 1564 em Pisa, na Itália central. Com 17 anos, entrou para a universidade de Medicina, mas logo decidiu fazer da Matemática e da Física as Ciências de sua vida.

Na época de universidade observou que o período de oscilação de um pêndulo depende apenas de seu comprimento. Isso deu à humanidade as bases para o primeiro método razoável de marcação do tempo.

Após sair da universidade, em 1585, Galileu estudou hidrostática (situações de equilíbrio envolvendo líquidos) e o centro de massa de objetos sólidos. Suas conclusões, nesses estudos, lhe valeram a aceitação como professor de Matemática na Universidade de Pisa.

A essa altura, ele já havia definido bem o que queria: estudar os fenômenos naturais e usar a Matemática em sua interpretação. A Ciência Moderna foi influenciada pelo método de trabalho de Galileu: a experimentação.

Em vez de se preocupar com o porquê de os movimentos ocorrerem, ele preferiu investigar como eles ocorrem. De Pisa, Galileu foi para a Universidade de Pádua, onde continuou suas pesquisas sobre movimento acelerado, objetos em queda e trajetória de projéteis.

Usando um telescópio que ele mesmo construiu (embora não tenha sido o inventor desse instrumento), Galileu foi o primeiro a ver os quatro maiores satélites de Júpiter, as fases do planeta Vênus (semelhantes às fases da Lua), as manchas solares e as montanhas lunares.

Galileu convenceu-se de que a Terra se move ao redor do Sol e passou a defender o modelo heliocêntrico.

Contudo, o pensamento geocêntrico de Aristóteles e de Ptolomeu era o aceito, na época, pela Igreja Católica, e defender o modelo de Copérnico era considerado um ato ofensivo pela Igreja. O poder do papa era muito forte na região, e Galileu foi advertido, em 1616, para que parasse de defender o heliocentrismo.

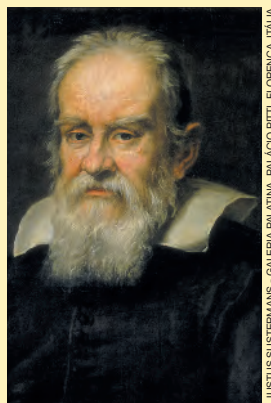
Em 1631, quando um amigo seu foi eleito papa, Galileu achou que poderia voltar a difundir o modelo heliocêntrico. Estava enganado.

Esse novo papa voltou-se contra ele e, em 1633, Galileu foi considerado, pela Igreja, culpado por heresia e condenado à prisão perpétua. Ele foi forçado a negar publicamente que a Terra se movia. Diz a lenda que, logo após a negação pública, ele teria sussurrado: “Contudo, ela se move!”.

Sua pena foi convertida em confinamento em casa, pelo resto da vida. Nos anos seguintes, ele trabalhou num livro, o *Diálogo sobre duas novas Ciências*, que, para ser publicado, teve seus originais levados escondidos, por amigos, até a Holanda, onde a influência papal não chegava, e o livro pôde ser publicado.

Galileu, ainda sob prisão domiciliar, morreu em 1642, com 78 anos. Alguns meses depois de sua morte, nasceu o inglês Isaac Newton.

Em 1992, passados 350 anos da morte de Galileu, uma comissão papal reavaliou seu julgamento e declarou-o inocente.



O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642).

JUSTUS SUSTERMANS - GALERIA PALATINA, PALÁCIO PITTI, FLORENÇA, ITALIA



Galileu Galilei diante da Inquisição, litografia colorida a partir de desenho de Albert Chereau, feito por volta de 1865.

ALBERT CHEREAU - COLEÇÃO PARTICULAR

Elaborado com dados obtidos de: COMINS, N. F. *Discovering the Universe*. 11. ed. Nova York: Freeman, 2019.

## Atente!

Galileu afirmou que a Terra se move ao redor do Sol, mas não provou tal fato. A primeira evidência desse movimento só foi anunciada em 1728 pelo astrônomo inglês James Bradley (1693-1762), que, trabalhando em colaboração com o inglês Samuel Molyneux (1689-1728), descobriu um fenômeno denominado aberração das estrelas, que podia ser explicado admitindo a hipótese de que a Terra girasse ao redor do Sol. Ao comentar isso com os estudantes, resalte a importância dos conhecimentos historicamente construídos para a evolução do pensamento científico.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “Quem gira ao redor de quem?” e “Paralaxe anual das estrelas”.

## História da Ciência

Algumas noções históricas são relevantes em um curso de Ciências da Natureza. O conhecimento não é algo pronto e acabado, mas envolve um processo dinâmico em que modelos são criados, aprimorados e, às vezes, abandonados e substituídos por outros mais adequados para explicar a realidade observável, ou seja, as evidências experimentais.

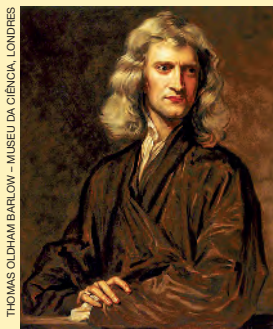
A história da Ciência faz parte da história da humanidade, e a evolução dos conceitos científicos está condicionada a uma série de fatores sociais, culturais, políticos e econômicos. Afinal de contas, as Ciências da Natureza são um construto humano.

### De olho na BNCC!

Os itens 3 e 4 e os textos *Em destaque* do item 4 incentivam os estudantes: a valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade e continuar aprendendo, o que favorece a **competência geral 1**; e a argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, o que vai ao encontro da **competência geral 7**.

## EM DESTAQUE

### Newton e o heliocentrismo



O cientista inglês  
Isaac Newton (1642-1727).

#### Plutão não é mais considerado planeta

Em 2006, a União Astronômica Internacional deixou de considerar **Plutão** um planeta. O astro foi reclassificado como **planeta-anão**. Foram incluídos nessa categoria **Ceres** — anteriormente considerado um enorme asteroide, com órbita entre Marte e Júpiter —, **Makemake** e **Éris**, que têm órbita além da de Plutão.

Em 2008, a União Astronômica Internacional decidiu chamar de **plutoides** os planetas-anões cujas órbitas estão além da órbita de Netuno. Assim, quando este livro foi escrito, Plutão era classificado como plutoide.

Fonte da figura: SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 15. ed. Boston: Cengage, 2021. p. 463.

Isaac Newton nasceu em 1642, na localidade de Woolsthorpe, Inglaterra. Não chegou a conhecer o pai, que morreu antes de seu nascimento. Embora sua mãe desejasse que ele se tornasse fazendeiro, Newton mostrou aptidão para a Ciência, e a família decidiu encaminhá-lo à Universidade de Cambridge, em 1661.

Alguns anos depois, por causa de uma grande epidemia de peste bubônica que se espalhou pela Inglaterra, a Universidade de Cambridge foi fechada por 18 meses. Newton retornou à sua cidade de origem e, durante esse tempo, lá permaneceu. Segundo o próprio Newton, essa foi a época mais criativa e produtiva de sua vida. Nesse período, ele começou a realizar suas descobertas em Matemática e em Física, muitas das quais ele só tornaria públicas vários anos depois.

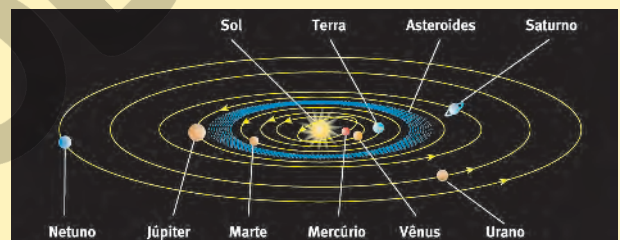
Newton voltou a Cambridge e formou-se em 1667. Dois anos mais tarde, tornou-se professor da universidade. Nela, Newton realizou experimentos e pesquisas teóricas em vários campos da Física, destacando-se a Mecânica e a Óptica.

Ele descobriu, por exemplo, que a luz branca é composta de luzes de cores diferentes (as cores do arco-íris) e formulou a Lei da Gravitação, segundo a qual o peso dos objetos e as forças que mantêm os astros em órbita são encarados como uma única manifestação natural, a força gravitacional.

Nos últimos anos de vida, Newton afastou-se das pesquisas científicas e ocupou altos cargos como funcionário público. Em 1708, recebeu da rainha Anne o título de “*Sir*”, distinção nunca antes concedida a um cientista.

*Sir* Isaac Newton morreu aos 85 anos de idade, em 1727, como um dos matemáticos e físicos de destaque na história. Suas **três leis do movimento** e sua **Lei da Gravitação Universal** foram essenciais para que o geocentrismo fosse definitivamente abandonado. Essas leis também constituem a base de inúmeras aplicações práticas, por exemplo, em vários ramos da Engenharia.

Elaborado com dados obtidos de: KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.



As leis de Newton permitiram explicar o movimento dos corpos celestes, como o dos planetas e asteroides ao redor do Sol. (Esquema fora de proporção, em cores fantasiosas. As órbitas parecem elipses alongadas devido ao desenho em perspectiva, mas a maioria delas é quase circular.)

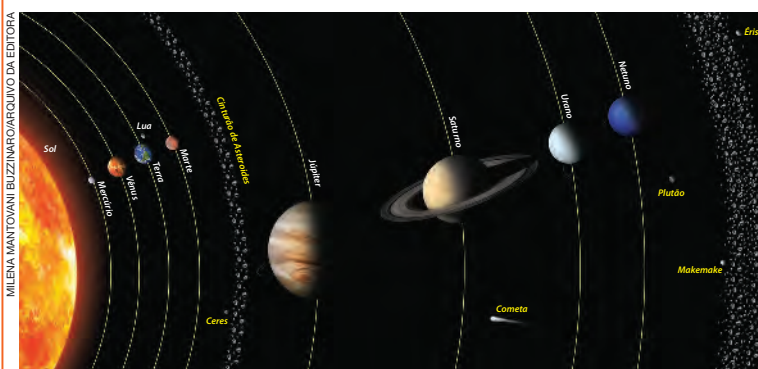


## 5 Os planetas e o Sistema Solar

A estrela mais próxima de nós é o Sol. Diversos corpos celestes o orbitam, como **planetas** (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), **planetas-anões** (Ceres, Plutão, Makemake, Éris), **satélites naturais** de planetas-anões e de planetas (a Lua, por exemplo), **asteroides** (corpos rochosos menores que planetas-anões) e **cometas**.

O Sol e todos os corpos celestes que o orbitam constituem o Sistema Solar.

### O Sistema Solar



Representação esquemática em que os corpos celestes do Sistema Solar não estão ilustrados em proporção de tamanho ou de distância entre si. As linhas indicando as órbitas são imaginárias e as cores são fantasiosas.

Características de alguns astros que orbitam o Sol

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Ceres (planeta-anão)	Júpiter
Raio	2 440 km	6 052 km	6 378 km	3 396 km	471 km	71 492 km
Distância do Sol	57 910 160 km	108 210 168 km	149 600 000 km	227 939 536 km	414 392 000 km	778 422 656 km
Período de translação	88 dias	225 dias	1 ano	2 anos	1 682 dias	12 anos
Período de rotação	1 408 horas	5 832 horas	24 horas	25 horas	9 horas	10 horas
Satélites naturais	Não possui	Não possui	1	2	Não possui	67
	Saturno	Urano	Netuno	Plutão (planeta-anão)	Makemake (planeta-anão)	Éris (planeta-anão)
Raio	60 268 km	25 559 km	24 764 km	1 195 km	750 km	1 225 km
Distância do Sol	1 426 745 672 km	2 871 012 496 km	4 498 316 416 km	5 906 459 328 km	6 850 184 000 km	10 127 920 000 km
Período de translação	29 anos	84 anos	165 anos	248 anos	310 anos	557 anos
Período de rotação	11 horas	17 horas	16 horas	153 horas	22 horas	26 horas
Satélites naturais	62	27	13	5	Não possui	1

Fonte da ilustração e dos dados tabelados: HAYNES, W. M. (ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 14-2, 14-3; NASA. Solar System Exploration. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview>. Acesso em: 20 abr. 2022.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “A reforma gregoriana do calendário” e “Qual é a origem da designação bissexto?”.

## Atividades

Ao final do trabalho com a seção *Em destaque* intitulada “Newton e o heliocentrismo”, proponha aos estudantes os exercícios 1 a 6 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 5 do *Explore diferentes linguagens*.

## Item 5

Este item apresenta a distinção entre planetas telúricos (rochosos) e jovianos (gigantes gasosos) e comenta a formação do Sistema Solar a partir de matéria interestelar preexistente (gases e poeira cósmica).

Ao abordar o item, é recomendado retomar a lei da gravitação universal, uma vez que a atração gravitacional exerce papel fundamental na coalescência do material formador de estrelas e planetas.

## Sugestão de atividade

A Nasa tem um simulador *on-line* (em inglês) que pode ser explorado pelo professor durante a aula. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>. Acesso em: 3 ago. 2022.

Ele mostra uma esquematização navegável do Sistema Solar. A visualização pode ser aproximada ou afastada do Sol usando o botão de rolagem do *mouse*. Clicando na tela e arrastando, é possível mudar a perspectiva em relação ao plano das órbitas dos planetas (arraste verticalmente) e colocar diferentes astros no campo de visão (arraste horizontalmente).

Ao clicar em um corpo celeste, abre-se uma caixa com informações sobre ele (em inglês). Dentro dessa caixa, clicando em *compare size* (comparar tamanho), a tela é dividida em duas partes: na da esquerda, é representado o astro escolhido; na da direita, pode-se usar as setas para mostrar diversos outros integrantes do Sistema Solar. As representações dos dois astros escolhidos (apresentadas nas duas metades da tela) estarão em proporção uma em relação à outra. Use esse recurso para mostrar aos estudantes os tamanhos relativos, por exemplo, do Sol em relação aos planetas e à Lua e da Terra em relação à Lua e aos demais planetas. Para sair desse modo comparativo, clique no  $\times$  da parte superior da tela, que está ao lado de *close comparison mode* (fechar modo de comparação).

Ao aproximar a visualização de um planeta ou da Lua, você pode clicar no astro e arrastar para conseguir ver a face iluminada pelo Sol e a face não iluminada por ele. Você também pode ir diretamente para a visualização de um astro digitando o nome dele (em inglês) no campo de busca (que tem o ícone de lupa e a palavra *search*). O simulador também permite ver alguns dispositivos lançados pelo ser humano que estão em missões pelo Sistema Solar.

## Planetas rochosos e planetas gasosos

Os astrônomos foram gradualmente obtendo evidências sobre as características dos corpos celestes e compreendendo semelhanças e diferenças entre eles. Os planetas do Sistema Solar, conforme suas características, podem ser divididos em dois grupos.

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte apresentam crostas rochosas e têm composição química relativamente semelhante, sendo chamados de **planetas telúricos** (o adjetivo *telúrico* significa relativo à Terra), que alguns denominam **planetas rochosos**. Eles são bem menores que os outros quatro planetas, têm conteúdo relativamente alto de elementos químicos metálicos e apresentam quantidade relativamente pequena de hidrogênio e hélio (que são os elementos mais abundantes nas estrelas e no Universo).

Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, ao contrário, são planetas bem maiores, com grande conteúdo de gases, especialmente hidrogênio e hélio. Eles são denominados **planetas jovianos** (o adjetivo *joviano* se refere a Júpiter) ou **planetas gigantes gasosos**. Apresentam um núcleo sólido ao redor do qual existe grande quantidade de gases. As porções mais internas desses gases, logo acima do núcleo, encontram-se liquefeitas devido à alta pressão a que estão submetidas.

De acordo com evidências científicas, o Sistema Solar se formou há cerca de 4,6 bilhões de anos, a partir de uma nuvem de gás e poeira. Devido à atração gravitacional, a matéria constituinte dessa nuvem coalesceu (reuniu-se, juntou-se) em diferentes pontos, o que deu origem ao Sol, aos planetas, seus satélites e a todos os demais corpos constituintes do Sistema Solar. (Lembre-se de que matéria atrai matéria e essa **atração** é denominada **gravitacional**.)

Mercúrio, o planeta mais próximo do Sol, perdeu gradualmente sua atmosfera devido ao calor proveniente dessa estrela. O aquecimento aumentou a energia cinética (energia associada ao movimento) das moléculas dos gases da atmosfera e elas atingiram velocidades tão altas que conseguiram vencer a atração gravitacional do planeta, escapando para o espaço. Em outras palavras, o aquecimento fez as moléculas atingirem a velocidade de escape. A superfície de Mercúrio apresenta muitas crateras, que se formaram devido ao impacto de meteoritos, principalmente nos 800 milhões de anos após sua formação. Assim como acontece no caso da Lua, essas crateras ainda estão lá porque, não havendo água nem atmosfera, não foram alteradas pela erosão.

Vênus, o segundo planeta mais próximo do Sol, perdeu parte de sua atmosfera, principalmente hidrogênio ( $H_2$ ) e hélio ( $He$ ), que são os gases cujas moléculas são mais leves e que, devido a isso, atingem a velocidade de escape mais facilmente que outros constituintes da atmosfera. O percentual de gás carbônico ( $CO_2$ ) na atmosfera de Vênus é muito alto, cerca de 96%. Isso acarreta um efeito estufa muito acentuado, que faz a temperatura na superfície atingir aproximadamente 480 °C.

L. CALCADA/EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOFARÉIA



Ilustração mostrando uma nuvem circular de matéria interestelar (gás e poeira) orbitando o Sol recém-formado (que está no centro), há cerca de 4,6 bilhões de anos. Aos poucos, a matéria desse disco foi coalescendo em alguns pontos e originando os planetas do Sistema Solar. (Concepção artística fora de proporção e em cores fantasiosas.)

### ATIVIDADE



#### Certifique-se de ter lido direito

Ao estudar esse item 5, esteja certo de que compreendeu a distinção entre planetas telúricos e planetas jovianos, e sabe em qual desses grupos a Terra é incluída.

Além disso, perceba como as características dos demais planetas do Sistema Solar não possibilitaram a origem e a manutenção da vida, ao contrário do que ocorreu na Terra.

A Terra, devido a fatores como massa, distância ao Sol e composição química, reuniu condições para o aparecimento e a manutenção da vida. Reteve atmosfera (apesar de ter perdido parte dela, principalmente hidrogênio e hélio) e contém água líquida. Um efeito estufa moderado manteve a temperatura em níveis adequados, para que o planeta não fosse muito frio e a água não congelasse totalmente.

Marte tem diâmetro aproximadamente igual à metade do diâmetro do planeta Terra. Sua massa é cerca de 9 vezes menor que a da Terra. No Equador marciano, a temperatura varia de aproximadamente 30 °C, durante o dia, a -130 °C, à noite. Existe um pouco de vapor de água na atmosfera (0,02%), mas insuficiente para formar chuva. Não há rios, lagos ou oceanos. A espessura da atmosfera é mais fina que a da Terra. Essa camada gasosa é muito mais rarefeita que a nossa e contém apenas 0,13% de oxigênio.

Júpiter e os demais planetas jovianos encontram-se muito distantes do Sol e são muito frios. A baixa temperatura não favoreceu o escape dos gases, e esses planetas apresentam alto conteúdo de hidrogênio e hélio. A alta massa desses planetas faz com que a atração gravitacional seja muito alta, o que também atuou na retenção dos gases e favoreceu a incorporação de parte dos gases que escaparam de planetas telúricos.

## 6 Sol, a nossa estrela

O Sol é a estrela mais próxima do planeta Terra. Ele apresenta massa 333 mil vezes maior que a da Terra e tem diâmetro de 1,4 milhão de quilômetros (109 vezes o diâmetro terrestre). Comparado às demais estrelas, que serão nosso assunto mais à frente, o Sol é uma estrela de massa e temperatura medianas.

É constituído principalmente de hidrogênio (cerca de três quartos) e hélio (cerca de um quarto), contendo quantidades relativamente bem menores de alguns outros elementos químicos.

A detecção dos elementos químicos presentes no Sol se fundamenta na análise da luz emitida por ele. Vimos, no capítulo 3, que os átomos de cada elemento absorvem luzes de frequências específicas. Analisando, com instrumentos de grande precisão, todas as frequências de luzes visíveis emitidas pelo Sol (isto é, cada uma das tonalidades de cores do espectro visível), os astrônomos detectaram que algumas delas estão ausentes, o que indica a presença, no Sol, do elemento que absorve aquela frequência específica.

Quando essa determinação foi realizada (por volta de 1868), os cientistas notaram que algumas das frequências luminosas que faltavam na luz solar não correspondiam a nenhum elemento químico conhecido na época. Isso evidenciava a existência, no Sol, de algum elemento não descoberto até então. Esse elemento, que foi posteriormente detectado na atmosfera terrestre (na qual existe em porcentagem minúscula, por volta de 0,00052%), é o hélio, nome que vem do grego *hélíos*, que significa Sol.

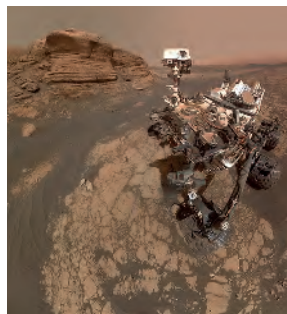


Foto mostrando a sonda *Curiosity* em frente ao *Mont Mercou*, uma formação rochosa de Marte nomeada em homenagem a uma montanha francesa. *Curiosity* é um dos veículos automatizados não tripulados enviados para Marte com a finalidade de investigar aspectos ambientais e geológicos do planeta. Sobre essas missões exploratórias, veja o boxe *Use a internet*, a seguir. (Imagem obtida pela própria sonda em 16 de março de 2021.)



### Use a internet

Atualmente, duas sondas enviadas pela Nasa (agência espacial estadunidense) encontram-se explorando solos marcianos. A primeira delas, mostrada na foto anterior, foi lançada em 2011 e pousou em Marte no ano de 2012. A outra deixou a Terra em 2020 e chegou a Marte em 2021.

Na internet, você pode encontrar mais informações sobre essas missões e seus resultados, além das outras sondas anteriormente enviadas a Marte, cujas missões já foram encerradas.

Entre as expressões que você pode usar para uma busca, estão: *veículos exploradores de Marte*, *cronologia das missões a Marte*, *sonda Curiosity* e *sonda Perseverance*.

## De olho na BNCC!

### • 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).”

Essa habilidade tem seu desenvolvimento nos itens 5 e 7 deste capítulo.

No item 5, os estudantes passam a ter condições de descrever quais são os principais componentes do Sistema Solar (Sol, planetas telúricos, planetas jovianos, planetas-anões, satélites naturais, asteroides) e de comentar, em linhas gerais, qual é a disposição desses corpos celestes na estrutura do sistema.

O boxe *Certifique-se de ter lido direito* desse item solicita a atenção dos estudantes para alguns aspectos relevantes do Sistema Solar. Um deles é a distinção entre planetas telúricos (rochosos), entre os quais a Terra se inclui, e planetas jovianos (gigantes gasosos). Outro aspecto é o fato de nenhum dos demais planetas desse sistema apresentar características favoráveis à existência de vida.

O desenvolvimento da habilidade prossegue no item 7. Veja comentário sobre essa continuidade mais à frente, neste Manual do professor.

### Use a internet

Incentive os estudantes a pesquisar sobre as missões mencionadas. O propósito da atividade é, mais uma vez, enfatizar que a Ciência é **dinâmica** e que novas **informações** são **ininterruptamente obtidas** pela comunidade científica. É impossível resumir, em uma única publicação, toda a riqueza do conhecimento científico, e a internet, usada adequadamente (fontes confiáveis de informação), constitui importante ferramenta para conhecer e estudar as novidades científicas.

## Item 6

Ao abordar esse item, retome que o Sol é a estrela mais próxima da Terra. Ele tem um diâmetro de 109 vezes o do planeta Terra.

Explique que o Sol é constituído principalmente de hidrogênio e hélio, com quantidades bem menores de alguns outros elementos químicos. A detecção desses elementos se fundamenta na análise da luz solar, na qual (com equipamento de precisão adequada) foi constatada a ausência de algumas frequências. Estas foram confrontadas com as frequências de absorção dos diversos elementos químicos conhecidos, possibilitando a inferência de quais deles existem no Sol.

A seguir, comente que o processo responsável pela liberação de energia pelo Sol **não** é uma reação química, mas um **fenômeno nuclear** (isto é, que envolve núcleos de átomos) chamado  **fusão nuclear**. Em algumas publicações, é possível que você ou os estudantes leiam que o hidrogênio é o “combustível” da “reação” nuclear que ocorre no Sol. Saliente que **não** se trata de uma reação química de combustão e, portanto, a denominação “combustível”, nesse contexto, **não** é correta.

Uma possível dúvida dos estudantes, que está destacada em um box no livro do estudante, será resolvida no item 8, no subitem *Formação das estrelas*. Lá, eles aprenderão que a energia potencial gravitacional converte-se em energia térmica, à medida que a atração gravitacional provoca a aproximação (coalescência) do material de uma nébula gasosa. Se o aquecimento no interior de uma protoestrela (um corpo celeste que é precursor de uma estrela) atingir 10 milhões de kelvins, a fusão nuclear do hidrogênio começará e se sustentará. Quando isso ocorre, uma protoestrela transforma-se em estrela.



A energia solar é proveniente de um fenômeno denominado fusão nuclear do hidrogênio, que ocorre no interior dessa estrela. (Nascer do Sol fotografado em Boa Vista, RR, 2021.)

! Talvez, neste ponto, você esteja com uma dúvida. É a fusão nuclear que libera a energia produzida pelo Sol. Mas, para que a fusão nuclear aconteça, é necessária uma altíssima temperatura. Então, como a fusão nuclear lá se iniciou? Já que é ela que mantém o Sol quente, o que fez o Sol se aquecer inicialmente a uma temperatura tal que a fusão nuclear fosse possível? Você descobrirá as respostas ainda neste capítulo.

## No Sol, ocorre fusão nuclear do hidrogênio

Nas décadas finais do século XIX, cálculos teóricos referentes à quantidade de energia emitida pelo Sol indicavam que não era possível que essa energia fosse proveniente da reação química de queima de combustíveis, tais como lenha, carvão, petróleo ou qualquer outro similar. Se fossem essas as fontes da energia solar, a quantidade desses combustíveis queimada, a cada segundo, teria de ser tão gigantesca que ele já teria esgotado seu suprimento de energia e parado de emitir luz há muito tempo.

O Sol não é, portanto, uma “bola de fogo” na qual algum combustível queima, em uma reação química de combustão.

Qual seria, então, a fonte de energia solar?

Nas primeiras décadas do século XX, os físicos gradualmente descobriram a resposta. O que ocorre no Sol — e é responsável pela liberação de energia por esse astro — não é uma reação química, mas um **fenômeno nuclear** (uma transformação que envolve núcleos de átomos) denominado  **fusão nuclear**.

A fusão nuclear que ocorre no Sol é uma série de processos por meio dos quais núcleos de hidrogênio reúnem-se formando núcleos de hélio, com a simultânea liberação de grande quantidade de energia. Esse processo não ocorre nas temperaturas usuais aqui da Terra, mas é possível a temperaturas extremamente elevadas, como a da região mais interna do Sol.

Para você ter uma ideia, na fusão nuclear de 1 grama de hidrogênio, a energia liberada é 9 milhões de vezes maior que na queima de 1 grama de carbono grafite ou 10 milhões de vezes maior que na queima de 1 grama de etanol (álcool comum).

A cada segundo, o Sol converte cerca de 4 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio. Dá para ter uma noção de que a quantidade de energia liberada pela estrela é enorme!

A fusão nuclear é um dos vários fenômenos nucleares que são atualmente conhecidos. De modo geral, todos esses acontecimentos envolvem energias bem superiores àquelas envolvidas nas reações químicas (nas quais os átomos se recombinaem, mas sem que haja qualquer alteração em seus núcleos).

## Escala kelvin de temperatura

Os cientistas comumente expressam a temperatura das estrelas usando a unidade **kelvin**, simbolizada por **K**.

Ao usar essa unidade, atente que **não** se fala “grau” kelvin (**nem** se escreve “°K”); o **correto** é apenas kelvin, cujo plural é kelvins.

Para converter da unidade grau Celsius (°C) para a kelvin (K), somamos 273 ao valor da temperatura em Celsius.

Assim, por exemplo, 25 °C equivalem a 298 K (lê-se 298 kelvins), 100 °C equivalem a 373 K e 1 000 000 °C equivalem a 1 000 273 K.

A temperatura no centro do Sol é da ordem de 15 milhões de kelvins e, na sua superfície, é cerca de 5 800 K.

## Estrutura do Sol

O esquema representa a estrutura do Sol, ilustrada em corte e com cores fantasiosas para efeito de visualização didática. O núcleo (indicado por 1), é a região solar mais quente, com temperaturas da ordem de 15 milhões de kelvins. É no núcleo que ocorre a fusão nuclear do hidrogênio, formando hélio. Seu diâmetro é cerca de 140 mil quilômetros e lá existe hidrogênio suficiente para que a fusão nuclear desse elemento continue a ocorrer por mais cerca de 5,4 bilhões de anos.

Afastando-se do núcleo, a temperatura diminui até que não mais seja suficiente para manter a fusão nuclear. A energia liberada no núcleo é irradiada por meio de ondas eletromagnéticas (que estudamos no capítulo 3) através da região chamada de **zona radiativa** (2, no esquema), isto é, onde acontece radiação, ou irradiação.

Na **zona convectiva** (3), o aquecimento dos gases solares cria correntes de convecção, movimentações de material fluido devido a diferenças de temperatura. As porções mais quentes sobem (em direção à superfície) e as mais frias descem. Por meio das correntes de convecção, a energia chega até a camada seguinte.

Essa camada seguinte é a **fotosfera** (4), que é relativamente bem fina (cerca de 400 quilômetros de espessura) e cuja temperatura média é de aproximadamente 5 800 K. Ela tem esse nome (do grego *photós*, luz) porque é a região que emite luz visível.

Nas lâmpadas de filamento incandescente, que foram muito usadas na iluminação de residências, um filamento (fio fino) de metal é aquecido pela energia elétrica até temperaturas suficientemente altas para que fique incandescente. De maneira similar, a fotosfera (embora mais fria que as camadas interiores da estrela) está a uma temperatura suficientemente alta para emitir luz. Assim, a energia solar é produzida no núcleo do Sol, aquece essa camada relativamente fina, a fotosfera, e é ela que emite luz e calor para o espaço.

O Sol tem ainda outras duas camadas, uma delas com 2 mil a 3 mil quilômetros de espessura, chamada **cromosfera** (do grego *chroma*, cor), de coloração róseo-avermelhada (veja 5, na foto do eclipse solar total). A cromosfera é fotografável quando, em um eclipse solar total, a Lua passa à frente do Sol, encobrindo a fotosfera. Você **JAMAIS** deve olhar diretamente para o Sol, mesmo durante eclipses solares, pois a intensa luminosidade pode prejudicar sua visão.

A coloração da cromosfera se deve principalmente às emissões provenientes de elétrons excitados quando retornam ao estado fundamental (capítulo 3) em átomos de hidrogênio. Essa camada apresenta um contorno irregular devido às chamadas **proeminências solares** (6), jatos de gás aquecido que se estendem a alturas de cerca de 700 quilômetros com aparência de labaredas. Cada proeminência dura cerca de 5 a 15 minutos.

A última camada do Sol, extremamente rarefeita, é um grande halo esbranquiçado e irregular, também fotografável durante um eclipse solar, chamado de **coroa solar** (7).

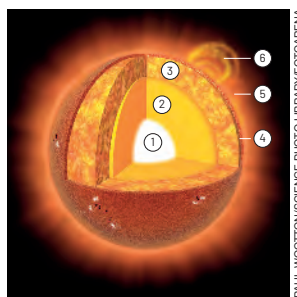
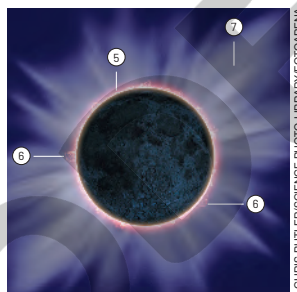


Ilustração (fora de proporção, em cores fantasiosas e corte parcial) mostrando a estrutura do Sol. As camadas indicadas pelos números de 1 a 5 são nomeadas e comentadas no texto. O número 6 indica uma proeminência solar.



Durante um eclipse solar total, a Lua encobre a fotosfera solar. Nessa situação, à qual se refere a imagem, pode-se ver o tom róseo-avermelhado da cromosfera (5) e seu contorno irregular devido às proeminências (duas delas indicadas por 6). A imagem também mostra o enorme halo esbranquiçado de gases muito rarefeitos, que é denominado coroa solar (7). (Imagem óptica composta, representando a Lua à frente do Sol em eclipse solar total.)

Após trabalhar o subitem *Escala kelvin de temperatura*, explique que, quando tratamos de temperaturas muitíssimo elevadas, como aquelas do núcleo das estrelas, expressar a temperatura em K ou em °C não faz tanta diferença.

O interior do Sol, por exemplo, está a cerca de 15 milhões de kelvins. A própria imprecisão da determinação da temperatura, nesses casos, pode ser maior do que a diferença entre os valores nas duas escalas, que é de 273 unidades.

Em outras palavras, quando tratamos da temperatura do interior das estrelas, podemos considerar que a diferença entre as duas escalas se torna progressivamente menos relevante quanto maior for a temperatura em questão.

Finalizando a abordagem do item 6, fale sobre as camadas estruturais do Sol: o núcleo, a zona radiativa, a zona convectiva, a fotosfera e a cromosfera.

Analise com os estudantes a ilustração que esquematiza a estrutura do Sol, mostrada no livro do estudante, e a imagem que vem depois dela, na qual são visíveis as proeminências solares fotografadas durante um eclipse solar total.

Como, possivelmente, esse é o primeiro contato dos estudantes com a estrutura solar, deixe claro que eles não precisam memorizar os nomes das camadas. Ressalte, contudo, que é importante ter uma noção de que o núcleo é a região mais quente, onde ocorre a fusão nuclear, e de que a fotosfera é uma parte externa emissora de luz.

Essa noção é importante para que, mais à frente, os estudantes possam entender a relação entre as temperaturas das fotosferas das estrelas e a cor desses astros.

## Item 7

A distinção entre os conceitos científicos de **asterismo** e de **constelação** foi realizada no volume do 8º ano. Se considerar necessário, recorde aos estudantes a diferença que existe entre esses conceitos, comentada a seguir.

Um **asterismo** é um grupo de estrelas visíveis no céu que, unidas de forma imaginária, lembra alguma figura, por exemplo, um objeto, uma forma geométrica, um animal ou uma forma mitológica.

No item 7 do livro do estudante, como exemplo, é mostrada uma imagem óptica do asterismo conhecido como Três Marias.

Até por volta de 1930, era comum o uso da palavra *constelação* para designar alguns importantes asterismos nomeados desde a Antiguidade. A partir de então, o termo *constelação* passou a ser usado, em Astronomia, para designar uma região da esfera celeste delimitada de acordo com critérios da União Astronômica Internacional (IAU).

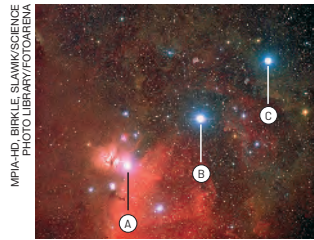
Assim, **constelação** é cada uma das 88 regiões em que a esfera celeste é dividida (segundo a União Astronômica Internacional) com propósitos de cartografia celeste.

Uma pesquisa na internet pelo nome de cada constelação permite rapidamente encontrar uma esquematização da delimitação de sua região e as principais estrelas nela presentes.

Retome com os estudantes que cada constelação recebeu o nome de um asterismo nela existente.

O asterismo das Três Marias, por exemplo, que é mostrado na primeira foto desse item, faz parte da região celeste denominada Constelação de Órion. Esse asterismo também é denominado Cinturão de Órion.

O item 7 apresenta, de forma introdutória, aspectos da galáxia em que vivemos, a Via Láctea. Aborde-os conforme está no livro do estudante.



MPIA-HD, BIRKLE, SLAWIK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTARENA

Um **asterismo** é um conjunto de estrelas que formam um padrão reconhecível na visualização do céu. A foto é uma imagem óptica, obtida da Terra, do asterismo Três Marias, ou Cinturão de Órion. As estrelas indicadas são (A) Alnitak, (B) Alnilam e (C) Mintaka, respectivamente, a 800, 1 340 e 900 anos-luz da Terra. As manchas avermelhadas, na imagem, são nébulas contendo principalmente hidrogênio. A radiação de estrelas próximas a elas excita elétrons dos átomos que, no retorno ao estado fundamental, emitem luz.



ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Nessa foto, a faixa celeste mais clara, do canto superior esquerdo ao inferior direito, é parte da Via Láctea. No solo, vemos uma casa tradicional da etnia Ashaninka, na Terra Indígena Kampa do Rio Amônia. (Município de Marechal Thaumaturgo, AC, 2021.)

Ilustração esquemática do aspecto que a Via Láctea teria para um observador fora dela olhando para o centro da Galáxia perpendicularmente ao disco galáctico. (Cores fantasiosas.)

## 7 Galáxias

### Expressando distâncias em Astronomia

Para expressar as grandes distâncias envolvidas em Astronomia, é costume empregar a unidade *ano-luz*, que é a distância percorrida pela luz em um ano. (A luz se propaga no vácuo com velocidade de 300 mil quilômetros por segundo.) As vezes, também é usado o *minuto-luz*, que é a distância percorrida pela luz em 1 minuto.

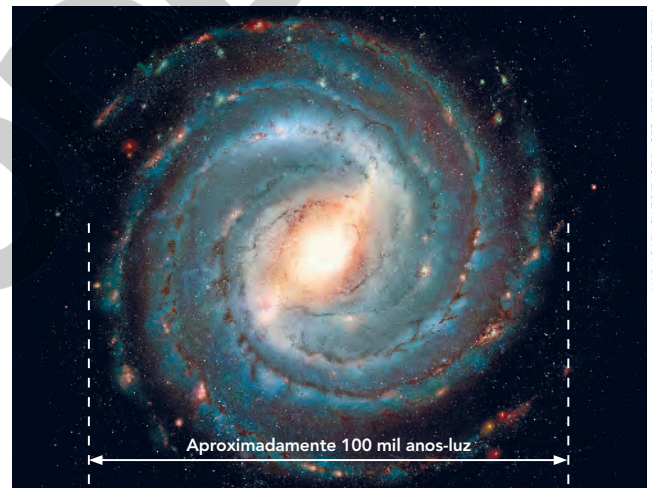
- Um **ano-luz** equivale a 9,46 trilhões de quilômetros.
- Um **minuto-luz** equivale a 18 milhões de quilômetros.

A estrela mais próxima da Terra, sem considerar o Sol, é *Proxima Centauri*, a 4,2 anos-luz de distância daqui. A estrela *Alpha Crucis*, a mais brilhante do Cruzeiro do Sul, está a 320 anos-luz. A distância de Netuno ao Sol é cerca de 0,0005 ano-luz e a da Terra ao Sol é de aproximadamente 8,3 minutos-luz.

### Via Láctea

Em uma noite sem luar e longe das luzes das cidades, milhares de estrelas podem ser vistas no céu. Existe uma região celeste, em forma de faixa irregular, em que a concentração de estrelas é perceptivelmente maior do que no restante do céu (veja a foto), que foi chamada de *Via Láctea* (do latim *lactis*, leite), devido à semelhança com respingos de leite derramado.

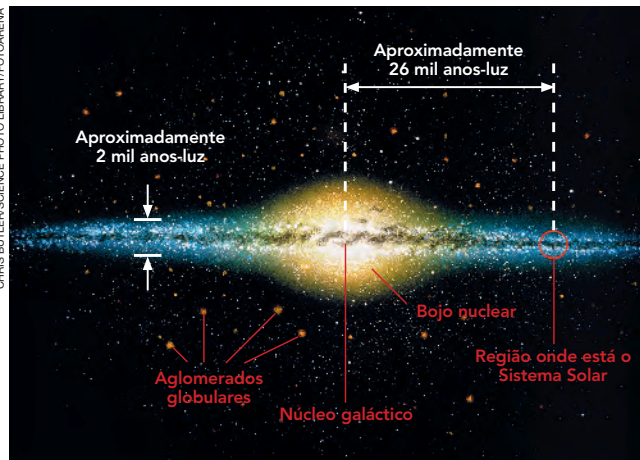
A Via Láctea é uma **Galáxia** (do grego *gálaktos*, leite), um grande conjunto de estrelas, que inclui gás, poeira e também corpos celestes que orbitam as estrelas. Os cientistas estimam que a Via Láctea contenha entre 100 bilhões e 400 bilhões de estrelas distribuídas em uma enorme região em forma de disco circular cujo diâmetro é de aproximadamente 100 mil anos-luz.



MARK GARLICK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTARENA

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

A espessura aproximada do **disco galáctico** é de 2 mil anos-luz e ele apresenta uma protuberância na região central, denominada **bojo nuclear**, cujo centro é o **núcleo galáctico**. Acima e abaixo do disco, há grupos de estrelas, chamados **aglomerados globulares**, que também fazem parte da Via Láctea. O Sol está a cerca de 26 mil anos-luz do núcleo galáctico (veja a ilustração a seguir).



A Galáxia está em rotação ao redor do seu centro. O Sol (e o Sistema Solar) movimentam-se 200 km/s ao redor desse centro e completam uma volta ao redor dele a cada 250 milhões de anos.

Do nosso ponto de vista, aqui da Terra, percebemos a Via Láctea como uma faixa no céu porque o que conseguimos ver é a grande concentração de estrelas no disco galáctico.

Daqui, não é possível ver diretamente o núcleo galáctico, pois há uma enorme nuvem de gás e poeira no caminho, que não é atravessada pela luz visível. No entanto, outras ondas eletromagnéticas provenientes do núcleo galáctico, tais como ondas de rádio, infravermelho e raios X, atravessam essa nuvem. A análise dessas emissões possibilitou aos astrônomos estudar o centro da Via Láctea.

### Outras galáxias

Com auxílio de telescópicos, é possível visualizar agrupamentos de estrelas, muitos deles com formato elíptico ou circular, que não pertencem à Via Láctea e que, segundo evidências astronômicas, são outras galáxias.

Os astrônomos estimam que o número de galáxias no Universo observável pode ser da ordem de 2 trilhões. E cada uma delas pode conter bilhões de estrelas!

Entre as galáxias mais próximas da Terra estão a Grande Nuvem de Magalhães, a cerca de 160 mil anos-luz, e Andrômeda, a aproximadamente 2,5 milhões de anos-luz.

### ATIVIDADE

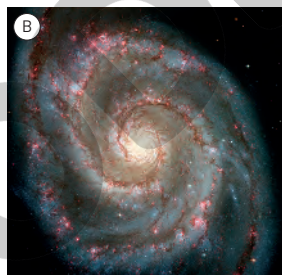
#### Certifique-se de ter lido direito

Após estudar os itens 6 e 7 deste capítulo, você sabe situar a Terra no Sistema Solar? E na Via Láctea?

Tem uma ideia de quantas outras estrelas existem nesta Galáxia, além do Sol?

Consegue dizer aproximadamente quantas outras galáxias os cientistas estimam que existam?

Ilustração esquemática do aspecto que a Via Láctea teria para um observador fora dela, posicionado no plano do disco galáctico e olhando para o centro da Galáxia por um eixo perpendicular à linha que une o Sol a esse centro. (Cores fantasiosas e fora de escala.)



Imagens ópticas obtidas pelo Telescópio Espacial Hubble (que orbita a Terra): (A) galáxia NGC 1300, a cerca de 69 milhões de anos-luz, com diâmetro de 110 mil anos-luz, e (B) galáxia NGC 5194, a cerca de 30 milhões de anos-luz, com diâmetro de 43 mil anos-luz. (Distâncias e diâmetros aproximados.)

Destaque algumas das características da Via Láctea, como seu tamanho e formato. Para isso, analise com os estudantes as imagens que esquematizam essa galáxia. Também destaque a posição do Sistema Solar dentro dela.

Se considerar conveniente, exiba em sala o vídeo intitulado “ABC da astronomia – Via Láctea”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Zs8fmv-lsWc>. Acesso em: 3 ago. 2022. O uso de vídeos costuma despertar o interesse e a participação dos estudantes.

### De olho na BNCC!

#### • 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).”

No item 7, completa-se o desenvolvimento dessa habilidade (iniciado no item 5).

Nele, os estudantes passam a conhecer a Via Láctea e a ter noção de suas dimensões e da localização aproximada do Sistema Solar dentro dela.

A atividade do boxe *Certifique-se de ter lido direito* desse item chama a atenção dos estudantes para que se mostrem capazes de localizar o planeta Terra no Sistema Solar e na Galáxia, bem como de mencionar que existem bilhões de estrelas na Via Láctea e trilhões de outras galáxias no Universo observável, cada uma delas com bilhões de estrelas.

Perceber que não é viável viajar distâncias interestelares e intergalácticas, no atual estágio tecnológico da humanidade, será parte integrante do desenvolvimento da habilidade **EF09CI16** da BNCC, mais à frente.

## Item 8

A ideia central apresentada no primeiro subitem é que existe relação entre a **cor** de uma estrela e a **temperatura** de sua superfície emissora de luz (fotosfera).

Essa associação será importante para que, logo mais à frente, os estudantes possam compreender o diagrama H-R e conhecer estágios do ciclo evolutivo de estrelas.

No subitem *Formação das estrelas*, explique que uma protoestrela é o estágio anterior ao início da fusão nuclear em uma estrela. Nessa etapa de sua evolução, o corpo celeste ainda tem acréscimos de gás e de poeira cósmica devido à atração gravitacional. Explique, conforme o desenvolvimento apresentado no livro do estudante, que, dependendo da massa da protoestrela (expressa comparativamente à massa do Sol), o destino da protoestrela é diferente.

No subitem *Luminosidade das estrelas*, a principal ideia a ser desenvolvida é a de que cada estrela tem uma **luminosidade** que lhe é característica. Essa grandeza, que não depende da distância da estrela à Terra, é determinada pelos astrônomos e costuma ser expressa **em relação à luminosidade do Sol**.

Diferencie três características estelares: a cor (relacionada à temperatura da fotosfera), o brilho (que depende da quantidade de energia que a estrela irradia e da distância a que ela se encontra do observador) e a luminosidade (que corresponde à potência luminosa irradiada, comparada à do Sol).

Se considerar oportuno, proponha aos estudantes que busquem na internet fotos (não desenhos) das estrelas citadas na tabela a seguir, todas muito mais luminosas que o Sol, e percebam que a coloração está relacionada à classe espectral, não à luminosidade.

EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY / SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOOTPRINTS



Existem estrelas de diferentes cores, como vemos nessa imagem óptica do aglomerado de estrelas NGC 6121 (a aproximadamente 7 200 anos-luz de nós), obtida pelo Telescópio Espacial Hubble.

## 8 Sol e outras estrelas

### Temperatura e cor das estrelas

Existem estrelas vermelhas, laranjas, amarelas, brancas e azuis. As diferentes cores estão relacionadas à temperatura da parte externa da estrela, aquela que, como a fotosfera solar, é responsável pela emissão de luz. Mesmo entre as estrelas de uma mesma cor (digamos estrelas amarelas), diversas tonalidades podem ocorrer (por exemplo, desde um amarelo alaranjado até um amarelo esbranquiçado).

No final do século XIX e no início do século XX, foram feitos muitos estudos científicos sobre a luz emitida pelas estrelas, destacando-se, entre outros, os realizados pela escocesa Williamina Fleming (1857-1911) e pela estadunidense Annie J. Cannon (1863-1941). Esses estudos possibilitaram dividir as estrelas em categorias chamadas **classes espectrais**, de acordo com características dos espectros luminosos estelares (recorde o que é um espectro, no item 4 do capítulo 3).

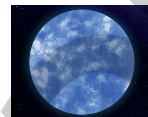
As classes espectrais são designadas pelas letras **O, B, A, F, G, K** e **M**. Nessa sequência, a temperatura decresce de **O** para **M**, ou seja, as estrelas da classe **O** são as mais quentes e as da classe **M** são as mais frias.

Os textos das ilustrações do esquema a seguir mencionam a cor predominante de cada classe espectral, a faixa de temperatura e exemplos de estrelas pertencentes àquela classe.

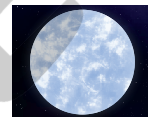
### Classes espectrais das estrelas



**Classe O**  
(Azul ou violeta)  
30 000-50 000 K  
Exemplos:  
Naos, Mintaka.



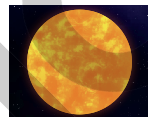
**Classe B**  
(Azul)  
11 000-30 000 K  
Exemplos:  
Espiga, Rigel.



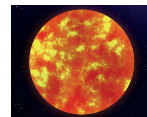
**Classe A**  
(Branca ou levemente azul)  
7 500-11 000 K  
Exemplos:  
Sírio, Vega.



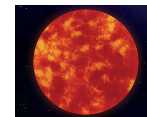
**Classe F**  
(Branca ou amarela)  
5 900-7 500 K  
Exemplos:  
Canopeia, Prócion.



**Classe G**  
(Amarela)  
5 200-5 900 K  
Exemplos:  
Sol, Capella.



**Classe K**  
(Laranja)  
3 900-5 200 K  
Exemplos:  
Arcturo, Aldebarã.



**Classe M**  
(Laranja ou vermelha)  
2 500-3 900 K  
Exemplos:  
Antares, Betelgeuse.

(Imagens fora de escala.)

Fonte dos dados de temperatura e exemplos: COMINS, N. F. *Discovering the Universe*. 11. ed. Nova York: Freeman, 2019. p. 406.

182

### Algumas estrelas, suas classes espectrais e luminosidades

Constelação	Estrela	Classe espectral	Distância da Terra (anos-luz)	Luminosidade (em relação ao Sol)
Touro	Aldebarã	K	65	$3,7 \cdot 10^2$
Cruzeiro do Sul	Mimosa	B	353	$3,4 \cdot 10^4$
Órion	Betelgeuse	M	427	$4,1 \cdot 10^4$
Escorpião	Antares	M	604	$3,7 \cdot 10^4$

Fonte: COMINS, N. F. *Discovering the Universe*. 11. ed. Nova York: Freeman, 2019. p. A-10.



## Formação das estrelas

Segundo a hipótese científica mais aceita, as estrelas se formam a partir de **nébulas**, nuvens interestelares contendo predominantemente gases, com cerca de três quartos de hidrogênio e um quarto de hélio. Pode haver outros elementos presentes, mas respondem geralmente por cerca de 2% da massa. Aos poucos, a atração gravitacional provoca a coalescência (aglutinação) do material da nébula, que, à medida que se encolhe, gira cada vez mais rápido ao redor de seu centro, torna-se mais plana e com um centro cada vez mais definido e protuberante, no qual se forma uma enorme esfera de gás. Durante a coalescência, a temperatura no interior dessa esfera aumenta muito.

Para entender por que esse aquecimento ocorre, pense no caso de um objeto, aqui na Terra, suspenso a alguns metros de altura do solo. Se ele for solto, será atraído pelo planeta e a energia potencial gravitacional do sistema objeto-Terra diminuirá durante a queda. Contudo, como a energia se conserva, a energia potencial se converterá, durante a queda, em energia cinética (energia de movimento). Quando o objeto for freado pelo choque com o solo, essa energia cinética será convertida em energia térmica (calor) e energia sonora (ruído).

De modo análogo, quando a atração gravitacional faz com que grandes massas de gás das nuvens interestelares se aproximem, a energia potencial gravitacional inicial do sistema (constituído pelas partículas do gás muito separadas) converte-se gradualmente em energia cinética e, depois, em energia térmica, o que faz a temperatura aumentar à medida que a nuvem coalesce.

Chamamos de **protoestrela** (do grego *prôtos*, primitivo) o estágio precursor de uma estrela, antes que se inicie a fusão nuclear, estágio em que ainda está havendo acréscimo de gás e poeira estelar devido à atração gravitacional.

Se a massa da protoestrela for suficientemente alta, no mínimo por volta de 8% da massa do Sol (isto é, 0,08 vezes a massa solar), o aumento de temperatura proveniente da atração gravitacional possibilitará que a temperatura no núcleo atinja 10 milhões de kelvins, o mínimo necessário para que a fusão nuclear se inicie e se mantenha.

Caso a massa seja inferior a esse mínimo necessário, a temperatura não subirá suficientemente para sustentar a fusão nuclear e o corpo celeste, nesse caso, é denominado **anã marrom**.

Se a massa inicial for muito grande, superior a 100 vezes a massa do Sol, a temperatura no núcleo subirá tanto que a fusão nuclear ocorrerá com enorme rapidez, a ponto de a energia liberada provocar a violenta explosão da esfera de gás, espalhando seus constituintes pelo espaço, não havendo formação da estrela.

Assim, para que uma protoestrela se transforme em uma estrela, sua massa deve ser, no mínimo, 8% da massa solar e, no máximo, 100 vezes a massa solar.

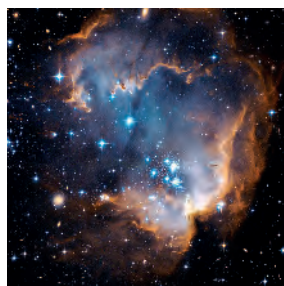


Imagem óptica, obtida pelo Telescópio Espacial Hubble, de uma região formadora de estrelas (NGC 602), a aproximadamente 196 mil anos-luz da Terra. Um grupo de estrelas azuis (no centro), relativamente recentes, ilumina o que sobrou da nébula que deu origem a elas.

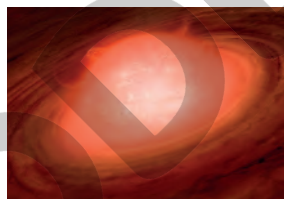


Ilustração de uma protoestrela se formando devido à aglutinação de material de uma nébula. Nessa fase de protoestrela, a fusão nuclear ainda não se iniciou e o corpo celeste não emite luz visível. Contudo, devido ao aquecimento decorrente da aproximação gravitacional das partículas, ela emite infravermelho e, assim, pode ser detectada. (Concepção artística fora de proporção e em cores fantasiosas.)

HUBBLE HERITAGE TEAM/ASA/STSC/ALFASCIENCE PHOTO LIBRARY/FOCARENA

MARK GARLICK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOCARENA

Assim, o fator que determina onde uma estrela se localiza na sequência principal é a sua massa.

Ressalte que a posição de uma estrela no diagrama H-R não tem relação alguma com a sua localização no Universo. O ponto do diagrama em que a estrela se encontra indica sua luminosidade e a temperatura de sua superfície.

Continuando com a abordagem do subitem, diferencie as estrelas gigantes, supergigantes e anãs brancas, pedindo aos estudantes que observem a diferença de suas posições no diagrama.

Se julgar oportuno, proponha uma atividade de pesquisa por meio da qual cada estudante deve escolher uma estrela e investigar suas características, como cor, tamanho e temperatura, bem como sua posição no diagrama H-R. Você pode traçar os eixos do diagrama na lousa para que cada estudante, em sua vez, apresente brevemente os resultados que obteve e marque a posição aproximada da estrela no sistema de eixos.

O simulador a seguir possibilita que você, em aula, compare o raio, a luminosidade e a temperatura das estrelas de diferentes pontos no diagrama. Disponível em: <https://astro.unl.edu/mobile/HRdiagram/HRdiagramStable.html>. Acesso em: 3 ago. 2022.

O simulador não foi indicado no livro do estudante porque está em inglês. Para utilizá-lo, basta clicar em qualquer ponto do gráfico e, no local clicado, será representada a estrela, com determinado diâmetro e cor. Simultaneamente, pontas de seta serão posicionadas nos dois eixos, indicando as coordenadas da estrela (temperatura, em K, e luminosidade, em relação ao Sol). Clique em outros pontos (ou clique e arraste) para verificar como o diâmetro e a cor da estrela se modificam. Use o simulador para comparar as anãs brancas, supergigantes, gigantes e anãs vermelhas com as estrelas da sequência principal.

O subitem *O diagrama H-R* apresenta o diagrama elaborado por Hertzsprung e Russel, uma representação gráfica na qual cada estrela é designada por um ponto cujas coordenadas correspondem à sua luminosidade e à temperatura de sua superfície emissora de radiação eletromagnética.

Ao analisar esse diagrama com os estudantes, ressalte que a temperatura aumenta no sentido da direita para a esquerda e que a luminosidade aumenta no sentido de baixo para cima. Saliente que as estrelas não se distribuem igualmente no diagrama, mas se concentram em algumas partes. A maioria delas está em uma faixa diagonal denominada **sequência principal**, na qual se inclui o Sol.

Comente que, quanto maior a massa de uma estrela dessa sequência, maior a sua temperatura e mais rapidamente nela acontece a fusão nuclear; a estrela é mais luminosa e mais azulada. Por outro lado, em estrelas de menor massa, a fusão nuclear é mais lenta, o astro emite menos luz e é mais frio e avermelhado (anã vermelha).

## Sugestão de atividade

Você pode mostrar aos estudantes, em aula, a página da internet indicada a seguir, que compara o tamanho do ser humano e o de asteroides, planetas, estrelas e galáxias. Disponível em: [https://neal.fun/size-of-space/?fbclid=IwAR1gxw50f9ZToeSEo4R4yENya94V-bh\\_gegi3jWwxCuS\\_uj13aE94MmucvA](https://neal.fun/size-of-space/?fbclid=IwAR1gxw50f9ZToeSEo4R4yENya94V-bh_gegi3jWwxCuS_uj13aE94MmucvA). Acesso em: 3 ago. 2022.

Ao entrar no *site*, basta teclar a seta para a direita (ou arrastar a imagem para a esquerda) a fim de mostrar, inicialmente, a imagem de um astronauta. A seguir, teclando novamente a seta (ou arrastando a imagem), pode-se visualizar, sucessivamente, alguns artefatos espaciais e, em seguida, diversos corpos celestes. Cada nova imagem representa algo maior, e a imagem anterior é proporcionalmente reduzida para mostrar seu tamanho em relação à nova imagem.

Essa atividade é oportuna porque ajuda os estudantes a ter uma noção relativa do tamanho de alguns astros.

## De olho na BNCC!

### • EF09CI16

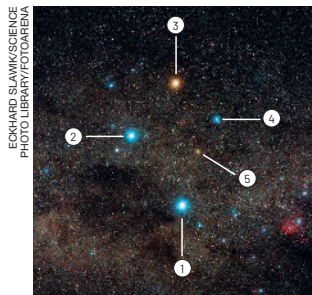
“Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.”

O boxe *Trabalho em equipe* do item 8 inicia o desenvolvimento dessa habilidade.

A meta, neste momento, é utilizar saberes adquiridos no capítulo 7 para calcular o tempo necessário para algumas viagens espaciais.

## Trabalho em equipe

Recomende aos estudantes que realizem os cálculos empregando potências de 10 e que utilizem calculadora.



Na parte central dessa imagem óptica, obtida da Terra, estão as cinco estrelas mais luminosas da Constelação Cruzeiro do Sul, que formam um asterismo que lembra uma pipa. Elas podem ser vistas com relativa facilidade, do Hemisfério Sul, no outono. Os números indicam a ordem decrescente de luminosidade: (1) *Alpha Crucis*, *Acrux* ou Estrela de Magalhães. (2) *Beta Crucis* ou Mimososa. (3) *Gamma Crucis* ou Rubídea. (4) *Delta Crucis* ou Pálida. (5) *Epsilon Crucis* ou Intrometida. Suas distâncias aproximadas à Terra são, respectivamente, de 320, 280, 87, 345 e 230 anos-luz.

## Luminosidade das estrelas

Quando observamos estrelas, outra característica, além da cor, é facilmente perceptível: o brilho. Essas duas características, cor e brilho, não devem ser confundidas. A cor, como já vimos, depende da temperatura da superfície estelar. O brilho, por sua vez, está relacionado à quantidade de energia que a estrela produz e irradia para o espaço. Quanto maior essa energia, mais brilhante ela é.

Contudo, pense na seguinte situação: duas lâmpadas de mesma potência (digamos, 30 watts), acesas à noite, uma a 10 metros e outra a 100 metros de você. A lâmpada mais distante parecerá menos brilhante, apesar de irradiar a mesma quantidade de energia por segundo que a outra.

O mesmo ocorre com o brilho estelar. As estrelas Betelgeuse e Prócion, por exemplo, aparentam ter brilhos semelhantes quando observadas da Terra, mas a primeira emite cerca de 5 mil vezes mais luz que a segunda. Ocorre que Betelgeuse está muito mais longe de nós, a mais de 400 anos-luz, enquanto Prócion está mais perto, a cerca de 11 anos-luz.

Para poder comparar a intensidade da luz das estrelas sem se preocupar com a diferença de distância, os astrônomos empregam o conceito de **luminosidade**, que expressa quanta luz cada estrela emite por segundo, informando o resultado em comparação com o Sol. A luminosidade apresenta valores muito diversos. Algumas estrelas são milhões de vezes mais luminosas que o Sol; outras têm menos de um centésimo de milésimo de sua luminosidade.

A luminosidade de Betelgeuse, por exemplo, é milhares de vezes a do Sol. Já no caso de *Proxima Centauri*, é inferior a um décimo de milésimo da luminosidade solar.

## O diagrama H-R

Embora luminosidade e temperatura sejam propriedades distintas, existe, no caso de muitas estrelas, uma relação entre elas. No início do século XX, o dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e o estadunidense Henry N. Russel (1877-1957) elaboraram um gráfico, conhecido como **diagrama H-R** (veja-o a seguir), em que essa relação ficou evidente.

No eixo horizontal do diagrama, são indicadas as temperaturas da superfície emissora de luz das estrelas, crescendo da direita para a esquerda. No eixo vertical, são indicadas as luminosidades em relação ao Sol, crescendo de baixo para cima. Cada estrela, sendo caracterizada por uma luminosidade e uma temperatura, pode ser representada em algum ponto do diagrama.

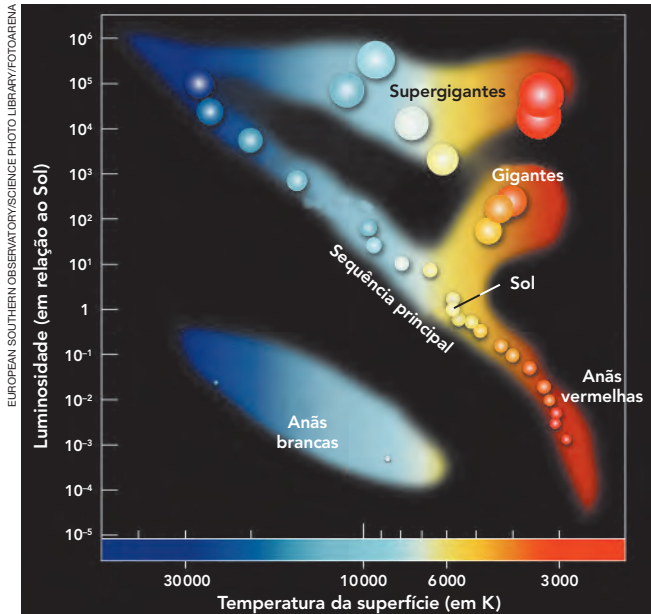
A maioria das estrelas forma uma faixa nesse diagrama denominada **sequência principal**. Nela, há uma relação perceptível: quanto mais luminosa é uma estrela, maior é sua temperatura e mais azulada ela é. Inversamente, quanto menor a luminosidade, mais fria e mais avermelhada é a estrela.

184

É conveniente lembrar aos estudantes que:

- $10^3 = 1000 = 1$  mil;
- $10^6 = 1000000 = 1$  milhão;
- $10^9 = 1000000000 = 1$  bilhão;
- $10^{12} = 1000000000000 = 1$  trilhão;
- $10^{15} = 1000000000000000 = 1$  quatrilhão.

Como parte da resolução da situação-problema proposta, os estudantes deverão discutir e concluir quais etapas precisam ser executadas. Se necessário, ajude-os a organizar o raciocínio. Solicite que exponham suas ideias. Indague-os sobre o que expuserem, de tal forma que esses questionamentos possibilitem que eles mesmos encontrem o caminho.



**Diagrama H-R** (iniciais de Hertzsprung e Russel). No eixo horizontal, estão as temperaturas (em kelvins) da superfície emissora de luz das estrelas. No eixo vertical, estão as luminosidades, expressas como múltiplos da luminosidade do Sol. Lembre-se de que:  $10^6 = 1\,000\,000$ ,  $10^5 = 100\,000$  e assim por diante, até:  $10^{-4} = 0,0001$ ,  $10^{-5} = 0,00001$ . (Estrelas ilustradas fora de escala. As cores não reproduzem com fidelidade a cor das estrelas.)  
Fonte: ROTTNER, R. M. Making the invisible visible. Washington: Nasa, 2017. p. 5.

O Sol e mais de 91% das estrelas próximas do Sistema Solar estão na sequência principal (localize o Sol no diagrama H-R).

As estrelas da sequência principal são aparentadas do Sol. Quanto maior sua massa, maior a temperatura e mais rapidamente ocorre fusão nuclear, emitindo mais luminosidade e sendo mais azuladas. No extremo oposto da sequência, estão estrelas de menor massa, que consomem o hidrogênio mais lentamente, emitem menos luz e são mais frias, sendo conhecidas como **anãs vermelhas**.

Além da sequência principal, verificamos no diagrama H-R a existência das chamadas **gigantes**, que, apesar de relativamente frias (e, por isso, avermelhadas), são tão grandes que emitem muita luz devido ao tamanho. Seus diâmetros são 10 a 100 vezes maiores que o do Sol. Aldebarã (na Constelação de Touro) e Arcturo (na Constelação de Boieiro) são estrelas dessa categoria.

Outro grupo, o das **supergigantes**, é constituído de estrelas ainda maiores, com diâmetros acima de 1000 vezes o do Sol. Nele, se incluem Betelgeuse (na Constelação de Órion) e Antares (na Constelação de Escorpião). As gigantes e as supergigantes abrangem apenas cerca de 1% das estrelas da nossa vizinhança espacial.

Na parte inferior do diagrama, estão as **anãs brancas**, estrelas de alta temperatura (por isso, são brancas ou azuladas), mas de tamanho muito pequeno, o que explica o fato de serem tão pouco luminosas que não são visíveis da Terra a olho nu. As anãs brancas, que correspondem a 8% das estrelas de nossa vizinhança cósmica, são mais quentes que o Sol e têm tamanho equiparável ao da Terra.

#### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Considerem um foguete que se mova no espaço a 300 000 km/h em relação à Terra (isso é muito veloz, de acordo com a nossa atual tecnologia).

Em quanto tempo ele iria daqui à estrela mais próxima, que não seja o Sol?

Quanto tempo esse foguete levaria para ir da Terra ao núcleo da Galáxia? E para atravessar a espessura do disco galáctico? E para ir de um extremo da Via Láctea ao outro, percorrendo o diâmetro dela?

Os dados necessários para fazer os cálculos estão neste capítulo.

Depois de chegarem às respostas, concluam se viagens a outros sistemas solares são viáveis no atual estágio da tecnologia humana.

Com isso, calculamos que o tempo de viagem:

- daqui até *Proxima Centauri* (a 4,2 anos-luz da Terra) é **15 mil** anos;
- para atravessar a espessura do disco galáctico (que mede cerca de 2 mil anos-luz) é **7,2 milhões** de anos;
- daqui até o núcleo da Via Láctea (26 mil anos-luz) é **94 milhões** de anos;
- para cruzar o diâmetro da Via Láctea (100 mil anos-luz) é **360 milhões** de anos.

Os resultados evidenciam a inviabilidade, com nossa atual tecnologia, de voos espaciais até outros sistemas solares (para a colonização de planetas eventualmente similares à Terra). Eles serão relevantes para a atividade *Isso vai para o nosso blog!* (após este capítulo), na qual prossegue o desenvolvimento da habilidade **EF09CI16**.

Cálculos similares podem ser propostos. Por exemplo, considerando a mesma velocidade, o tempo de viagem:

- para percorrer uma distância equivalente à da Terra ao Sol (cerca de 150 milhões de km) é **20,8 dias**;
- para percorrer uma distância equivalente à de Netuno ao Sol (cerca de 4,5 bilhões de km) é **625 dias** (isto é, **20,8 meses**).

Um possível procedimento para a determinação do tempo que o foguete leva nas viagens é o que está descrito a seguir:

- Buscar, no texto do capítulo, cada distância envolvida (em ano-luz).
- Multiplicar a distância por  $9,46 \cdot 10^{12}$ , para converter para km (pois 1 ano-luz equivale a 9,46 trilhões de quilômetros).
- Dividir a distância ( $\Delta s$ , em km) pela **velocidade do foguete** ( $v = 3 \cdot 10^5$  km/h), para obter o intervalo de tempo ( $\Delta t$ , em h) que a viagem leva. Isso decorre do conceito de velocidade média:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

- Finalmente, dividir o valor obtido por  $8,76 \cdot 10^3$ , para expressar  $\Delta t$  em anos (isso porque um ano equivale a  $8,76 \cdot 10^3$  h, já que 24 h vezes 365 resulta 8760 h).

## Item 9

Para abordar esse último item, uma sugestão é a leitura em sala, em voz alta, de cada parágrafo por um estudante. Estabeleça pausas entre dois parágrafos (ou mesmo entre frases de um mesmo parágrafo) para realizar os esclarecimentos necessários.

Em linhas gerais, o item principia explicando que, após o surgimento de uma estrela, a energia liberada pela fusão nuclear provoca um aumento da pressão em seu interior, tendendo a fazer com que ela se expanda. Já a atração gravitacional atua de forma contrária, tendendo a colapsá-la. Enquanto se mantiver o equilíbrio entre a tendência expansiva e a tendência de contração, a posição da estrela no diagrama H-R se manterá na sequência principal.

O tempo de permanência de uma estrela na sequência principal depende de sua massa. Auxilie os estudantes a analisar a tabela *Tempo de permanência de estrelas na sequência principal*, do livro do estudante, salientando que as estrelas de maior massa realizam fusão nuclear mais rapidamente, liberando mais energia por unidade de tempo.

Comente que, quando o suprimento de hidrogênio diminui sensivelmente, a pressão interna diminui (porque diminui a taxa de ocorrência da fusão nuclear), e o equilíbrio com a atração gravitacional deixa de existir. Isso provoca contração da estrela (por predomínio da atração gravitacional), aquecendo seu interior, devido à transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética de movimento térmico, possibilitando a fusão nuclear de núcleos de hélio em núcleos de carbono. Explique que, se a massa da estrela for suficientemente elevada, outros processos de fusão nuclear podem ocorrer em estágios evolutivos seguintes, responsáveis por sintetizar núcleos de átomos maiores, com números atômicos que podem chegar a até por volta de 26.

### Use a internet

As nebulosas, os aglomerados estelares e as galáxias são catalogadas por dois sistemas. Um deles se fundamenta nos trabalhos do astrônomo francês Charles Messier (1730-1817). Outro, conhecido como NGC (sigla do inglês *New General Catalogue*, Novo Catálogo Geral), é mais abrangente.

Além disso, alguns objetos têm nomes comuns. Por exemplo, a Galáxia de Andrômeda é o objeto M31 (Messier 31) ou NGC 224, e a Nebulosa de Órion é M42 ou NGC 1976.

Quando você encontrar esses códigos em alguma publicação, pode utilizá-los para uma busca na internet, a fim de saber mais sobre aquele objeto astronômico.

## 9 Ciclo de vida das estrelas

### Nascimento e permanência na sequência principal

Estrelas não são seres vivos. Contudo, em Cosmologia (área da Astronomia que estuda a origem, a estrutura e a evolução do Universo), é comum usar as expressões “nascimento”, “ciclo de vida” e “morte” de estrelas. Nesse contexto, nascimento é o momento em que se inicia a fusão nuclear do hidrogênio. A morte ocorre quando a fusão nuclear não mais ocorrer. O ciclo de vida é a sequência de eventos do nascimento à morte.

Após o nascimento da estrela, o aquecimento devido à energia liberada na fusão nuclear provoca aumento da pressão em seu interior, o que tende a fazer a estrela se expandir. Contudo, existe um fator que se opõe a essa expansão. É a atração gravitacional, que tende a provocar a contração do astro. Uma estrela permanece estável, mantendo seu tamanho ao longo do tempo, enquanto esses dois fatores — a pressão interna e a atração gravitacional — permanecerem equilibrados, um compensando o outro. Enquanto esse equilíbrio perdurar, uma estrela permanece em sua posição, na sequência principal do diagrama H-R.

O tempo de permanência na sequência principal depende da massa da estrela (veja a tabela a seguir). As de maior massa realizam fusão nuclear mais rapidamente (acarretando maior pressão interna, que equilibra a maior atração gravitacional), esgotando o suprimento de hidrogênio do núcleo em menos tempo. O Sol, uma estrela de massa mediana, tem tempo de permanência na sequência principal de aproximadamente 10 bilhões de anos, dos quais 4,6 bilhões de anos já transcorreram desde seu nascimento.

Tempo de permanência de estrelas na sequência principal

Massa (em relação ao Sol)	Temperatura na superfície (K)	Luminosidade (em relação ao Sol)	Tempo de permanência na sequência principal (anos)
25	35 000	80 000	3 milhões
15	30 000	10 000	15 milhões
3	11 000	60	500 milhões
1,5	7 000	5	3 bilhões
1,0 (Sol)	5 800	1	10 bilhões
0,75	5 000	0,5	15 bilhões
0,50	4 000	0,03	200 bilhões

Fonte: COMINS, N. F. *Discovering the Universe*. 11. ed. Nova York: Freeman, 2019. p. 441.

### O Sol se transformará em gigante vermelha

Quando o suprimento de hidrogênio no núcleo da estrela diminui significativamente, importantes mudanças ocorrem e a estrela entra em uma nova fase de sua vida. A pressão interna diminui e não mais equilibra a atração gravitacional, o que provoca contração da estrela. Isso aquece muito o núcleo e possibilita a ocorrência da fusão nuclear dos átomos de hélio formando átomos de carbono.

186

Comente que, nesses estágios, o núcleo estelar se torna muito mais quente do que era, e as camadas de gás externas se expandem muito, resfriando-se à medida que expandem. A estrela transforma-se, assim, em uma gigante vermelha e permanecerá nessa categoria por milhões ou, no máximo, alguns bilhões de anos. O Sol se transformará em uma gigante vermelha daqui a aproximadamente 5,4 bilhões de anos. Esse é o destino de estrelas com massa superior a 40% da massa do Sol (algumas, muito massivas, se transformarão em supergigantes). As estrelas com 8% a 40% da massa solar não chegarão a esse estágio; nesse caso, quando cessa a fusão do hidrogênio, elas esfriam lentamente.

A partir deste ponto, aborde os subitens *No final, o Sol se transformará em anã branca e Supernovas, estrelas de nêutrons e buracos negros*, conforme o encaminhamento realizado no livro do estudante. Ao final dessa abordagem, proponha aos estudantes que realizem a atividade indicada no box *Para fazer no seu caderno*.

Dependendo da massa da estrela, o aquecimento do núcleo pode ser tão grande que outros processos de fusão nuclear também se tornam possíveis. Eles produzem, progressivamente, outros elementos químicos mais pesados, até chegar ao ferro. (Elementos de número atômico acima do ferro não se formam nessas condições.)

Como o núcleo estelar se torna bem mais quente do que era, as camadas de gás externas se expandem muito, resfriando-se à medida que expandem. A estrela transforma-se, assim, em uma **gigante vermelha**, e permanecerá nessa categoria por milhões ou, no máximo, poucos bilhões de anos.

O Sol se transformará em gigante vermelha daqui a cerca de 5,4 bilhões de anos. Seu diâmetro ficará maior que as órbitas de Mercúrio e de Vênus, talvez até maior que a da Terra. Se a Terra não for engolfada, a atmosfera será perdida devido ao aquecimento, e a água dos oceanos, rios e lagos ferverá. A Terra não terá mais condições de sustentar vida. Júpiter perderá seus componentes gasosos, deixando seu núcleo rochoso exposto.

O destino de estrelas com massa superior a 40% da massa do Sol (isto é, 0,40 vezes a massa solar) é se transformarem em gigantes (algumas, em supergigantes).

Já as estrelas com massa entre 8% e 40% da massa solar (ou seja, de 0,08 a 0,40 vezes a massa do Sol) não chegam a esse estágio. Quando cessa a fusão do hidrogênio, elas apenas esfriam lentamente no espaço.

Como comentamos anteriormente, massas inferiores a 8% da massa do Sol (0,08 vezes a massa solar) são insuficientes para que uma estrela chegue a se formar.

### No final, o Sol se transformará em anã branca

Após cerca de 1 bilhão de anos como gigante vermelha (há controvérsias sobre esse tempo), quando processos de fusão nuclear não mais ocorrerem no Sol, a atração gravitacional provocará sua violenta contração. Nessa contração, o interior se aquecerá ainda mais e, como consequência, a estrela explodirá, lançando parte de seu material no espaço, restando um corpo celeste muito compacto.

O material ejetado constitui uma nuvem de gás e poeira chamada de **nébulas planetária**.

O corpo celeste resultante é uma **anã branca**, que tem tamanho semelhante ao da Terra, porém massa próxima à do Sol, o que acarreta uma altíssima densidade, da ordem de uma tonelada por mililitro (isto é, um milhão de vezes mais densa que a água líquida), o que é difícil de imaginar!

Uma anã branca tem temperaturas elevadas e, por isso, emite luz branca ou azulada. Ela continuará emitindo luz e calor durante bilhões de anos, esfriando progressivamente. Nesse estágio, a estrela está morta porque não mais produz energia por fusão nuclear.

A transformação em anã branca é o destino das estrelas com massa de 0,40 a 8 vezes a massa solar.

#### ATIVIDADE



#### Para fazer no seu caderno

Após estudar até o subitem *No final, o Sol se transformará em anã branca*, elabore um texto que resuma a vida do Sol, desde seu surgimento até sua transformação em anã branca.

Lembre-se de incluir o tempo aproximado de permanência do Sol na sequência principal, a idade que ele tem atualmente e, por diferença, a previsão de quanto tempo ele ainda permanecerá na sequência principal, antes de virar uma gigante vermelha.

Inclua também no texto os efeitos do ciclo de vida solar sobre o planeta Terra e o que ocorrerá com o Sol após a fase de gigante vermelha.

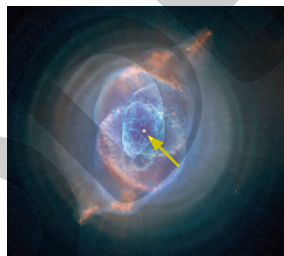


Imagem óptica da Nebulosa do Olho de Gato (NGC 6543), uma nébula planetária a 3 300 anos-luz da Terra. O ponto luminoso no centro, indicado pela seta amarela, é uma anã branca, remanescente da estrela (uma gigante vermelha) que ejetou o material que constitui a nébula. (Imagem obtida pelo Telescópio Espacial Hubble.)

NASA/ESA/STSC/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTORENA

### Conteúdos atitudinais sugeridos

Os temas deste capítulo, em especial o estudo do ciclo evolutivo das estrelas, ilustram os aspectos preditivos do raciocínio científico e, mais uma vez, oferecem aos estudantes a oportunidade de “associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos” e “aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico” (BNCC, 2018, p. 323). Entre atitudes relevantes, quanto a esses aspectos, podemos citar:

- Valorizar o saber científico, entendendo-o como construção humana, de caráter provisório e dinâmico, que tem grande potencialidade preditiva.
- Ponderar que os avanços técnicos são, em geral, consequência da aplicação de princípios científicos.
- Interessar-se por ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender o Universo e o cotidiano.

### De olho na BNCC!

#### • 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.”

Tendo estudado até o item 8, os estudantes terão condições de realizar a atividade proposta no boxe *Para fazer no seu caderno*, na qual expressarão, com suas palavras, o ciclo evolutivo do Sol.

Espera-se que comentem que o Sol se formou há aproximadamente 4,6 bilhões de anos e que permanecerá em uma situação similar à atual por mais cerca de 5,4 bilhões de anos, **totalizando** algo em torno de **10 bilhões de anos na sequência principal** (conforme a tabela do item 9).

Ao final desse período, o Sol se transformará em uma **gigante vermelha**, fase do ciclo estelar em que a energia provém da fusão nuclear do hélio (e, eventualmente, de alguns outros elementos).

A transformação em gigante vermelha implicará grande aumento do volume solar, engolfando as órbitas de Mercúrio e de Vênus e, talvez, até a da Terra. Ainda que a expansão solar não chegue até a órbita terrestre, a atmosfera do planeta será perdida e a água ebulirá. **Toda a vida no planeta Terra será extinta!**

Finalmente, após cerca de 1 bilhão de anos como gigante vermelha, a fusão nuclear cessará. Haverá um colapso gravitacional, com intenso aquecimento (conversão da energia potencial gravitacional em energia térmica, à medida que a estrela se contrai). Isso causará uma violenta explosão, que ejetará parte do material da estrela, formando uma **nébulas planetária**. Restará, como remanescente do Sol, uma **anã branca**, que esfriará, por longo período de tempo, perdendo, progressivamente, seu brilho residual.

## TCT Multiculturalismo

O texto *Em destaque* do item 9, ao abordar como diferentes povos observavam e interpretavam o céu, relaciona-se ao TCT **Diversidade Cultural**, pertencente à macroárea **Multiculturalismo**.

### Em destaque

Para trabalhar o texto “A observação celeste e a cultura dos povos”, você pode propor uma sala de aula invertida, na qual os estudantes leem o conteúdo previamente (por exemplo, em casa) a fim de que, durante a aula, você possa conduzir uma discussão a respeito, esclarecendo as dúvidas e enfatizando os pontos mais relevantes.

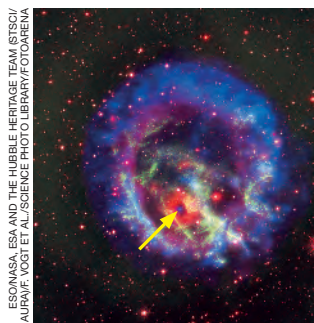
Uma alternativa, também considerando sala de aula invertida, é convidar alguns estudantes a expor aos demais o que entenderam do texto. Se for essa a sua opção, oriente os estudantes a, durante sua leitura prévia, resumir as diversas partes do texto para se preparar para a explanação em público.

Uma terceira possibilidade de abordagem é a leitura em voz alta do texto, em aula, cada parágrafo por um estudante, com pausas periódicas entre os parágrafos para que você se certifique de que todos estão acompanhando (faça perguntas, solicite explicações com outras palavras, peça opiniões ou exemplificações) e realize os esclarecimentos necessários.

Qualquer que seja sua opção para esse desenvolvimento, é importante esclarecer aos estudantes que, com finalidade interpretativa, o texto pode ser dividido em blocos, cada qual sobre um tema central. Uma das divisões possíveis é comentada a seguir.

O primeiro parágrafo introduz a ideia geral do que será apresentado.

Os oito parágrafos seguintes (“Durante uma noite [...] indicativos do início das estações do ano.”) retomam assuntos tratados em volumes anteriores.



Estrela de nêutrons (indicada pela seta amarela) envolta pela nuvem remanescente de uma supernova. Essa foi a primeira estrela de nêutrons detectada fora da Via Láctea. Ela se encontra na Pequena Nuvem de Magalhães, galáxia situada a 200 mil anos-luz. (Essa imagem combina luz visível e outras radiações eletromagnéticas captadas por diversos observatórios astronômicos. As cores, fantasiosas, foram aplicadas por computador.)

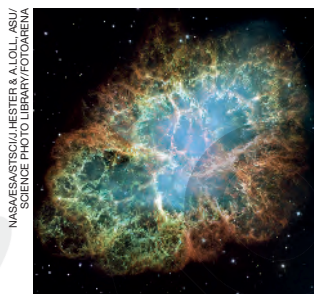


Imagem óptica (obtida pelo Telescópio Espacial Hubble) da Nebulosa do Caranguejo (NGC 1952), que está a 6 500 anos-luz da Terra e tem diâmetro de 11 anos-luz, aproximadamente. Ela é remanescente da supernova que ocorreu em 1054, tão luminosa que foi vista da Terra, de dia, por 23 dias consecutivos.

## Supernovas, estrelas de nêutrons e buracos negros

As estrelas com massa maior que 8 vezes a do Sol têm outros destinos. Após alguns milhões de anos como gigantes e supergigantes, quando o material que poderia sofrer fusão nuclear está terminando, elas sofrem violenta contração devido à atração gravitacional, causando rápida e altíssima elevação da temperatura interna, o que provoca uma explosão de proporções inimaginavelmente grandes.

Essa explosão é um fenômeno denominado **supernova**.

A energia liberada por uma supernova é tão grande que pode ser maior que o total emitido por todas as estrelas da galáxia naquele momento. O brilho resultante pode ser observado durante dias. Alguns eventos desse tipo com estrelas da Via Láctea ocorreram em 1006, 1054, 1572 e 1604. É possível que as estrelas Betelgeuse e Antares, um dia, originem supernovas.

A explosão de uma supernova projeta material estelar em todas as direções, a grandes velocidades. A colisão entre átomos provenientes da explosão com outros presentes no caminho pode originar átomos de elementos químicos com número atômico superior ao do ferro. Esses átomos se espalham pelo Universo, juntamente com os demais restos da explosão, incorporando-se a nébulas e podendo originar, posteriormente, novas estrelas e planetas. É assim que, segundo a comunidade científica atualmente aceita, surgiram os elementos químicos mais pesados existentes na Terra. A idade estimada do Universo é de 14 bilhões de anos, enquanto o Sistema Solar tem 4,6 bilhões de anos. Nosso Sistema Solar se originou de uma nébula que continha restos da explosão de estrelas que viveram e morreram antes de sua formação.

Quando as estrelas que apresentam entre 8 e 25 vezes a massa solar explodem como supernovas, expelindo boa parte de seu material, resta um corpo celeste mais denso que uma anã branca, denominado **estrela de nêutrons**. Essas estrelas são constituídas exclusivamente de nêutrons, têm diâmetro de poucos quilômetros e massas maiores que a do Sol. A primeira evidência experimental de uma estrela de nêutrons foi obtida em 1967 pela astrônoma britânica Jocelyn Bell Burnell, que detectou raios X emitidos por uma delas.

Segundo acreditam os cientistas, quando as estrelas com massa superior a 25 vezes a do Sol explodem como supernovas, o que resta é uma região do espaço com densidade tão alta (maior ainda que a de uma estrela de nêutrons) que nenhuma porção de matéria nela presente conseguiria escapar de sua atração gravitacional. Nem mesmo a luz e outras radiações eletromagnéticas nela originadas escapariam de sua gravidade, o que valeu a esse tipo de remanescente estelar o sugestivo nome de **buraco negro**.

Existe, atualmente, intensa pesquisa em Astronomia, Cosmologia e Astrofísica (que é a Física aplicada à Astronomia). A tecnologia dos equipamentos de observação e dos computadores usados no processamento dos dados obtidos aumenta a cada ano. Muitas descobertas interessantes certamente estão por acontecer!

## MULTICULTURALISMO

## A observação celeste e a cultura dos povos

O aspecto do céu e o movimento dos astros chamam a atenção do ser humano há muito tempo. Diferentes povos, cada um à sua maneira, associaram a aparência e os movimentos celestes a seus conhecimentos de vida, incorporando os resultados da observação das regularidades celestes a seus valores, seus mitos, sua arte e sua arquitetura.

Durante uma noite sem nuvens e em um local pouco iluminado, se observarmos o céu próximo ao lado leste da linha do horizonte, verificaremos a ocorrência do **nascente** de estrelas, ou seja, estrelas que estavam ocultas abaixo dessa linha passam a ficar visíveis devido a seu movimento ascendente.

Continuando a observação, notaremos que essas estrelas se elevam no céu até atingir a posição mais alta naquela noite e descem gradualmente em direção ao lado oeste.

Também podemos observar o **poente** (ou ocaso) de estrelas, quando aquelas que estão próximas do lado oeste da linha do horizonte se ocultam abaixo dessa linha, deixando de ser visíveis.

Esse movimento aparente da esfera celeste é, de fato, decorrente do movimento de **rotação** da Terra ao redor de um eixo imaginário.

Algumas estrelas não têm nascente nem poente. Elas realizam um movimento circular ao redor de um ponto do céu, o polo celeste (norte ou sul, conforme a latitude do observador).

Para as estrelas que têm nascente e poente, o nascente ocorre alguns minutos mais cedo a cada noite. O aspecto do céu noturno, em determinado horário, se modifica ligeiramente a cada noite, mas, após um ano, volta a ser o mesmo.

Se, por exemplo, em dez noites consecutivas, você observar o céu noturno sempre na mesma hora, perceberá o seguinte: um asterismo (conjunto de estrelas que formam um padrão, uma figura, reconhecível na visualização do céu) que estava perto do lado leste da linha do horizonte na primeira noite de observação estará mais elevado no céu a cada noite que passa.

Muitos povos antigos perceberam essas regularidades e utilizavam asterismos visíveis próximo à linha do horizonte logo após o anoitecer ou imediatamente antes do clarear do dia como indicativos do início das estações do ano.

Esse tipo de observação desempenhou papel vital na sobrevivência, pois permitia saber a época certa para plantar, prever quando a caça e a pesca se tornariam mais abundantes (devido à reprodução de espécies animais) ou quando determinadas espécies iniciariam sua emigração da região ou imigrariam de volta para ela. Também ajudavam a prever quando o inverno se aproximava, permitindo tomar providências como armazenar lenha e alimentos.

A regularidade do movimento dos corpos celestes está associada a regularidades de acontecimentos na Terra. Do ponto de vista das Ciências da Natureza, são eventos vinculados: a repetição das estações do ano e a repetição do aspecto do céu noturno. No pensamento de algumas civilizações antigas e de certos povos indígenas da atualidade, determinados eventos celestes são a causa de acontecimentos terrestres. Como exemplo, podemos citar um conhecimento do povo indígena Barasana, que habita partes da Amazônia colombiana e brasileira. Atualmente em número bastante reduzido, esse povo teve, no passado, suas concepções sobre os céus estudadas por alguns antropólogos (pesquisadores da área da Antropologia).

Os Barasana se autodenominam *Jebá-baca*, que, em sua língua, significa Povo da Onça. Existe um asterismo chamado por eles de Lagarta Onça, considerado o pai de todas as lagartas que existem na Terra. Quando esse conjunto de estrelas torna-se visível no céu após o anoitecer e vai se elevando a cada noite seguinte, comanda a proliferação das lagartas na Terra.

Para a Ciência, a explicação é outra. O aparecimento e a ascensão desse asterismo ocorrem na época do ano em que algumas espécies de borboletas e de mariposas se reproduzem. Dos ovos postos pelas fêmeas eclodem larvas, as lagartas.

Conhecimentos como esse do povo Barasana são de interesse da **etnociência**, que estuda os saberes das populações humanas sobre os elementos da natureza e os fenômenos naturais. Tais conhecimentos estão vinculados à vivência cotidiana e aos temas de interesse de cada povo, incorporando-se ao seu repertório cultural. Eles têm **grande valor cultural** e são objeto de estudo de pesquisadores, os **etnocientistas**.

Entre esses assuntos estão: (1) os conceitos de nascente e de poente de uma estrela; (2) o fato de algumas estrelas não apresentarem nascente nem poente; (3) o que é asterismo; e (4) a utilização de alguns asterismos como indicativos de épocas importantes do ano (retome, por exemplo, o trabalho com “constelações indígenas” proposto no capítulo 12 do volume do 6º ano. Neste momento, você pode explicar que essas “constelações” são denominadas *asterismos* pela Astronomia.

O bloco que se constitui dos cinco parágrafos seguintes (“Esse tipo [...] objetos de estudo de pesquisadores, os **etnocientistas**.”) exemplifica o uso de asterismos por um povo indígena da região amazônica e retoma a importância da etnociência.

Se considerar oportuno, a esta altura, comente com os estudantes que a expressão *cultura ocidental* é usada nas Ciências Humanas para designar o conjunto de tradições, valores éticos, embasamentos filosóficos, sistemas políticos e pensamentos científicos cuja origem está associada à Europa (remontando, em última análise, à civilização grega da Antiguidade). Os povos indígenas da América têm sua cultura e seu sistema de vida criados de modo independente da cultura ocidental e, nesse contexto, são civilizações consideradas **não ocidentais**. Mesmo vivendo geograficamente no Hemisfério Ocidental do planeta, a terminologia *não ocidental* aplica-se aos seus aspectos culturais, criados e estabelecidos sem influência europeia.

Aproveite para salientar que as populações não ocidentais também têm muitos saberes sobre o mundo natural, que provêm de observações, experimentações, descobertas, reflexões, acúmulo e transmissão oral ao longo de muitas gerações. São conhecimentos **etnociênticos**, saberes estudados pela **etnociência** (do grego *étnos*, origem ou condição comum, povo, nação).

Os seis parágrafos seguintes (“Evidências obtidas por [...] melhor época para semear.”) explicam que, desde a pré-história, a humanidade se interessa pela observação e pelas regularidades celestes. O trecho comenta sobre o sítio megalítico de Stonehenge e enfatizada a importância das observações celestes na resolução de problemas práticos, como a época adequada para o plantio e a orientação noturna em navegações.

Na sequência, um bloco de 13 parágrafos (“A capacidade de prever [...] festividades e rituais.”) apresenta concepções astronômicas de diversos povos, como chineses, mesopotâmios, egípcios e indianos.

Os três parágrafos seguintes (“Os saberes astronômicos [...] é praticada atualmente.”) explicam que a Astronomia da Grécia Antiga foi influenciada por ideias provenientes do Egito e da Babilônia e que ela avançou a ponto de elaborar a descrição matemática do movimento dos astros sob o ponto de vista de um observador no planeta Terra. Esse trecho explica que os conhecimentos astronômicos dos gregos se difundiram para a civilização islâmica, em meio à qual foram preservados e ampliados enquanto a Europa passava por boa parte da Idade Média, sendo posteriormente reintroduzidos no continente europeu por ocasião do domínio islâmico de algumas regiões europeias.

Os três parágrafos seguintes (“Na América, povos [...] descendo pirâmide abaixo.”) versam sobre duas civilizações pré-colombianas da América, os astecas e os maias, e comentam alinhamentos astronômicos presentes na edificação do templo de Kukulcán.

Julgando conveniente, proponha aos estudantes uma pesquisa sobre a importância dos astros para uma outra civilização pré-colombiana: a do povo inca (que já foi objeto de uma atividade no item 8 do capítulo 10 do 6º ano, sobre a cidade de Machu Picchu).

Evidências obtidas por arqueólogos demonstraram que, desde a pré-história, a humanidade se interessa pelo aspecto celeste. Pinturas encontradas em cavernas situadas na Europa, feitas há mais de 16 000 anos, reproduzem asterismos reconhecidos no céu noturno pelo ser humano pré-histórico.

Grandes **monumentos megalíticos** (isto é, construídos pelo posicionamento de grandes rochas) descobertos em diversas localidades também evidenciam a atenção que povos pré-históricos davam aos fenômenos celestes. O mais conhecido deles é Stonehenge, localizado na Inglaterra. Trata-se de um arranjo circular de rochas, algumas com quase 50 toneladas, que foram transportadas de pedreiras a quilômetros de distância.

As rochas foram posicionadas de modo que os alinhamentos entre algumas delas, se prolongados até a linha do horizonte, indicam posições de eventos astronômicos relevantes, como o nascer do Sol no solstício de junho (solstício de verão no Hemisfério Norte) e também o nascente e o poente do Sol e da Lua em algumas outras épocas do ano.



Sítio megalítico de Stonehenge, situado na planície da Salisbúria, na Inglaterra, em foto de 2019. As rochas estão posicionadas em uma disposição aproximadamente circular. As maiores têm cerca de 4 m de altura e 2,1 m de largura.



Nascer do Sol no solstício de junho, fotografado da linha que une o centro do círculo à rocha de referência mais afastada do conjunto. Para quem está nessa linha de visão, o Sol nasce exatamente atrás dessa rocha.

Existe, ainda hoje, grande controvérsia entre os pesquisadores sobre quais seriam todas as finalidades de Stonehenge, mas muitos concordam que era um local destinado a possibilitar, aos construtores e a seus descendentes, observar eventos celestes importantes, com a finalidade de servir de calendário e prever as estações do ano. Também era um local destinado à realização de festas e cerimônias culturais.

Sua construção começou há cerca de 4 800 anos e prosseguiu com adições e alterações posteriores, até cerca de 3 100 anos atrás. O fato de essa elaboração ter ocorrido ao longo de dezessete séculos atesta sua relevância para as gerações de construtores.

Para muitos povos, os conhecimentos astronômicos possibilitaram soluções para problemas práticos, como obter alimento ou explicar fatos cotidianos, razão pela qual passaram a fazer parte da visão de mundo desses povos. Navegantes noturnos utilizavam as estrelas para orientação e agricultores precisavam saber a melhor época para semear.



A rocha que está em primeiro plano, nessa foto, foi posicionada pelos construtores como uma referência, fora do círculo. A linha definida pelo centro do círculo e por essa rocha intercepta a linha do horizonte onde o Sol nasce no solstício de junho.



Nascer do sol fotografado em Stonehenge no solstício de dezembro. As rochas definem diversos alinhamentos referentes ao posicionamento dos astros em datas anuais de eventos astronômicos marcantes.

Os resultados dessa pesquisa sobre o povo inca e sua cultura podem ser incorporados às produções destinadas à atividade de encerramento da unidade C deste volume.

Os cinco parágrafos finais do texto retomam a relevância da valorização dos saberes etnocientíficos e explicitam a **diferença entre etnociência e pseudociência**. Nos volumes do 6º, 7º e 8º anos e em alguns capítulos anteriores deste volume, foram propostas atividades envolvendo diferentes aspectos da etnociência e sua importância. Também foram sugeridas e comentadas atividades que elucidaram exemplos de práticas de pseudociência, especialmente quanto à utilização de terminologias científicas fora do contexto de validade, à divulgação de ideias e pensamentos científicos de modo distorcido e ao uso de pseudociência para obter seguidores, clientes e vendas.

O texto *Em destaque* propicia, enfim, a realização de um arremate dessas discussões, **contrapondo etnociência e pseudociência**.



A capacidade de prever as estações do ano era um conhecimento relevante no mundo antigo.

Povos distintos, geográfica e temporalmente, elaboraram diferentes maneiras de fazer isso, inclusive por meio de construções cuja função era, ao menos em parte, a de funcionar como calendários.

Os chineses já registravam os eventos celestes 3 000 anos atrás. Observações detalhadas e registros foram mantidos por séculos, incluindo eclipses e movimentos dos planetas visíveis a olho nu.

Os imperadores da China antiga mantinham astrônomos para monitorar o céu em busca de sinais que pudessem significar presságios, segundo sua concepção de mundo. As áreas do céu eram relacionadas a coisas terrenas.

Uma ocorrência considerada anormal (uma nova ou uma supernova, um cometa, um eclipse não previsto) indicava algo ruim para a humanidade. Por exemplo, uma supernova visualizada na região celeste associada pelos chineses à agricultura era encarada como um mau presságio de colheitas ruins por vir.

Os habitantes da Mesopotâmia antiga também tiveram grande interesse pela astronomia e mantiveram, por séculos, registros de suas observações em tabletas de argila. Desenvolveram um calendário que dividia o ano em meses. Reconheceram diversas estrelas importantes e nomearam cerca de 60 asterismos, associando-os a imagens. Algumas dessas associações estão em uso ainda hoje, em termos como Touro, Gêmeos, Caranguejo, Leão e Escorpião, que denominam constelações.

Ao contrário dos chineses, que concentravam sua atenção principalmente nas imediações do polo celeste norte, os babilônios se ativeram ao zodíaco (faixa do céu na qual o Sol realiza seu movimento aparente, ao longo do ano), dividindo-o em 12 partes.

Esse sistema de referência zodiacal de origem babilônica influenciou, posteriormente, a Grécia Antiga, cujos astrônomos o adotaram com finalidades referentes à cartografia celeste.

No Egito, o estabelecimento da civilização remonta há alguns milênios. Na mitologia dos antigos egípcios, os aspectos visualizados no céu eram de grande importância. A deusa do céu, Nut, era descrita como uma jovem casada com o deus da Terra, Geb. Dessa união nasceram diversos outros deuses egípcios, como Ísis, Osíris, Néftis e Seth.



Reprodução de uma arte egípcia que representa a deusa do céu, Nut (a figura alongada e em posição encurvada com as estrelas representadas no corpo), e o deus da Terra, Geb (deitado, na parte inferior). Outros elementos pictográficos estão presentes, entre eles várias representações da chave egípcia da vida, a cruz com um anel na extremidade (que, para os egípcios antigos, simbolizava a vida após a morte).

Em seus primórdios, a sociedade egípcia era regulada pela cheia anual do Rio Nilo, que cobria o solo das regiões ao redor de seu leito com material fertilizante e condicionava a atividade agrícola.

Há cerca de 5 milênios, os egípcios perceberam que essa cheia anual coincidia com a época em que determinada estrela (que hoje denominamos Sírio) passava a ser visível no céu pouco antes do amanhecer. Como decorrência de muitas outras observações dos astros, desenvolveram seu calendário de 12 meses, usado para demarcar a agricultura e as festas religiosas. O povo egípcio elaborou seu próprio sistema de constelações, associando-as a deuses e animais de sua mitologia.

A arquitetura egípcia foi bastante influenciada pela observação do céu. Diversos templos e pirâmides têm alinhamentos coincidentes com pontos cardeais ou eventos astronômicos que possuíam significância cultural. Embora ainda exista muita controvérsia se todos os alinhamentos observados eram intencionais (e qual intenção era essa), não existe dúvida da precisão com que os arquitetos egípcios conseguiram determinar os pontos cardeais a partir das observações celestes.

Na Índia antiga, foram criadas algumas concepções diferentes sobre a origem do Universo, associadas a distintas visões religiosas que lá coexistiam. Os indianos criaram seu próprio calendário, fundamentado na observação de regularidades como a ocorrência de solstícios e de equinócios, e o empregavam para a realização de atividades agrícolas, festividades e rituais.

IVY CLOSE IMAGES/ALAMY/FOTAREVIA

Essas representações podem ser apenas indicações de asterismos, mas podem incluir elementos culturais, associados à mitologia, à religião e às necessidades práticas cujo atendimento se relaciona ao conhecimento dos céus. Enfim, representações cartográficas celestes revelam concepções culturais dos diferentes povos associadas à leitura que fazem dos fenômenos celestes e até de suas **concepções cosmogônicas**, ou seja, relativas à origem do Universo.

A reprodução de uma arte egípcia que representa a deusa do céu, Nut, e o deus da Terra, Geb, apresentada no *Em destaque*, é um exemplo de representação que envolve concepções culturais relacionadas ao o céu.

Você pode propor que os estudantes pesquisem na internet imagens representativas do céu feitas por povos antigos e também por civilizações contemporâneas não ocidentais, bem como a explicação dos elementos gráficos nelas existentes.

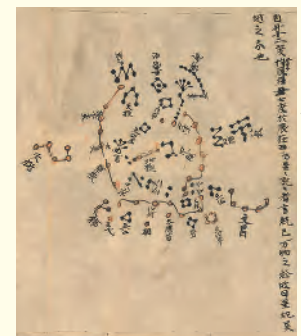
Algumas perguntas que podem ser propostas sobre cada imagem obtida são: Qual é a origem (povo e época)? O que ela representa? Essa representação tem alguma finalidade prática, mitológica ou religiosa? Está associada a alguma concepção sobre a origem da Terra, do Sol, dos demais astros e/ou do Universo?

Aqui, também, os resultados podem ser incorporados à atividade de encerramento da unidade C.

## Etnocartografia celeste

A representação gráfica do espaço tem uma origem longínqua e muito diversificada entre povos distantes temporal e culturalmente. As práticas de cartografia (elaboração de mapas) predominantes no Brasil e no restante das Américas são muito influenciadas pela cultura dos povos colonizadores. O termo **etnocartografia** é usado para designar a produção de representações do espaço que estejam em sintonia com as percepções de grupos étnicos (minoritários), realizada por esses grupos a partir de seus conhecimentos do ambiente e em consonância com seus valores e modos de se relacionar com o ambiente natural. Assim, a etnocartografia difere da cartografia tradicional porque incorpora saberes etnocientíficos, por exemplo, relacionados à importância do meio natural.

Por extensão, podemos considerar a existência, ao longo da história da humanidade, de práticas de **etnocartografia celeste**, que consistem na maneira como diferentes povos representaram o céu.



Cartografia celeste elaborada na China durante o período da Dinastia Tangue (618-906). Ela representa alguns asterismos observáveis a partir do Hemisfério Norte, com propósitos práticos de descrição celeste.

BIBLIOTECA BRITÂNICA, LONDRES

## De olho na BNCCI!

O texto *Em destaque* “A observação celeste e a cultura dos povos” favorece o desenvolvimento: da **competência geral 3**, pois estimula a valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais; e da **competência geral 6**, porque incentiva a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências.

O texto também oportuniza prosseguir com o desenvolvimento da **competência geral 1** e da **competência específica 1**, já mencionadas neste capítulo do Manual do professor.

### • 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).”

O texto *Em destaque* “A observação celeste e a cultura dos povos” vai ao encontro do que é preconizado nessa habilidade, pois propicia aos estudantes a percepção de que diferentes povos desenvolveram seus próprios saberes etnocientíficos relacionados às regularidades celestes, que foram incorporados à cultura e aos valores dessas civilizações.

Na atividade de encerramento da unidade C, os estudantes terão a oportunidade de ampliar sua visão a esse respeito, pesquisando outros exemplos e/ou se aprofundando em aspectos discutidos no texto *Em destaque*.

Os saberes astronômicos do Egito e da Babilônia foram aprimorados na Grécia Antiga. Estudiosos gregos usaram expressões matemáticas para descrever o movimento dos planetas. O *Almagesto*, tratado de Astronomia escrito por Cláudio Ptolomeu, reúne vários aspectos importantes da concepção grega de Universo.

Os conhecimentos gregos chegaram até a Índia e, posteriormente, quando o islamismo (religião fundada por Maomé no século VII) se difundiu pelo território indiano, tornaram-se acessíveis aos astrônomos do mundo muçulmano. Esses saberes foram preservados e aprimorados por eles.

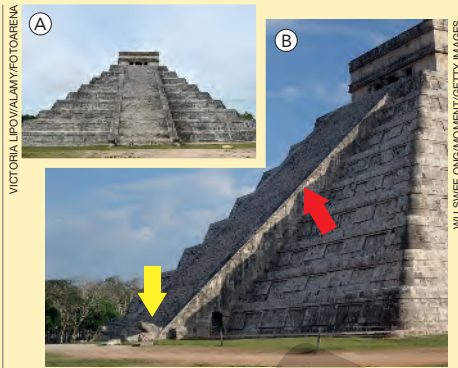
Embora a Europa tenha passado por uma época de deterioração cultural entre os séculos V e IX, os conhecimentos astronômicos provenientes da Grécia Antiga estavam se difundindo em outras regiões e foram reintroduzidos nesse continente durante a dominação muçulmana de algumas regiões europeias (entre os séculos VIII e XV). Foram esses saberes que originaram a Astronomia que é praticada atualmente.

Na América, povos como os maias e os astecas deixaram evidências da importância que davam às observações celestes. Os astecas, assim como alguns outros povos que também viveram no que hoje é o sul do México e parte da América Central, cultuavam a divindade Quetzalcoatl, a Serpente Emplumada.

Os maias chamavam essa mesma divindade de Kukulcán. No local em que existiu a cidade maia de Chichén Itzá (no México), existe um sítio arqueológico onde está o templo dedicado a essa divindade. É uma pirâmide de 30 m de altura, com quatro escadas, uma em cada face, cada uma com 91 degraus. O total de degraus das escadas, somado ao último pavimento, que é comum a elas, totaliza 365, o total de dias no ano.

As laterais das escadas são ornamentadas, na parte inferior, com a cabeça da divindade. O posicionamento do templo foi feito com precisão para que, nos equinócios (duas vezes ao ano, uma em março e outra em setembro), ao entardecer, a sombra da aresta da pirâmide seja projetada na lateral de uma das escadas, representando o corpo da serpente e criando a imagem de Kukulcán descendo pirâmide abaixo.

Elaborado com dados obtidos de: HUGH-JONES, S. As Plêiades e Escorpião na Cosmologia Barasana. *Antropológicas*, v. 28, n. 1, p. 8-40, 2017; BELMONTE, J. A. et al. *Ancient Astronomy: India, Egypt, China, Maya, Inca, Aztec, Greece, Rome, Genesis, Hebrews, Christians, the Neolithic and Paleolithic*. Cambridge: Cosmology Science Publishers, 2011; KANAS, N. *Star Maps: History, Artistry, and Cartography*. 3. ed. Cham: Springer, 2019; DOLAN, M. *Decoding Astronomy in Art and Architecture*. Cham: Springer, 2021.



- A. Templo de Kukulcán, construído no século VI e posteriormente ampliado nos séculos VIII e XI. (Município de Tinum, Iucatã, México, 2021.)
- B. A cabeça da Serpente Emplumada está indicada pela seta amarela. Nos equinócios, a projeção da sombra, cujo contorno está indicado pela seta vermelha, cria a ilusão de que a serpente desce a pirâmide. O espetáculo dura pouco mais de 3 horas.

Os saberes referentes ao mundo natural elaborados pelos diferentes povos devem ser **valorizados** por nós. Eles **fazem parte da história e do repertório cultural das civilizações**, presentes ou passadas, e da **humanidade** como um todo.

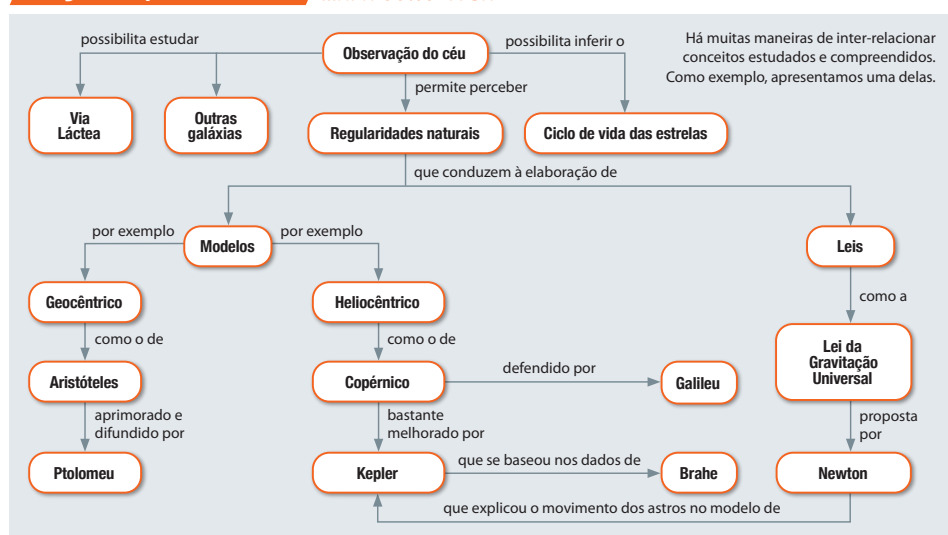
Saberes estudados pela etnociência **não devem, contudo, ser confundidos** com pseudociência.

Uma **pseudociência** consiste em qualquer informação, dedução, explicação ou atividade que é apresentada como estando de acordo com a metodologia científica, mas que, de fato, não a segue.

A astrologia é um exemplo de pseudociência. Ela usa expressões e informações de uma área reconhecidamente científica (a Astronomia), mas as utiliza para realizar previsões (sobre a influência dos astros na vida das pessoas) que não passaram por testes seguindo a metodologia das Ciências.

As práticas pseudocientíficas costumam incluir afirmações dogmáticas, que não admitem a dúvida, o questionamento e o contraditório. Em geral, praticantes de atividades pseudocientíficas não tendem a aceitar evidências que contrariem suas afirmações, e procuram desmerecer as evidências (ou quem as apresenta) e/ou oferecer versões alternativas para não admitir que seus argumentos são inválidos.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



FERNANDO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA



### ATIVIDADE

#### Use o que aprendeu

1. "O ônibus fez uma curva para a esquerda e eu fui **atirado** para a direita." Explique cientificamente esse fato e comente o uso da palavra **atirado** pelo autor dessa frase.
2. Quando um automóvel entra em uma curva com velocidade muito alta, ele pode derrapar e não conseguir fazer a curva. Explique esse fato empregando os conceitos de força de atrito e de força centrípeta.
3. De acordo com a Lei da Gravitação Universal, uma bola de futebol é atraída pela Terra e, simultaneamente, a Terra é atraída por ela.
  - a) Compare essas duas forças de atração quanto à intensidade, à direção, ao sentido e ao corpo em que atuam.
  - b) Por que a bola, quando solta, é acelerada em direção à Terra, mas a Terra não é acelerada em direção à bola?
4. Suponha que um astronauta que está em órbita da Terra, fazendo reparos do lado de fora da nave, **solte delicadamente um martelo, sem empurrá-lo**.

Quatro estudantes formularam hipóteses do que acontecerá com a ferramenta. Escreva no caderno com qual você concorda e por quê.

- 1) Cairá verticalmente em direção à superfície terrestre na mesma hora.
- 2) Permanecerá em órbita.
- 3) Continuará em órbita, mas com velocidade muito menor do que o astronauta.
- 4) Será projetada para o espaço distante, afastando-se da Terra e do Sistema Solar.
5. No decorrer do confronto entre geocentrismo e heliocentrismo, qual foi o papel desempenhado pelo aperfeiçoamento dos instrumentos e pela experimentação?
6. Pesquisadores da vida de Kepler dizem que ele sofria de miopia, um distúrbio visual que dificulta a visualização de objetos distantes. Por isso Kepler nunca foi um bom observador dos astros. Como, então, foi possível que ele fizesse relevantes descobertas na história da Astronomia (por exemplo, a de que as órbitas dos planetas são elípticas)?

193

4. Espera-se que o estudante concorde com a **opinião 2**. O martelo já está colocado em órbita. Ao ser solto, continuará descrevendo a órbita terrestre, assim como já o fazia na mão do astronauta. (O martelo só cairá após permanecer muito tempo em órbita, por razões que expusemos ao comentar o item 2 deste capítulo, neste Manual do professor.)

5. Espera-se que os estudantes comentem que não havia como decidir com total certeza entre o modelo geocêntrico de Ptolomeu e o heliocêntrico de Copérnico, pois os dados existentes na época sobre a posição dos astros no transcorrer do tempo não eram suficientemente precisos.

Durante anos, Tycho Brahe observou atentamente o céu e registrou a posição dos astros. Era o mais detalhado e completo conjunto de registros celestes já feitos até então. Esses registros, posteriormente analisados por Kepler, permitiram criar um modelo mais adequado para o Sistema Solar.

Então, o aprimoramento dos instrumentos e a experimentação permitiram levantar dados mais precisos (e abrangentes) que possibilitaram a Kepler optar pelo heliocentrismo e aprimorar o modelo de Copérnico.

6. Kepler era um matemático que usou sua habilidade para analisar os dados experimentais das observações feitas por Brahe.

### Respostas do Use o que aprendeu

1. Espera-se que os estudantes relacionem o fato com o Princípio da Inércia, concluindo que a pessoa não é "atirada", e sim tende a continuar em movimento retilíneo e uniforme.
2. Se a força de atrito não for suficiente para manter a aderência dos pneus ao chão, o carro derrapar e, de acordo com o Princípio da Inércia, tenderá a sair da curva por uma reta tangente a ela.
3. a) As duas forças (que são um par ação-reação) têm igual intensidade, mesma direção e sentidos diferentes. Além disso, uma delas atua na bola e a outra, na Terra.  
b) Os dois corpos são, em princípio, acelerados um em direção ao outro. Como a massa da bola é muitíssimo menor que a da Terra, a aceleração adquirida pela bola é perceptível. Já a aceleração adquirida pela Terra é extremamente pequena e, na prática, totalmente imperceptível.

## Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Vamos analisar a situação em que o clipe gira exatamente com a velocidade necessária para manter os 6 cliques pendurados numa altura estacionária. O clipe que gira tende a sair pela reta tangente à circunferência. O que o impede de prosseguir em linha reta é a **força de tração no fio** (situação análoga à do experimento descrito na abertura do capítulo), e essa força é decorrência do **peso dos 6 cliques pendurados**. Em outras palavras, o peso dos 6 cliques produz uma tração no fio, que atua como a **força centrípeta** que impede o clipe de sair por uma reta tangente à sua trajetória. Essa atividade propicia a oportunidade de levantar hipóteses e discuti-las. Também permite a incursão em uma situação física um pouco mais complexa.

2. É a velocidade mínima necessária para um foguete, ou outro corpo, escapar da atração gravitacional de um corpo celeste.

3. Quanto maior for a massa do planeta, maior será a velocidade de escape (maior a velocidade necessária para escapar da atração gravitacional).

A explicação é que, quanto maior for a massa do planeta, maior será a atração gravitacional exercida por esse corpo celeste.

4. Em Mercúrio, pois a massa desse planeta é maior do que a massa da Lua.

5. O indivíduo arremessou a bola com velocidade de, no mínimo, 11,2 km/s, pois essa é a velocidade de escape do planeta Terra. Em outro planeta, essa velocidade mínima seria diferente, pois ela depende da massa do planeta.

Note que 11,2 km/s é da ordem de grandeza de 40 000 km/h, estando de acordo com o esquema do final do item 2.

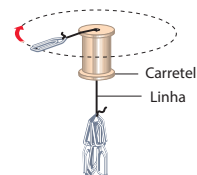
### ATIVIDADE

## Explore diferentes linguagens

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

### INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

1. Usando um carretel vazio, um pedaço de linha e 7 cliques, um estudante montou o experimento mostrado. Os 6 cliques pendurados não caem, desde que o outro clipe esteja girando com velocidade adequada. Faça esse experimento, discuta com seus colegas e proponha uma explicação para o ocorrido.



ADILSON SECCO/  
ARQUIVO DA EDITORA

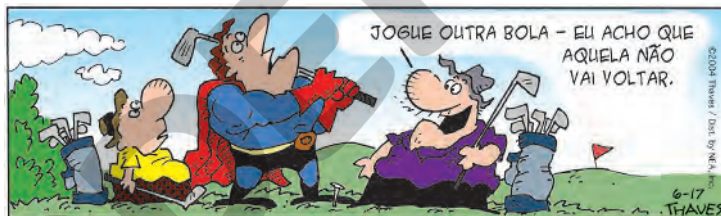
### TABELA E TIRINHA

A tabela mostra a massa dos planetas do Sistema Solar e a velocidade de escape referente a cada um.

2. O que é **velocidade de escape**?
3. Segundo os dados da tabela, que relação existe entre a massa do planeta e a velocidade de escape? Qual é a explicação para isso?
4. A massa da Lua é  $0,073 \cdot 10^{24}$  kg. Onde a velocidade de escape é maior, na Lua ou em Mercúrio? Justifique.

Massa e velocidade de escape dos planetas do Sistema Solar		
Planeta	Massa ( $10^{24}$ kg)	Velocidade de escape (km/s)
Mercúrio	0,33	4,25
Vênus	4,87	10,4
Terra	5,97	11,2
Marte	0,64	5,03
Júpiter	1898,60	59,5
Saturno	568,46	35,5
Urano	86,83	21,3
Netuno	102,43	23,5

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 14-3.



5. Suponha, dentro da **ficção** da tirinha, que a bola de golfe não volte. Com que velocidade mínima o indivíduo vestido de super-herói arremessou? Essa velocidade seria diferente caso a história ocorresse em outro planeta? Por quê?

### Seu aprendizado não termina aqui

Imagine que o título de uma matéria de jornal sobre um artista de circo que faz acrobacias em sua motocicleta dentro do globo da morte seja "Ele desafia as leis da Física". Você saberia dizer qual é o erro conceitual nessa frase?

Ao contrário do que a frase afirma, o artista realiza acrobacias que, embora requeiram muito treino e

habilidade, são permitidas e regidas pelas leis do movimento. Nosso dia a dia está repleto de concepções equivocadas como essa.

Fique sempre atento para não achar que qualquer fato, por mais maravilhoso que possa parecer, está em desacordo com as leis científicas já estabelecidas.

194

## De olho na BNCC!

A seção *Seu aprendizado não termina aqui* propicia desenvolver a **competência geral 7** e a **competência específica 3**, já mencionadas neste capítulo.

## TCTs Ciência e Tecnologia, Multiculturalismo e Economia

A atividade de fechamento da unidade C, comentada a seguir, oferece oportunidade para explorar três Temas Contemporâneos Transversais: **Ciência e Tecnologia** (macroárea de mesmo nome), **Diversidade Cultural** (macroárea **Multiculturalismo**) e **Trabalho** (macroárea **Economia**). A relação da atividade com as duas primeiras temáticas mencionadas é mais evidente. Quanto ao TCT **Trabalho**, cabe aqui destacar ao docente que a indústria aeroespacial requer profissionais de diversas áreas e, durante parte da pesquisa solicitada na atividade, os estudantes poderão conhecer algumas delas.

## Fechamento da unidade #

### Isso vai para o nosso blog!

#### Astronomia e Astronáutica

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende em Ciências da Natureza. Nesta atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos para incluir no *blog*.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
MULTICULTURALISMO  
ECONOMIA

Pesquisem diferentes interpretações do céu feitas por diferentes culturas e também as variadas explicações para a origem da Terra, do Sol e dos planetas propostas por essas culturas.

Relacionem essas diferentes interpretações e explicações às necessidades dessas culturas (referentes à agricultura, à caça, à orientação espacial e temporal, aos mitos etc.).

Coletem informações, de fontes confiáveis e de atualização dinâmica (tais como jornais, revistas e endereços da internet que tenham credibilidade), sobre as missões astronáuticas pretendidas para o futuro próximo.

No final do item 8 do capítulo 9, o *Trabalho em equipe* foi sobre o tempo necessário para viajar distâncias astronômicas, com a atual tecnologia. Revisem o material produzido, complementem-no com outros exemplos e publiquem-no no *blog*.

Selecione argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra. Fundamentem-se em dados sobre condições necessárias à vida, características dos planetas, distâncias e tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.

195

### Fechamento da unidade C

**Objetivo:** Reunir informações sobre concepções de distintas culturas sobre a origem do Universo, leituras que diferentes povos fizeram dos céus e possibilidades de futuras missões astronáuticas.

**Comentário:** Nessa atividade, os estudantes conhecerão variados aspectos históricos da relação humana com o Universo (incluindo aspirações futuras), evidenciando que o ser humano pode criar diversas visões/interpretações para uma mesma realidade.

### De olho na BNCC!

A atividade de fechamento de unidade favorece as **competências gerais 1, 4, 5, 9 e 10** e as **competências específicas 4, 6 e 8** (conforme comentado na parte inicial deste Manual do professor).

Esta atividade de fechamento favorece também o desenvolvimento da **competência geral 6**, no que se refere a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais.

#### • EF09CI15

Na atividade, cada equipe deverá pesquisar (e compartilhar) explicações sobre o funcionamento do Universo (ideias cosmológicas) e sobre sua origem (ideias cosmogônicas) presentes em mitos e religiões de diferentes povos.

Também pesquisarão como as leituras do céu foram importantes para muitas civilizações passadas. Vários povos antigos foram hábeis astrônomos e descobriram diversas regularidades no comportamento dos corpos celestes. A utilização prática desses conhecimentos para saber a época certa para semear as lavouras e também para armazenar provisões para o inverno foi vital, especialmente para povos que viviam em locais com acentuadas diferenças entre as estações do ano.

O uso de saberes astronômicos para orientação em navegações também foi relevante no passado, mesmo após a introdução da bússola. O uso de **astrolábios** e de **sextantes** nas Grandes Navegações foi essencial para a localização e a determinação de rotas. (Estimule os estudantes a pesquisar imagens deles e a aprender mais sobre sua história.) Esses instrumentos servem para medir o ângulo entre determinado corpo celeste e a linha do horizonte, informação que possibilita determinar a latitude do navegador.

#### • EF09CI16

O *Trabalho em equipe* do item 8 do capítulo 9 evidenciou a atual inviabilidade de missões tripuladas a outros sistemas solares. Na presente atividade, os estudantes conhecerão possibilidades aventadas para missões à Lua e a Marte e perceberão como o isolamento e a limitação de suprimentos (ar, água, comida, medicamentos etc.) são grandes obstáculos.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Experimentos de Mendel sobre hereditariedade
- Cromossomos
- Genes
- Célula haploide
- Célula diploide
- Cromossomos homólogos
- Alelos
- Genótipo
- Fenótipo
- Influência do meio sobre o fenótipo
- Noções sobre doenças hereditárias e aneuploidia

Nesta unidade, os estudantes tomarão contato com aspectos biológicos da hereditariedade e da evolução.

Além disso, a unidade também retoma questões relacionadas ao meio ambiente, várias delas já tratadas nos volumes anteriores, apresentando uma discussão sobre desenvolvimento sustentável e os obstáculos para sua implementação em nível global.

Como parte importante do que é trabalhado nos capítulos desta unidade final está o desenvolvimento das habilidades da unidade temática *Vida e evolução* propostas para o 9º ano na BNCC.

Este capítulo 10 tem como meta central que os estudantes percebam que genes são transmitidos segundo padrões definidos por leis probabilísticas, que valem para todos os seres vivos, inclusive para os seres humanos e as ervilhas, podendo desenvolver as habilidades EF09CI08 e EF09CI09 da BNCC.

Ao trabalhar o capítulo, dê destaque especial ao fato de o fenótipo não ser influenciado apenas pelo genótipo, mas também por **fatores ambientais**.

## UNIDADE D

### CAPÍTULO

# 10

## Genética e hereditariedade

Filhos, em geral, têm semelhanças com os pais, mas não são idênticos a eles. A hereditariedade deve-se à transferência de genes dos pais para os filhos. Como ocorre essa transferência? Por que nem todos os genes são transferidos?



196

### Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar experimentos sobre incidência estatística de um evento e probabilidade.
- Tabela os resultados obtidos e compará-los com os de outras equipes.

Esses conteúdos podem ser desenvolvidos com o experimento de abertura do capítulo, com as sugestões feitas sobre ele (veja-as a seguir, neste Manual do professor) e com o boxe *Para fazer no seu caderno* do item 8, por meio do qual os estudantes adquirirão o pleno significado dos resultados probabilísticos observados.

O **Projeto 4** oferece outra possibilidade de desenvolver esses mesmos conteúdos. Ele se refere à probabilidade de distribuição dos sexos na espécie humana e será sugerido oportunamente, neste capítulo do Manual do professor.

## Motivação



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

### Objetivo

- ▶ Ajudar a entender a distribuição de alelos nos descendentes de um cruzamento entre indivíduos heterozigóticos.

Você vai precisar de:

- feijões-pretos
- feijões marrons de tamanho semelhante ao dos feijões-pretos
- lápis e papel
- duas vasilhas pequenas (vasilhas para sobremesa, por exemplo)

### Procedimento

1. Coloque 30 feijões de cada cor em cada uma das duas vasilhas e misture bem. Posicione uma das vasilhas à sua direita e a outra à sua esquerda.
2. Feche os olhos, coloque uma mão em cada vasilha e sorteie um feijão de cada vasilha.
3. Coloque os dois feijões sorteados sobre a mesa. Registre no papel se são ambos pretos, ambos marrons ou um de cada cor. Devolva cada feijão à sua respectiva vasilha e mexa bem.
4. Repita os itens 2 e 3 até completar 40 sorteios.
5. Analise os resultados. Qual foi o mais frequente: ambos pretos, ambos marrons ou um de cada cor?
6. Compare seu resultado com o de outros estudantes. Eles chegaram à mesma conclusão sobre qual foi o resultado mais frequente?



CLARISSA FRANÇA/ARQUIVO DA EDITORA

## Desenvolvimento do tema

### 1 Mendel e as ervilhas

#### Características hereditárias em ervilhas

O monge Gregor Mendel viveu num mosteiro na cidade europeia que hoje se chama Brno e pertence à República Tcheca. Ele realizou uma série de experimentos com uma determinada espécie de ervilha, *Pisum sativum*, que cultivou no jardim do mosteiro. Essa planta produz frutos, as vagens, dentro dos quais existem sementes, os grãos de ervilha.

Gregor Johann Mendel (1822-1884) foi pioneiro da Genética ao estudar a hereditariedade em plantas de ervilha.



PICTORIAL PRESS LTD/ALAMY/FOOTABEEN - COLEÇÃO PARTICULAR

197

## Motivação

A comparação implícita na atividade (e que ficará clara aos estudantes ao longo do capítulo) é que cada vasilha representa o conjunto de gametas de um indivíduo heterozigótico  $Aa$ , no qual há gametas com o alelo  $A$  (feijões marrons, por exemplo) e gametas com o alelo  $a$  (feijões-pretos).

A distribuição estatística esperada para os resultados é de 25% de  $AA$  (dois feijões marrons), 25% de  $aa$  (dois feijões-pretos) e 50% de  $Aa$  (um feijão de cada cor).

Como o número de sorteios realizados por um só estudante/equipe é relativamente pequeno, podem ocorrer desvios da situação prevista. Contudo, ao reunir os resultados de toda a turma (supondo execução correta por parte de todos os estudantes), a amostra ficará maior e os resultados deverão tender ao estatisticamente previsto. No box *Para fazer no seu caderno* do item 8, os estudantes deverão comparar esse experimento ao cruzamento de dois indivíduos heterozigóticos  $Aa$ .

Ao realizar aquela atividade, a distribuição estatística dos resultados obtidos pela turma nesse experimento de abertura adquirirá significado e proporcionará o entendimento das proporções dos descendentes no cruzamento em questão.

## De olho na BNCC!

A proposta da seção *Motivação* incentiva o desenvolvimento da **competência geral 2**, no que diz respeito a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar hipóteses.

### • EF09CI08

“Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo. Os itens 1 e 2 apresentam os estudos de Mendel, herança de características pelos descendentes (1ª lei de Mendel) e os conceitos de cromossomo e gene, expondo ao estudante a existência de relações hereditárias entre descendentes e ancestrais. Ao conhecer os conceitos de *número haploide* e *número diploide*, nos itens 3 e 4, o estudante passará a desenvolver a percepção de que, para um zigoto (célula diploide) ser formado, são necessárias duas células haploides (dois gametas, um masculino e um feminino), retomando e aprimorando os conhecimentos sobre reprodução adquiridos no 8º ano.

## Item 1

Ao abordar esse item, apresente os experimentos de Mendel e a técnica que ele usou (ilustrações 1 a 5) para realizar cruzamentos entre plantas de ervilha com características conhecidas.

Analise com os estudantes as características consideradas por ele (apresentadas no item) e os exemplos de cruzamentos esquematizados nas ilustrações A e B. Não apresente, neste momento, a razão de certas variações não se manifestarem na 1ª geração, mas reaparecerem na 2ª geração. Isso será discutido oportunamente.

A seguir, explique que os trabalhos de Mendel permitiram inferir que a hereditariedade se relaciona a “unidades” provenientes dos dois genitores e transmitidas aos seus descendentes. Essas “unidades”, que atualmente denominamos **genes**, estão localizadas nos **cromossomos** (isso será detalhado no item 2). Os genes constituem o material genético presente nas células.

Saliente que os genes são responsáveis por condições necessárias ao metabolismo celular (pois condicionam a síntese de proteínas nas células) e, conseqüentemente, ao desenvolvimento das características de um organismo. Contudo, enfatize desde já que fatores ambientais também atuam nesse desenvolvimento (isso será abordado no item 8).

### Atente!

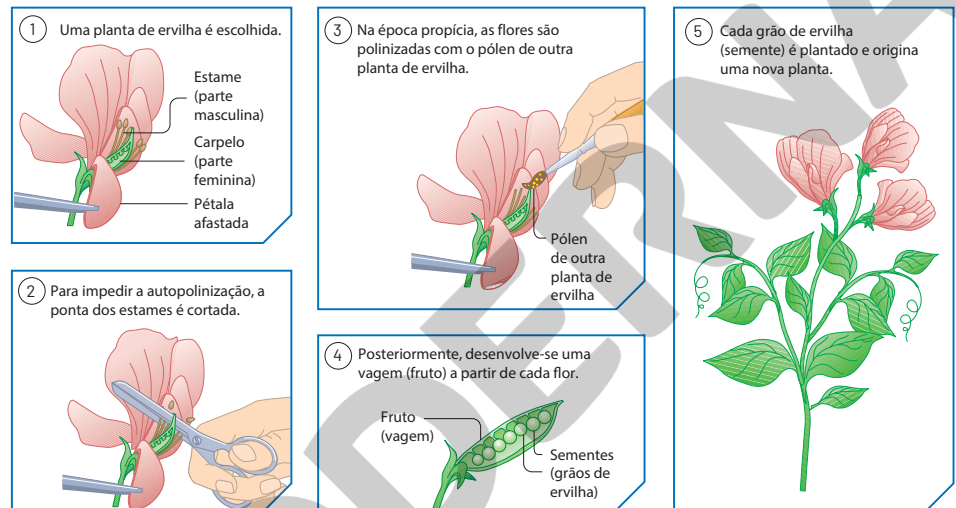
As antocianinas (corantes naturais) da pétala das flores coloridas de ervilhas podem se apresentar **avermelhadas** ou **violetas**, dependendo do pH das pétalas, que pode ser reflexo, entre outros fatores, do pH do solo.

Por isso, algumas publicações ilustram as flores de ervilhas coloridas em violeta.

Mendel percebeu que essas plantas apresentavam variações, por exemplo, na altura da planta, forma da semente, cor da semente, forma dos frutos, cor dos frutos, cor das flores e posição das flores no caule. Ele sabia que uma flor de ervilha só produzia um fruto (vagem) após a polinização, evento em que um ou mais grãos de pólen, produzidos nos estames, atingem o topo do carpelo.

### Os experimentos de Mendel

Em seus experimentos, Mendel cortava a ponta dos estames de todas as flores de uma planta, o que impedia a autopolinização, ou seja, impedia que a planta fosse polinizada por grãos de pólen produzidos por ela mesma. A intenção era realizar cruzamentos controlados entre diferentes indivíduos, diferentes plantas de ervilha. Para isso, ele transferia grãos de pólen de outra planta, escolhida por ele, para os carpelos daquela que teve os estames cortados (veja o esquema a seguir).










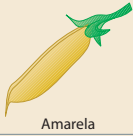






Esquema do procedimento usado por Mendel para realizar o cruzamento entre duas plantas de ervilha. (Fora de proporção.)  
Fonte: MADER, S. S.; WINDELSPECHT, M. *Biology*. 13. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2019. p. 188.

Procedendo dessa maneira, Mendel sabia quais indivíduos haviam sido cruzados e podia registrar, em suas anotações, as características desses indivíduos. Ele cultivava novas plantas de ervilha nascidas das sementes geradas nos cruzamentos que fazia e, posteriormente, comparava as características dos descendentes com as características dos pais.

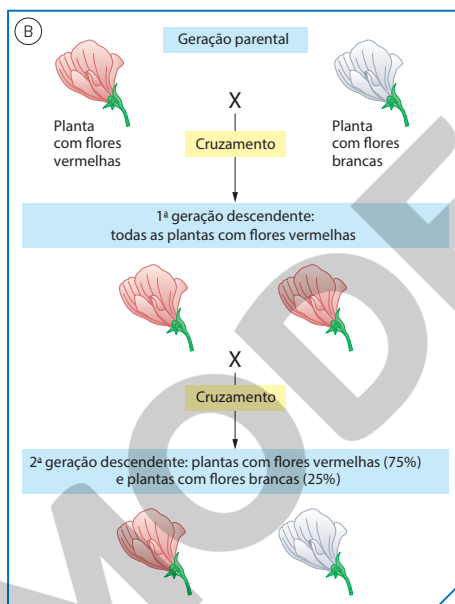
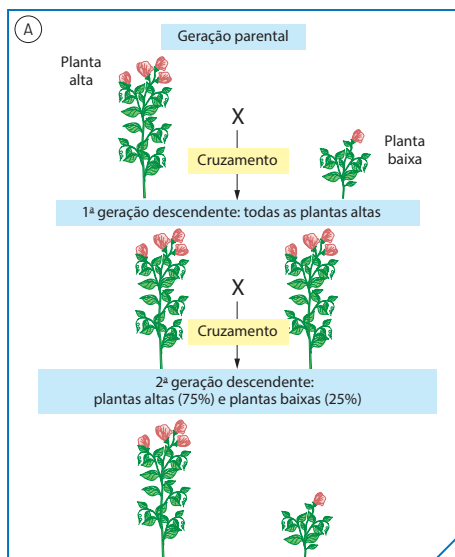
As figuras A e B, a seguir, mostram alguns dos muitos resultados interessantes obtidos por Mendel. Ao cruzar uma planta alta com uma planta baixa, todos os descendentes são altos. Aparentemente a variação caule baixo “desapareceu”. No entanto, ao se cruzarem esses novos indivíduos, ela “reaparece” em alguns dos descendentes. O mesmo acontece com a cor da flor. Parece que a variação flor branca “desaparece” na primeira geração de descendentes, mas “reaparece” na próxima.



Característica	Variação	
Forma da semente	 Lisa	 Rugosa
Cor da semente	 Amarela	 Verde
Cor da flor	 Vermelha	 Branca
Forma da vagem	 Inflada	 Constrita
Cor da vagem	 Verde	 Amarela
Posição das flores no caule	 Ao longo do caule	 Nas extremidades do caule
Altura da planta	 Alta (cerca de 1 m)	 Baixa (cerca de 30 cm)

Características estudadas por Mendel em plantas de ervilha. (Representações fora de proporção.)

Fonte: RAVEN, P. H. et al. *Biology*. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 234.



Mendel estudou cada característica isoladamente. Por exemplo, analisou em separado os resultados obtidos com o cruzamento da característica altura da planta ou cor da flor. (Representações fora de proporção.)

Fontes: Elaborado a partir de SOLOMON, E. P. et al. *Biology*. 11 ed. Boston: Cengage, 2019. p. 231; URRY, L. A. et al. *Campbell Biology*. 12 ed. Hoboken, Pearson, 2021. p. 273.

## De olho na BNCC!

O item 1 deste capítulo favorece o desenvolvimento: da **competência geral 1**, pois estimula a valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade; e da **competência específica 1**, porque contribui para compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

### • 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.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo, que se inicia abordando experimentos de Mendel e suas ideias sobre a hereditariedade (item 1). Em seguida (itens 2 e 3), são estudados os conceitos de cromossomo, gene, cromossomos homólogos e números haploide e diploide. Isso prepara os estudantes para compreender a formação dos gametas e a fecundação (item 4), a segregação dos alelos nos gametas (item 7), os conceitos de genótipo (item 7) e fenótipo (item 8), e a formação de gêmeos mono e dizigóticos (item 11).

Nos itens 9, 10, 11 e 13, são abordadas aplicações práticas da hereditariedade, como tipos sanguíneos, características externas humanas, doenças genéticas e aneuploidias.

Finalmente, as seções *Use o que aprendeu* e *Explore diferentes linguagens* propõem atividades relacionando, de diversas formas, as conclusões de Mendel sobre hereditariedade, a formação de gametas e a fecundação, além de abordarem situações práticas sobre a herança de genes e os respectivos genótipos e fenótipos envolvidos.

## Item 2

Ao trabalhar esse item, explique inicialmente que os cromossomos são estruturas presentes nas células e que contêm informações genéticas quimicamente codificada em genes. Nos seres procarióticos, o cromossomo (frequentemente apenas um) fica disperso no citoplasma. Já nos seres eucarióticos, os cromossomos encontram-se no núcleo das células.

Saliente que os cromossomos são estruturas moleculares finas e longas, que, durante determinada fase da divisão celular, se enrolam ao redor de si mesmos e formam uma estrutura condensada visível ao microscópio.

Comente que os cromossomos são constituídos de um material designado pela sigla DNA (ou ADN, de ácido desoxirribonucleico), que os genes são trechos dos cromossomos e que centenas de genes podem existir ao longo de um único cromossomo.

Analise a esquematização do livro do estudante (constituída pela foto **A** e pela ilustração **B**) para esclarecer essa relação entre gene e cromossomo e utilize a tabela *Número aproximado de genes na célula* para mostrar que a quantidade de genes varia de uma espécie de ser vivo para outra.



Cada uma das células de um ser humano contém milhares de genes herdados dos pais.

Algumas características hereditárias podem permanecer “dormentes” por uma ou mais gerações e voltar a se manifestar em gerações seguintes.

Em cada um dos cruzamentos ilustrados, **A** e **B**, apenas uma característica é considerada e observada (no caso, altura da planta ou cor da flor). Mas se considerarmos, ao mesmo tempo, todas as sete características hereditárias estudadas por Mendel em ervilhas, perceberemos que os indivíduos podem exibir uma notável variabilidade: são, ao todo, 128 combinações possíveis! E, nas plantas de ervilha, não existem apenas essas sete características. Há muitas mais. Essas sete foram apenas as que Mendel escolheu para realizar seus estudos.

### Descendentes herdam genes

Os trabalhos de Mendel levaram à conclusão de que as características hereditárias dos pais não são simplesmente “misturadas” pela natureza para originar filhos com características intermediárias. A hereditariedade está relacionada a “unidades” fornecidas por **ambos** os pais a cada um de seus descendentes.

Essas “unidades” transferidas dos pais para os filhos são atualmente denominadas **genes** e sabe-se que estão localizados nos **cromossomos** (item 2, a seguir). Os genes compõem o **material genético** existente nas células, relacionado às chamadas **características hereditárias** ou **genéticas**.

Os genes são responsáveis por condições necessárias para o funcionamento do metabolismo celular (conjunto de todos os processos que ocorrem em uma célula) e para o desenvolvimento das características de um organismo. **Fatores ambientais também intervêm nesse desenvolvimento** e muitas vezes podem até mesmo modificar características de um organismo (esse assunto será comentado no item 8).

## 2 Material genético

### Cromossomos

**Cromossomos** são estruturas presentes nas células e que contêm as informações genéticas referentes ao indivíduo.

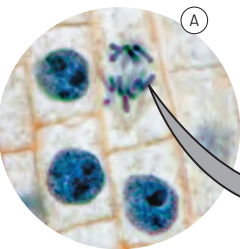
Nas **células procarióticas** (por exemplo, de bactérias), o cromossomo (geralmente um só) encontra-se disperso no citoplasma. Já nas **células eucarióticas** (por exemplo, de animais, plantas, fungos e protistas), os cromossomos encontram-se dispersos na região contida pela membrana do núcleo.

Cada cromossomo é formado por um longo e finíssimo fio da substância química designada pela sigla **DNA** (ou ADN, de ácido desoxirribonucleico). Esses fios de DNA são tão finos que, mesmo com poderosos microscópios, é muito difícil distinguir o emaranhado formado por eles. Durante a divisão celular, contudo, o fio de cada cromossomo se enrola ao redor de si mesmo e forma uma estrutura condensada, uma espécie de “novelo”, que pode ser vista ao microscópio.

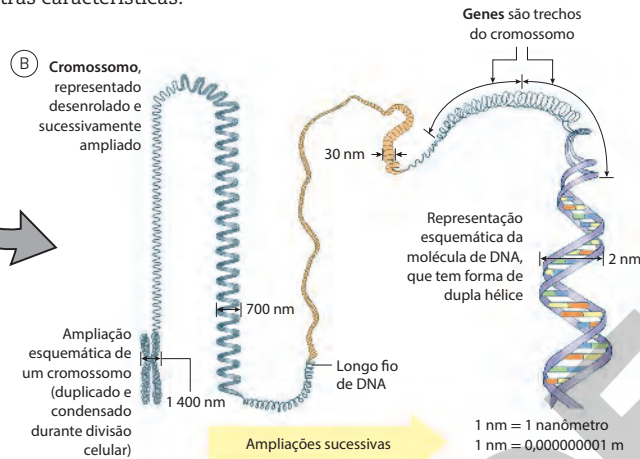
## Genes

Os **genes** são trechos desses longos fios formadores dos cromossomos. Ao longo de um único cromossomo pode haver centenas de genes. Nos genes estão registradas, por meio de um código químico, todas as **informações para produzir substâncias necessárias ao funcionamento da célula**. Os genes desempenham papel fundamental no funcionamento das células durante toda a vida do organismo, desde o instante em que ele é concebido. As informações genéticas influenciam o metabolismo celular e as características hereditárias.

Todas as informações genéticas que você recebeu de sua mãe e de seu pai estão registradas em cerca de 20 mil genes. Nos genes de cada célula estão codificadas informações que influenciam a cor dos olhos, a cor dos cabelos, o formato do nariz, o formato das orelhas, o tipo sanguíneo e inúmeras outras características.



**A.** Células de cebola, ao microscópio de luz, sob ampliação aproximada de 1 990 vezes. Cada uma delas está em um diferente estágio do processo de divisão celular. Os cromossomos aparecem em azul/roxo graças ao uso de um corante especial.



**B.** Os cromossomos são longos fios de DNA. Os genes são trechos dos cromossomos. Quando nos referimos ao **material genético** de uma célula, referimo-nos ao conjunto de todos os genes dessa célula. (Representação esquemática fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Fonte: Esquema elaborado a partir de URRY, L. A. et al. *Campbell Biology*. 12. ed. Hoboken: Pearson, 2021. p. 84, 86, 214, 319.

### Número aproximado de genes na célula

Espécie	Comentário	Número de genes
<i>Escherichia coli</i>	Bactéria intestinal	4,5 mil
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Levedura do fermento biológico	6,6 mil
<i>Drosophila melanogaster</i>	Mosca-das-frutas	14 mil
<i>Caenorhabditis elegans</i>	Verme muito usado em pesquisas genéticas	20 mil
<i>Homo sapiens</i>	Ser humano	20 mil
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	22 mil
<i>Oryza sativa</i>	Arroz	38 mil

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of Biochemistry*. 8. ed. Nova York: Freeman, 2021.

### ATIVIDADE

A-2

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- cromossomos
- DNA
- gene

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **cromossomos** Estruturas existentes nas células e que contêm as informações genéticas do indivíduo.
- **DNA** Substância constituinte dos cromossomos.
- **gene** Trecho de um cromossomo no qual estão codificadas (por meio de um código químico) informações para a produção de substâncias necessárias ao funcionamento celular (ou que nele interferem).

### Item 3

Explique que cada célula de um organismo eucariótico (exceto os gametas, discutidos posteriormente) contém cromossomos que, segundo características como o tamanho e a forma, são agrupados pelos cientistas em pares. Por exemplo, na espécie humana, são 23 pares; nas ervilhas, 7; nos cavalos, 32; e nos cães, 39. Os cromossomos de um mesmo par são denominados **homólogos**.

O número de pares de cromossomos homólogos é representado por  $2n$  e é válido para todas as células do organismo, exceto para os gametas (células reprodutivas).

Explique que, na produção dos gametas, cada um deles recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos e que  $n$ , denominado **número haploide**, expressa quantos cromossomos existem nos gametas de determinada espécie. Os gametas são **células haploides**.

As demais células de um organismo eucariótico contêm um **número diploide**,  $2n$ , de cromossomos e são denominadas **células diploides**.

Analise com os estudantes a tabela *Número diploide (2n) de algumas espécies* e enfatize que não existe uma relação necessária entre o número de cromossomos e o grau de complexidade da espécie ou o tamanho dos organismos.

Número diploide (2n) de algumas espécies	
Espécie	2n
Mosca-das-frutas	8
Ervilha	14
Milho	20
Rã	26
Camundongo	40
Ser humano	46
Chimpanzé	48
Cavalo	64
Cão	78

Fonte: RAVEN, P. H. et al. *Biology*. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. p. 197.

#### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- cromossomos homólogos
- célula haploide
- número haploide (n)
- célula diploide
- número diploide (2n)

### 3 Cromossomos homólogos e número haploide

Ao examinar ao microscópio os cromossomos condensados das células do corpo humano, os cientistas perceberam que existem 46 em cada célula. De acordo com suas características, como o tamanho e a forma, agrupam-se em 23 pares distintos entre si. Outras espécies dotadas de células eucarióticas também têm cromossomos que se agrupam aos pares. É o caso da ervilha, com 7 pares, ou seja, 14 cromossomos ao todo.

Os cromossomos de um mesmo par são denominados **cromossomos homólogos**. O número de pares de cromossomos homólogos em cada célula varia de uma espécie de ser vivo para outra. Esse número de pares é válido para todas as células do corpo, **exceto** para os gametas (células reprodutivas). Durante sua produção, os gametas recebem apenas um cromossomo de cada par de homólogos.

Simbolizamos por  $n$  o número de cromossomos presentes nos gametas e dizemos que  $n$  é o **número haploide** de cromossomos da espécie. Os gametas são **células haploides**. Como as outras células do corpo de um organismo eucariótico têm o dobro do número de cromossomos dos gametas, dizemos que elas são **células diploides**; possuem  $2n$  cromossomos.

A tabela mostra os valores de  $2n$  para algumas espécies. Não existe uma relação entre número de cromossomos e o grau de complexidade da espécie ou tamanho do organismo. Seres humanos, por exemplo, são mais complexos que as abelhas, mas têm menor número de cromossomos em suas células.

Dos 46 cromossomos que existem nas células do seu corpo, você herdou metade de seu pai e metade de sua mãe. Esse é o ponto de partida para entender a transmissão genética na reprodução humana, apresentada logo mais à frente.

1 Células humanas são convenientemente preparadas para observação ao microscópio. O conjunto de 46 cromossomos de uma delas é fotografado.

2 De uma fotografia ampliada, os cromossomos são recortados e ordenados, perfazendo, ao todo, 23 pares.



Na espécie humana há 23 pares de cromossomos que podem ser visualizados, ao microscópio, durante certas fases da vida da célula. (Cores fantasiosas. Fotos dos cromossomos humanos aparecem no item 12 deste capítulo.)

Fonte: MARIEB, E. N.; HOEHN, K. *Human Anatomy & Physiology*. 11. ed. Harlow: Pearson, 2019. p. 1157.

## 4 Cromossomos e reprodução humana

### O zigoto é diploide

A reprodução humana necessita de células especiais, os **gametas**. Os gametas masculinos são os **espermatozoides** e os gametas femininos são os **óvulos**.

As células do corpo humano, exceto os gametas, são **células diploides**: têm 46 cromossomos ( $2n = 46$ ). Os gametas são **células haploides**: apresentam 23 cromossomos ( $n = 23$ ).

Na geração de um novo ser humano, o pai contribui com 23 cromossomos, do espermatozoide, e a mãe, com 23, do óvulo. Quando ocorre a **fertilização**, ou **fecundação**, forma-se uma célula diploide, o **zigoto**, cujo material genético é proveniente do espermatozoide e do óvulo que participam da fertilização.

### O zigoto se desenvolve por divisões celulares

O desenvolvimento do zigoto ocorre por meio de sucessivas **divisões celulares**. Em cada uma dessas divisões, é feita uma **cópia fiel do conjunto de 46 cromossomos**. Assim, todas as células resultantes dessas divisões celulares possuirão um conjunto diploide de cromossomos idêntico ao do zigoto.

Durante a gestação do novo ser, as células sofrem diferenciação, ou seja, modificações em sua forma e em sua função. São produzidas as células do sangue, as células nervosas, as células musculares, as células ósseas e todas as demais que formam os diferentes tecidos do corpo humano. Toda essa diferenciação faz parte da atividade celular e é influenciada pelos genes herdados dos pais. O resultado de tudo isso é um indivíduo que não é exatamente igual ao seu pai nem à sua mãe, mas que herdou características de ambos por meio dos genes.

Apesar da diferenciação das células e de sua multiplicação (responsável pelo crescimento do corpo e pela reposição das células), todas elas mantêm uma cópia fiel da bagagem genética originalmente presente no zigoto. Somente as células envolvidas na reprodução é que não apresentam o conjunto cromossômico completo, apenas metade. Os gametas são produzidos por um tipo especial de **divisão celular** que reduz à metade o número de cromossomos, pois cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos.



A divisão celular permite o crescimento e o reparo do organismo humano. As células provenientes das divisões celulares possuem uma cópia completa dos genes presentes na célula original, exceto no caso dos gametas, que apresentam **metade** do conjunto genético.

203

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **cromossomos homólogos** Par de cromossomos de uma célula que são semelhantes em tamanho, forma e na sequência dos genes.
- **célula haploide** Célula que contém apenas um dos dois cromossomos de cada par de homólogos.
- **número haploide (n)** Número de cromossomos nas células haploides de uma espécie.
- **célula diploide** Célula em que existem **n** pares de cromossomos homólogos; portanto, **2n** cromossomos.
- **número diploide (2n)** Número de cromossomos em uma célula diploide de um indivíduo da espécie.

### Item 4

Inicie a abordagem retomando, do item anterior, que as células do corpo humano, exceto os gametas, são células diploides (têm 46 cromossomos,  $2n = 46$ ) e que os gametas (espermatozoide e óvulo) são células haploides (ou seja, apresentam 23 cromossomos,  $n = 23$ ).

Na concepção de um novo ser humano, o pai contribui com 23 cromossomos, do espermatozoide, e a mãe, com 23, do óvulo. Na fertilização (fecundação), forma-se uma célula diploide, o zigoto, cujo material genético provém do espermatozoide e do óvulo.

Explique que o desenvolvimento do zigoto ocorre por meio de sucessivas divisões celulares. Em cada uma delas, é feita uma réplica (cópia) do conjunto de 46 cromossomos. Saliente que, embora ocorra multiplicação e diferenciação das células, todas as **células diploides** mantêm uma réplica do material genético do zigoto. Apenas as células reprodutivas, que são **haploides**, não contêm o conjunto completo de cromossomos, apenas **metade** dele.

Para trabalhar em aula o *Esquema (simplificado) da reprodução humana*, peça aos estudantes que, primeiro, o analisem individual e atentamente. Saliente que se trata de uma esquematização em cores fantasiosas e fora de proporção. Enquanto isso, reproduza na lousa um esboço da imagem incluindo apenas os números.

Em seguida, solicite a diferentes estudantes que leiam em voz alta, cada qual um dos itens numerados. Siga a sequência 1 a 3 referente ao homem, 1 a 3 referente à mulher (ou vice-versa) e 4 a 8. Utilize o esboço na lousa para apontar o que está sendo lido e discutido. Verifique, após a leitura de cada item, se os estudantes apresentam dúvidas e, se necessário, revise as terminologias utilizadas.

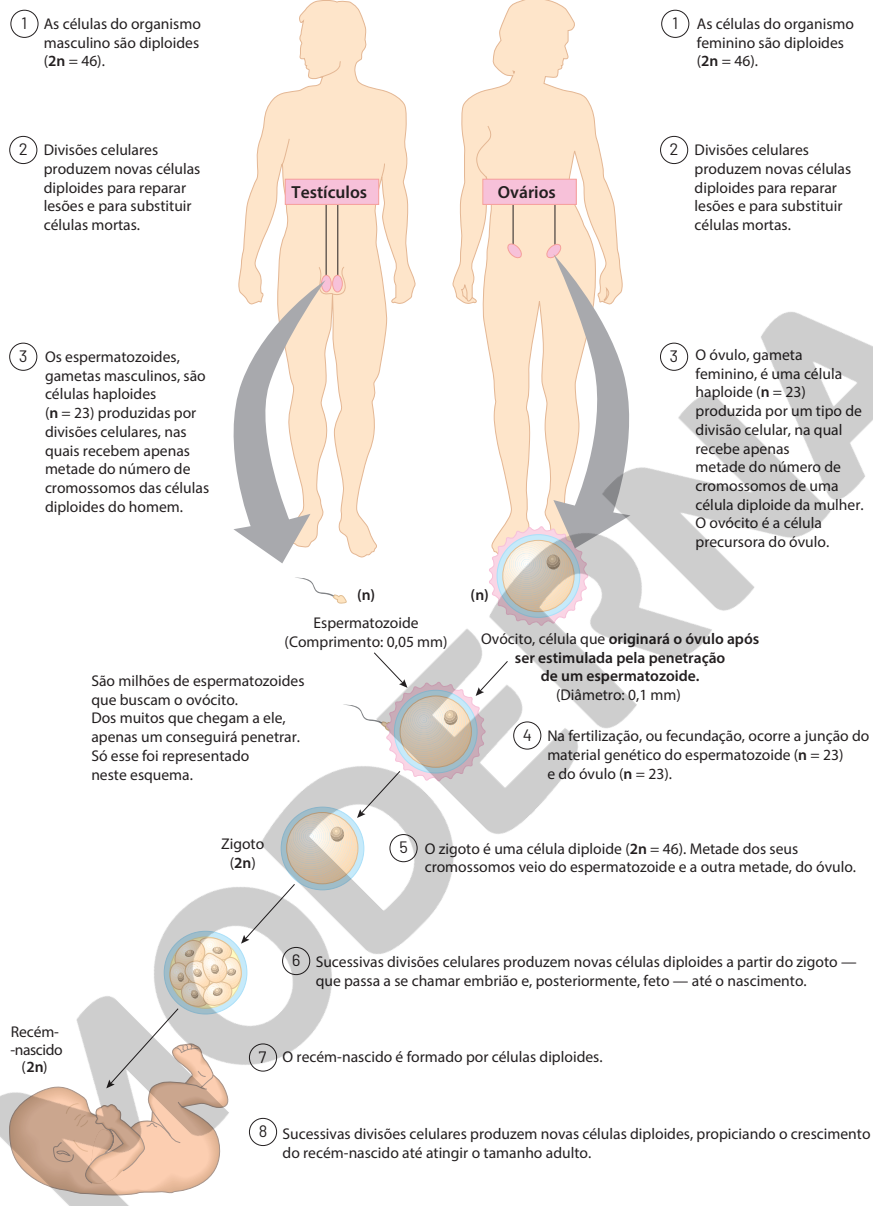
Enfatize na explicação que:

- cada espermatozoide contém  $n$  cromossomos;
- cada óvulo contém  $n$  cromossomos;
- o zigoto contém todo o material genético que estava no espermatozoide e no óvulo que participaram da fecundação;
- portanto, o zigoto contém  $2n$  cromossomos,  $n$  que vieram do pai e  $n$  que vieram da mãe;
- sucessivas divisões celulares que ocorrem no desenvolvimento do zigoto formam novas células **diploides**, cada uma delas com  $2n$  cromossomos.

Retomando um ponto tratado no volume do 8º ano, explique que, quando a mulher ovula, ocorre, de fato, a liberação de um **ovócito** na tuba uterina. Se um espermatozoide penetrar nesse ovócito, este completará o seu desenvolvimento e originará um **óvulo**. (Veja os itens 3 e 4 do lado direito da esquematização.)

O óvulo ( $n$ ) assim formado e o espermatozoide ( $n$ ) em seu interior participam da fertilização, da qual resulta o zigoto ( $2n$ ).

### Esquema (simplificado) da reprodução humana



(Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaborada a partir de informações obtidas de MARIEB, E. N.; KELLER, S. M. *Essentials of Human Anatomy & Physiology*. 13. ed. Harlow: Pearson, 2022.

### Atividades

Ao final da análise do *Esquema (simplificado) da reprodução humana*, é oportuno propor aos estudantes os exercícios 1 a 5 do *Use o que aprendeu*.

## 5 O que é Genética?

### Características hereditárias

Desde a Antiguidade, sabe-se que características (como cor dos olhos, formato dos lábios, cor dos cabelos, formato das orelhas, tamanho do nariz etc.) são transmitidas de pais para filhos, ou seja, são **características hereditárias**. Pensava-se, porém, que essas características eram simplesmente “misturadas” de geração em geração.

Somente no século XIX é que o conhecimento humano sobre a hereditariedade começou a sofrer considerável avanço. O responsável pelos primeiros passos nessa área do conhecimento humano foi Gregor Mendel, que realizou uma série de experimentos com ervilhas, alguns dos quais foram relatados no começo deste capítulo.

### A Genética estuda os genes

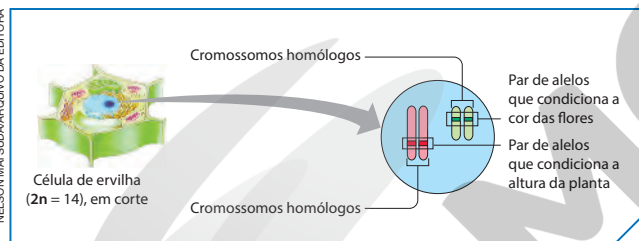
Os genes e a maneira como eles são transferidos para os descendentes é objeto de estudo da **Genética**, apresentada no restante deste capítulo, em que se comenta a hereditariedade, mostra-se como interpretar os resultados de Mendel e se esclarecem alguns dos fundamentos da transmissão dos genes aos descendentes.

## 6 Alelos localizam-se em cromossomos homólogos

Os cromossomos homólogos se assemelham em forma e estrutura e contêm genes correspondentes às mesmas características.

Nas células de ervilha, por exemplo, há 7 pares de cromossomos homólogos (14 cromossomos). Em um deles há um gene relacionado à altura da planta. No cromossomo homólogo a esse, na mesma localização, também há um gene relacionado à altura da planta.

Os genes que ocupam os mesmos locais nos cromossomos homólogos são chamados **alelos**. Em cada cromossomo há centenas de genes; no par de cromossomos homólogos, os alelos posicionam-se na mesma localização.



Esquema de célula de ervilha, em corte, destacando dois pares (entre o total de 7 pares) de cromossomos homólogos. Em cada um desses dois pares foi destacado um par de alelos. Cada cromossomo foi representado, esquematicamente, como um bastão. (Fora de proporção e em cores e formas fantasiosas.)

Fonte: FREEMAN, S. et al. *Biological Science*. 7. ed. Hoboken: Pearson, 2020. p. 307.

### ATIVIDADE

#### Para discussão em grupo

A diversidade genética entre os seres humanos **JAMAIS** pode ser pretexto para preconceitos ou discriminação.

Pesquise o artigo da Constituição Brasileira que **assegura a igualdade entre todas as pessoas**. A seguir, debatam:

De que formas o preconceito e a discriminação se manifestam atualmente em nossa sociedade? Que ações nós, cidadãos, devemos tomar para **combater o preconceito** e promover a **cultura de paz**?

#### Saiba de onde vêm as palavras

“Alelo” vem do grego *allélón*, que significa “de um ao outro”, “recíproco”, numa alusão à correspondência entre um alelo e outro nos cromossomos homólogos.

## Para discussão em grupo

O artigo 5º da Constituição Brasileira de 1988 diz que todos “são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade”.

Durante a discussão, os estudantes podem elencar diversos tipos de preconceito lamentavelmente existentes ainda hoje em nossa sociedade, entre os quais racismo, machismo, homofobia, xenofobia e capacitismo.

É oportuno que os estudantes percebam que diversos tipos de preconceito estão enraizados no cotidiano, e cabe a todo cidadão que valoriza a cultura da paz refletir sobre sua existência e combatê-los.

Na sua mediação pedagógica, direcione as discussões para que, além do diagnóstico das diversas situações discriminatórias presentes na sociedade, sejam também feitas proposições que possibilitem o combate ao preconceito.

Ajude os estudantes a perceber que essas propostas não podem induzir as pessoas à violência ou a outras formas de preconceito. Além disso, elas devem valorizar a **cultura de paz** e o **convívio social republicano**.

## Itens 5 e 6

No item 5, retome do início deste capítulo a existência de características hereditárias e que sua transmissão ocorre por meio de genes. Conceitue Genética e proponha a atividade do boxe *Para discussão em grupo*, comentada à frente.

No item 6, apresente a conceituação de alelos, genes que ocupam os mesmos locais em cromossomos homólogos. Analise a esquematização apresentada para elucidar esse conceito.

## Atividade

Após trabalhar em sala de aula o item 6, proponha aos estudantes que façam o exercício 6 da seção *Use o que aprendeu*.

## De olho na BNCC!

O boxe *Para discussão em grupo* do item 5 incentiva os estudantes: a 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 (**competência geral 8**); a exercitar a empatia, o diálogo 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, sem preconceitos de qualquer natureza (**competência geral 9**); e a agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (**competência geral 10**).

## Item 7

Esse item tem grande relevância no entendimento da transmissão de características hereditárias. Ao abordá-lo, primeiro conceitue **genótipo** como o conjunto total de genes de um indivíduo.

Explique que a formação dos gametas ocorre por meio de um tipo de divisão celular (denominada *meiose*, no Ensino Médio) que reduz o número diploide ( $2n$ ) de cromossomos à metade ( $n$ ).

Ressalte que, nesse processo, **cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos** e analise com os estudantes as esquematizações do subitem *Separação dos alelos nos gametas* para elucidar esse ponto.

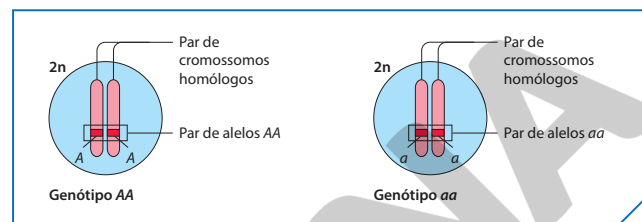
Em seguida, explique o que acontece no cruzamento de duas plantas de ervilha com diferentes alturas, uma delas (alta) de genótipo  $AA$  e a outra (baixa) de genótipo  $aa$ , reproduzindo na lousa e analisando com os estudantes o esquema apresentado no subitem *Indivíduos homocigóticos versus heterocigóticos*.

## 7 Genótipo

A palavra **genótipo** é empregada para referir-se ao conjunto total de genes de um indivíduo.

Considere uma planta alta de ervilha que contenha em seu genótipo dois alelos que condicionam “planta alta”. Se representarmos cada um desses alelos pela letra  $A$  (maiúscula), podemos dizer que essa planta tem o genótipo  $AA$  para essa característica.

Considere uma outra planta de ervilha, baixa, que contenha dois alelos que condicionam “planta baixa”. Representando ambos pela letra  $a$  (minúscula), podemos dizer que o genótipo dessa planta é  $aa$  para essa característica.



(Representação esquemática. Cores e formas fantasiosas.)

Fonte: FREEMAN, S. et al. *Biological Science*. 7. ed. Hoboken: Pearson, 2020. p. 306.

### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- alelos
- genótipo

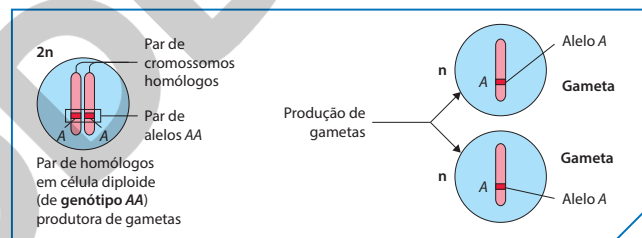
## Separação dos alelos nos gametas

Os gametas são células haploides ( $n$ ) originadas por meio de um tipo de divisão celular que reduz o número diploide ( $2n$ ) de cromossomos à metade, pois cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos.

Assim, durante a formação dos gametas, os alelos são separados e **apenas um** dos alelos de cada par é encontrado em um gameta.

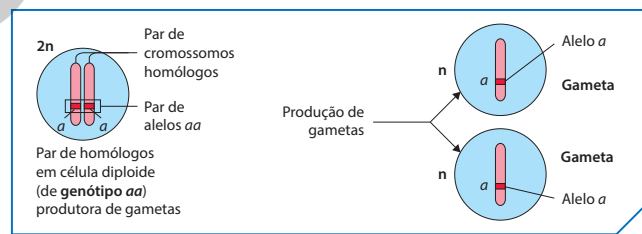
Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo  $AA$ . (Cores e formas fantasiosas.)

Fonte: AUDESIRK, T. et al. *Biology: life on Earth*. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017. p. 177.



Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo  $aa$ . (Cores e formas fantasiosas.)

Fonte: AUDESIRK, T. et al. *Biology: life on Earth*. 11th ed. Hoboken: Pearson, 2017. p. 177.

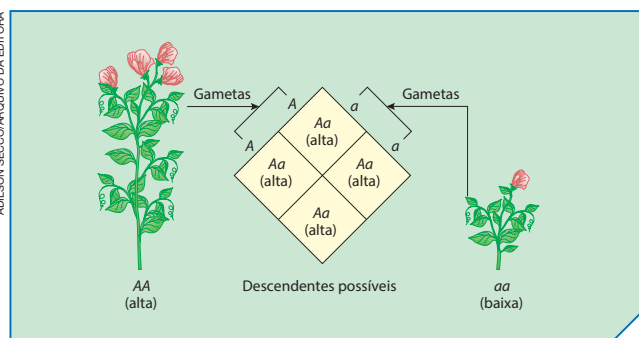




## Indivíduos homozigóticos versus heterozigóticos

Na reprodução sexuada, gametas de sexos diferentes unem suas bagagens genéticas na fertilização para formar um zigoto. Neste, há um número diploide de cromossomos,  $2n$ , sendo que cada um dos ascendentes (“pais”) contribuiu com um conjunto de  $n$  cromossomos. Assim, cada par de alelos do descendente é composto de um alelo herdado de cada um dos ascendentes.

Quando é feito o cruzamento da planta alta  $AA$  com a planta baixa  $aa$ , todos os descendentes conterão o par de alelos  $Aa$ , conforme mostra o esquema a seguir.



Esquema do cruzamento de duas plantas de ervilha com diferentes alturas: uma delas (alta) de genótipo  $AA$  e a outra (baixa) de genótipo  $aa$ . (Representação fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: MAUSETH, J. D. *Botany: an introduction to Plant Biology*. 6. ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2017. p. 445.

Em Genética, um indivíduo que apresenta dois alelos iguais é denominado **homozigótico** em relação a esse par de alelos e o que apresenta dois alelos diferentes, **heterozigótico**. Assim, temos:

- um indivíduo com genótipo  $AA$  é chamado **homozigótico**;
- um indivíduo com genótipo  $aa$  é chamado **homozigótico**;
- um indivíduo com genótipo  $Aa$  é chamado **heterozigótico**.

Uma conclusão de Mendel, expressa em linguagem atual, é que um indivíduo heterozigótico  $Aa$  **não** tem altura intermediária entre a de  $AA$  e a de  $aa$ , mas **sim** altura igual à de  $AA$ .

## 8 Fenótipo e influência do ambiente

Como já foi mencionado, genótipo é um termo que se refere aos genes presentes em um indivíduo.

A palavra **fenótipo**, por sua vez, é usada para designar as características observáveis de um indivíduo (forma e funcionamento do corpo), tais como a altura de uma planta de ervilha e a cor das suas flores. A palavra fenótipo também pode se referir a uma característica em particular.

Voltando ao exemplo das ervilhas, temos:

- o genótipo  $AA$  condiciona o fenótipo “planta alta”;
- o genótipo  $aa$  condiciona o fenótipo “planta baixa”;
- o genótipo  $Aa$  condiciona o fenótipo “planta alta”.

Comente que, ao nos referirmos especificamente a um par de alelos do genótipo de um indivíduo, utilizamos as expressões **homozigótico** (ou *homozigoto*) e **heterozigótico** (ou *heterozigoto*), conforme os alelos sejam, respectivamente, iguais ou diferentes.

Explique que, no cruzamento mencionado, os indivíduos parentais com genótipo  $AA$  são homozigóticos e os indivíduos descendentes são todos homozigóticos  $aa$ .

Mostre que uma conclusão tirada por Mendel é que um indivíduo heterozigótico  $Aa$  **não** apresenta uma altura intermediária entre a de um indivíduo  $AA$  e a de um  $aa$ , mas **sim** altura similar à de  $AA$ .

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **alelos** Genes que se encontram no mesmo local de cromossomos homólogos.
- **genótipo** Conjunto de genes de um indivíduo.

## Noções de pensamento computacional

Um algoritmo é um dispositivo que possibilita solucionar problemas similares de uma mesma categoria. O algoritmo apresentado no subitem *Indivíduos homozigóticos versus heterozigóticos*, do item 7, é denominado **quadrado de Punnett**.

Sua utilização facilita determinar os possíveis genótipos decorrentes de um cruzamento de indivíduos cujos alelos presentes nos gametas sejam conhecidos.

No caso em questão, a planta representada à esquerda produz gametas contendo exclusivamente o alelo  $A$ , e a planta representada à direita produz gametas contendo exclusivamente o alelo  $a$ . O uso do quadrado de Punnett facilita a percepção de que todos os descendentes serão heterozigóticos  $Aa$ .

## Item 8

Comece a abordagem conceituando **fenótipo**, conjunto de características observáveis de um indivíduo (forma e funcionamento do organismo), tais como a altura de uma planta de ervilha e a cor das suas flores.

Saliente que a terminologia *fenótipo* também pode se referir aos alelos de uma característica em particular.

Retome os indivíduos parentais e também os descendentes da 1ª geração do cruzamento discutido no item anterior e explique que:

- o genótipo *AA* condiciona o fenótipo “planta alta”;
- o genótipo *aa* condiciona o fenótipo “planta baixa”;
- o genótipo *Aa* condiciona o fenótipo “planta alta”.

Comente, exemplificando com esses fenótipos, que, quando a característica associada a um alelo se manifesta no indivíduo heterozigótico, tal alelo é considerado **dominante**.

Ao contrário, quando a característica não se manifesta no indivíduo heterozigótico, ele é considerado **recessivo**.

Explique que, no exemplo em questão, o alelo *A* é dominante e o alelo *a* é recessivo. Saliente o costume, em Genética, de usar letras maiúsculas para representar alelos dominantes e letras minúsculas para os recessivos.

Utilize o quadro do subitem *Genes dominantes e genes recessivos* para mostrar aos estudantes que os fenótipos contrastantes de cada uma das sete características estudadas por Mendel são condicionados por genótipos que contêm alelos dominantes ou recessivos.

Ao abordar o subitem *Cruzamento entre indivíduos heterozigóticos*, retome com os estudantes o resultado obtido por Mendel na 2ª geração esquematizada na figura A do item 1 e explique, por meio do quadrado de Punnett que está nesse subitem, qual é a razão da distribuição porcentual observada.

## Genes dominantes e genes recessivos


Se o alelo de um gene relacionado a certa característica manifestar-se no fenótipo tanto de indivíduos homozigóticos quanto de heterozigóticos, esse alelo é chamado de **dominante**. Se, entretanto, o alelo só se manifesta no fenótipo de indivíduos homozigóticos, então esse alelo é denominado **recessivo**.

É costume usar letras maiúsculas para representar alelos dominantes e letras minúsculas para os recessivos.

No caso do gene relacionado à altura de plantas de ervilha:

- a representação *A* indicará o **alelo dominante**;
- a representação *a* indicará o **alelo recessivo**.

Os fenótipos contrastantes em cada uma das sete características estudadas por Mendel são condicionados por genótipos que contêm alelos dominantes ou recessivos, como mostra o quadro.

	Lisa	Amarela	Vermelha	Inflada	Verde	Flores ao longo do caule	Alta
Dominante							
Recessivo							

Características estudadas por Mendel em plantas de ervilha. (Esquema fora de proporção.)

Fonte: MADER, S. S.; WINDELSPECHT, M. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 162-163.

## Cruzamento entre indivíduos heterozigóticos

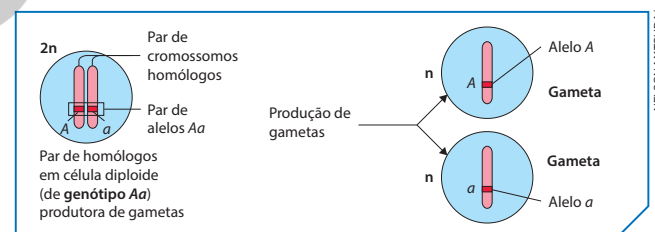
O que acabamos de mostrar explica por que no cruzamento de indivíduos homozigóticos ( $AA \times aa$ ) a característica correspondente ao alelo recessivo não aparece na geração-filha. No entanto, se esses descendentes forem cruzados entre si ( $Aa \times Aa$ ), tal característica pode voltar a se manifestar nos novos descendentes.

Qual seria a explicação para esse reaparecimento?

O novo cruzamento envolve heterozigóticos *Aa*. Os gametas desses indivíduos podem conter o gene *A* ou o gene *a*.

Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo *Aa*. (Cores e formas fantasiosas.)

Fonte: AUDESIRK, T. et al. *Biology: life on Earth*. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017. p. 177.



208

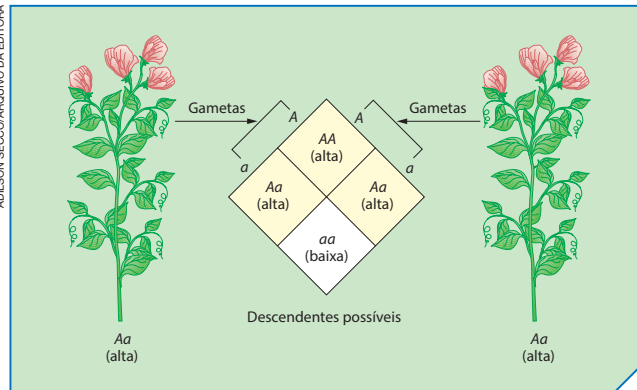
No subitem *O ambiente influencia o fenótipo*, enfatize que, apesar de a constituição genética de um indivíduo condicionar características hereditárias, o fenótipo não está relacionado apenas ao genótipo, pois existe influência de fatores ambientais. Aborde isso usando as argumentações que estão no livro do estudante.

## Aprofundamento ao professor

Sobre um interessante exemplo do ambiente influenciando o fenótipo, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Por que os gatos siameses têm pelos escuros apenas nas extremidades do corpo?”.

Assim, há a possibilidade de se formarem descendentes com genótipos AA, Aa e aa, conforme mostra o esquema a seguir. O esquema também informa que a proporção esperada entre os genótipos dos descendentes é a seguinte:

25% de indivíduos AA : 50% de indivíduos Aa : 25% de indivíduos aa



O esquema também permite prever que, dos descendentes desse cruzamento, 75% terão fenótipo “planta alta” (genótipos AA e Aa) e 25% terão fenótipo “planta baixa” (genótipo aa).

### O ambiente influencia o fenótipo

Imagine que uma planta de ervilha tenha o genótipo que condiciona “planta alta”. Isso significa que essa planta será necessariamente alta?

Não. Se, por acaso, a planta não estiver plantada em um solo fértil, que contenha os nutrientes necessários ao seu pleno desenvolvimento, é possível que ela seja uma planta baixa. Esse exemplo ilustra que, embora o fenótipo de um indivíduo seja condicionado por seu genótipo, **fatores ambientais** (escassez de nutrientes, por exemplo) **também influenciam o fenótipo** (altura da planta, por exemplo).

Essa conclusão não vale apenas para ervilhas, mas para todas as demais espécies de seres vivos. Se um ser humano com condições genéticas para ser alto não receber alimentação adequada na infância e na adolescência, não vai atingir a altura que poderia ter. A cor e a textura do cabelo também podem ser usadas como exemplos. Se uma mulher de cabelos castanhos e lisos for ao cabeleireiro e receber um tratamento adequado, pode sair de lá com os cabelos loiros e encaracolados. No entanto, essa característica externa deve-se à ação do ambiente (produtos usados pelo cabeleireiro, no caso).

O fenótipo está relacionado ao genótipo, com a **contribuição de influências ambientais**. Portanto, nem todas as características são hereditárias. Aquelas decorrentes da influência do ambiente sobre o organismo do indivíduo não são transmitidas de pai para filho.

### ATIVIDADE

#### Para fazer no seu caderno

Faça um pequeno texto comparando o experimento dos feijões (início do capítulo) com o cruzamento  $Aa \times Aa$ .

Esquema do cruzamento de duas plantas de ervilha, ambas com genótipo heterozigótico Aa. (Representação fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: MAUSETH, J. D. *Botany: an introduction to Plant Biology*. 6. ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2017. p. 446.

### ATIVIDADE

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- indivíduo homozigótico
- indivíduo heterozigótico
- fenótipo
- alelo dominante
- alelo recessivo

### Para fazer no seu caderno

Na atividade do boxe *Para fazer no seu caderno* do item 8, conforme comentado no início do capítulo, neste Manual do professor, a comparação é que cada vasilha que foi usada no experimento da abertura do capítulo (seção *Motivação*) representa o conjunto de gametas de um **indivíduo heterozigótico Aa**, no qual há gametas com o **alelo A** (feijões marrons, por exemplo) e gametas com o **alelo a** (feijões-pretos).

Na atividade, espera-se que os estudantes expliquem isso em seu texto e associem as probabilidades da seguinte maneira:

- **25% de AA:**  
25% de ocorrência de dois feijões marrons;
- **50% de Aa:**  
50% de ocorrência de um feijão de cada cor; e
- **25% de aa:**  
25% de ocorrência de dois feijões-pretos.

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **indivíduo homozigótico** Indivíduo cujos alelos para determinada característica são iguais.
- **indivíduo heterozigótico** Indivíduo cujos alelos para determinada característica são diferentes.
- **fenótipo** Conjunto de características observáveis de um organismo, que se devem à influência conjunta do material genético e do ambiente.
- **alelo dominante** Alelo que pode se manifestar tanto no fenótipo de indivíduos homozigóticos quanto no de heterozigóticos.
- **alelo recessivo** Alelo que pode se manifestar exclusivamente no fenótipo dos indivíduos homozigóticos.

### Atividades

Após o subitem *Cruzamento entre indivíduos heterozigóticos* (e antes, portanto, de abordar o subitem *O ambiente influencia o fenótipo*), você já pode propor aos estudantes a realização das atividades 1 e 2 do *Explore diferentes linguagens*.

## Item 9

No item 9, mostre, conforme desenvolvido no livro do estudante, que a hereditariedade nos seres humanos segue as mesmas linhas gerais percebidas por Mendel em seus estudos com ervilhas.

Após discutir o exemplo envolvendo sardas hereditárias, enfatize que dizer que um alelo é dominante não significa dizer que ele existe em maior quantidade do que o recessivo em determinada população.

Saliente também que diversas características hereditárias estão associadas a mais de um par de alelos e, em decorrência disso, os padrões com que tais características aparecem nos descendentes são mais complexos do que os abordados no capítulo.

### Atividade

Após a abordagem do item 9, o momento é oportuno para os estudantes trabalharem a atividade 3 do *Explore diferentes linguagens*.



Ilustrações de algumas características genéticas no ser humano que, ao que indicam as evidências, são condicionadas por um único par de alelos.

Fonte: TAYLOR, M. R. et al. *Campbell Biology: concepts & connections*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2022. p. 207-208.

## 9 Hereditariedade em humanos

Mendel cultivou várias gerações de ervilhas e realizou diversos tipos de cruzamento antes de elaborar suas conclusões. Muitos geneticistas já fizeram o mesmo; promoveram vários cruzamentos envolvendo plantas ou animais de laboratório e analisaram as características dos descendentes.

O ser humano está sujeito às mesmas leis da Genética que regem os demais seres vivos. A notável diferença é que não é aceitável fazer cruzamentos propositalmente entre seres humanos apenas para verificar as características dos descendentes. O que se faz, na prática, é analisar as características de indivíduos, de seus pais, avós, bisavós etc. Tais análises têm permitido tirar conclusões sobre a genética humana.

As ilustrações mostram algumas características humanas que são condicionadas por um único par de alelos, de modo semelhante ao que foi mostrado para ervilhas.

Considere, por exemplo, a presença ou ausência de sardas. Representemos o alelo dominante por S e o recessivo por s. Quanto a essa característica, nota-se que o:

- genótipo SS condiciona o fenótipo "sardas presentes";
- genótipo Ss condiciona o fenótipo "sardas presentes";
- genótipo ss condiciona o fenótipo "sardas ausentes".

Se uma mulher e um homem, ambos sem sardas (ss), tiverem filhos, os filhos poderão ter sardas?

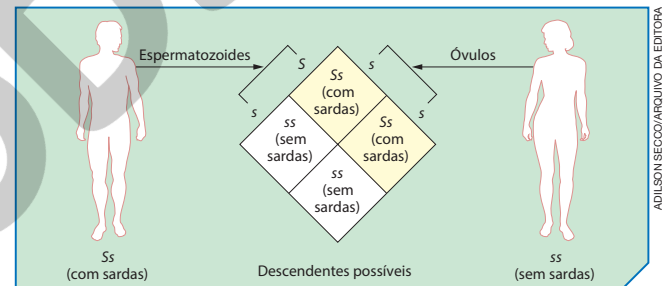
Não, pois todos os filhos terão genótipo homocigótico ss, que condiciona o fenótipo "sardas ausentes".

Agora, imagine um homem com sardas, heterocigótico Ss, que tenha filhos com uma mulher sem sardas, ss. Os descendentes poderão ter sardas? Todos eles? Ou apenas alguns?

O esquema a seguir ajuda a prever a probabilidade da ocorrência de sardas nos descendentes desse casal. De acordo com o esquema, existe **igual chance (igual probabilidade)** de que os descendentes tenham sardas (genótipo Ss) ou não tenham (ss).

Esquema do cruzamento de um homem heterocigótico Ss com uma mulher homocigótica ss, em que o gene S é dominante e condiciona a presença de sardas. Nesse cruzamento, a probabilidade de o descendente apresentar sardas é de 50% (heterocigóticos Ss) e a de o descendente não apresentá-las também é de 50% (homocigóticos recessivos ss).

Fonte: BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. *Genética Humana*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 148.



É importante salientar que, quando dizemos que um alelo é dominante, isso **não** significa que ele esteja necessariamente presente em maior quantidade do que o recessivo numa certa população. Apenas quer dizer que, quando presente num indivíduo heterocigótico, pode expressar-se no fenótipo a característica condicionada por esse alelo.

Outro ponto que precisa ser enfatizado é que as características ilustradas anteriormente são condicionadas por um único par de alelos. Existem, contudo, características hereditárias associadas a **mais de um par de alelos**, como a cor da pele, a cor dos olhos e a estatura. Por causa disso, os padrões com que tais características aparecem em descendentes são muito mais complexos.

## 10 Os grupos sanguíneos

SAÚDE

Há situações em que uma pessoa perde muito sangue (em acidente, em cirurgia etc.) e necessita de uma transfusão de sangue, ou seja, precisa receber sangue proveniente de outra pessoa. Antes, porém, de realizar-se uma transfusão, devem ser feitos vários testes com o sangue do doador. Neles, além de se verificar a presença de agentes causadores de doenças (vírus, bactérias etc.), também se avalia se o sangue do doador é compatível com o do receptor. Caso não haja compatibilidade, o sangue não pode ser usado no receptor, pois provocaria rejeição e até morte.

Você já ouviu falar em grupos sanguíneos? E em expressões como “A-positivo” e “O-negativo”?

Essas expressões têm a ver justamente com o tipo de sangue e a possibilidade de usá-lo, ou não, numa transfusão.

O sangue de um indivíduo pode ser classificado de acordo com dois critérios complementares: o sistema Rh e o sistema ABO. Vale frisar que essa classificação é **parcial**, pois **outros** sistemas também existem.

### Sistema Rh

No **sistema Rh** de classificação, o sangue pode ser do tipo Rh<sup>+</sup> (lê-se “RH positivo”) ou Rh<sup>-</sup> (lê-se “RH negativo”). O que diferencia ambos os tipos é o fato de os indivíduos Rh<sup>+</sup> apresentarem no sangue (especificamente, na superfície dos glóbulos vermelhos) uma substância denominada **fator Rh**, e os indivíduos Rh<sup>-</sup>, não.

O sangue contendo fator Rh (isto é, indivíduo Rh<sup>+</sup>) pode ser doado a outro indivíduo Rh<sup>+</sup>, mas não a quem é Rh<sup>-</sup>, pois, nesse caso, o organismo reagiria à presença do fator Rh, reconhecendo-o como se fosse algo “estranho” ao corpo. Começaria a ocorrer uma lenta e gradual reação ao sangue recebido, reação essa que, numa segunda transfusão, seria violenta, podendo provocar a morte do paciente.

O sangue Rh<sup>-</sup>, por sua vez, pode ser transfundido para pacientes Rh<sup>+</sup> ou Rh<sup>-</sup>, pois a ausência de fator Rh não provoca reação de rejeição ao sangue recebido.

A presença ou ausência do fator Rh no sangue está relacionada a **um par de alelos**. Um deles, R, é dominante e condiciona a presença do fator Rh. O outro, r, é recessivo. Assim, temos:

- RR condiciona a presença de fator Rh (sangue Rh<sup>+</sup>);
- Rr condiciona a presença de fator Rh (sangue Rh<sup>+</sup>);
- rr condiciona a ausência de fator Rh (sangue Rh<sup>-</sup>).



A cor dos olhos é um exemplo de característica condicionada por mais de um par de alelos.

### Eritroblastose fetal

No momento da separação da placenta, quando uma mãe Rh<sup>-</sup> dá à luz um bebê Rh<sup>+</sup>, o sangue materno se contamina com um pouco do sangue do bebê.

Os glóbulos vermelhos do bebê contêm **fator Rh** e o organismo materno reage a ele como se fosse um intruso (como se fosse, por exemplo, um vírus), desenvolvendo **anticorpos** para combatê-lo.

Numa próxima gravidez de um feto Rh<sup>+</sup>, anticorpos anti-Rh produzidos pela mãe e presentes no plasma (parte líquida do sangue) materno podem passar através da placenta e chegar ao feto, atacando seus glóbulos vermelhos e destruindo-os. Isso caracteriza a **eritroblastose fetal**, doença que pode matar o feto ou o recém-nascido.

Existem técnicas médicas para, já na primeira gravidez Rh<sup>+</sup>, prever e minimizar o problema. Essa é uma das muitas razões pelas quais é necessário acompanhamento médico durante a gestação.

211

## Item 10

Os problemas que podem surgir em transfusões de sangue relacionam-se a antígenos associados aos glóbulos vermelhos.

Existem pelo menos 30 variedades comuns de antígenos presentes naturalmente em seres humanos. Além deles, há talvez 100 outros que ocorrem em certos grupos populacionais restritos.

As dificuldades associadas à previsão da compatibilidade sanguínea em transfusões são, portanto, um tema muito complexo que envolve outras variáveis além dos grupos ABO e Rh. O sucesso de uma transfusão também é, por vezes, condicionado pela quantidade de sangue transfundido e pelo fato de ser, ou não, a primeira transfusão.

Em face do exposto, recomenda-se não insistir demais nesse tema, muito menos exigir que os estudantes memorizem as tabelas de compatibilidade apresentadas no livro do estudante. Ao mencionar essas tabelas no capítulo, pretende-se dar uma breve noção aos estudantes, que muito provavelmente já ouviram falar desses grupos, e informar que o tipo sanguíneo é característica geneticamente influenciada e, portanto, hereditária. Note que o capítulo não explica como funciona a herança genética dentro do grupo ABO, pois se trata de um caso de alelos múltiplos. Informações sobre alelos múltiplos podem ser encontradas em SADAVA *et al.* (veja a *Sugestão de leitura complementar para professores*, na parte inicial deste Manual do professor).

Nessa linha de raciocínio, as atividades do final do capítulo que versam sobre os tipos sanguíneos pretendem, na verdade, desenvolver a habilidade de consultar tabelas ou a capacidade de prever os possíveis descendentes de cruzamentos envolvendo indivíduos de genótipo conhecido, ou supostamente conhecido.

### TCT Saúde

O item 10, por elucidar os tipos sanguíneos nos grupos ABO e Rh, insere-se na abordagem do TCT Saúde, na macroárea de mesmo nome.

### De olho na BNCC!

O item 10 contribui para o desenvolvimento da **competência específica 7**, no que se refere a 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.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **sistema Rh** Sistema de classificação do sangue em dois grupos ( $Rh^+$  e  $Rh^-$ ), de acordo com a presença ou a ausência de uma substância chamada fator Rh.
- **sistema ABO** Sistema de classificação do sangue em quatro grupos (A, B, AB e O), de acordo com a presença de certas substâncias na superfície dos glóbulos vermelhos.

## Atividades

Ao final do item 10, os estudantes já têm condições de trabalhar os exercícios 7 e 8 do *Use o que aprendeu* e a atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*.

## Noções de pensamento computacional

O boxe *Trabalho em equipe* propõe uma atividade em grupo para desenvolver a capacidade de **reconhecimento de padrões** e sua subsequente reunião para elaborar padrões mais abrangentes.

As equipes deverão analisar os padrões de compatibilidade de grupos sanguíneos apresentados nas duas tabelas do item 10 e, a seguir, unificá-los em uma só tabela.

Existe mais de uma possibilidade para a unificação das informações das duas tabelas. Uma resposta possível é apresentada a seguir.

### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- sistema Rh
- sistema ABO

Tabelas que indicam se o sangue do doador e o do receptor são compatíveis (**sim** indica compatibilidade). Embora sejam universais, essas tabelas são parciais, pois apenas refletem a questão de compatibilidade nos sistemas ABO e Rh, **desconsiderando** outros sistemas sanguíneos.

## Sistema ABO

No sistema ABO, o sangue pode ser classificado em um dos seguintes quatro tipos: A, B, AB e O. A diferença entre esses tipos está na presença de certas substâncias na superfície dos glóbulos vermelhos do sangue, condicionada por uma complexa interação genética.

A seguir há duas tabelas. Uma delas ilustra as possibilidades de uso de sangue em transfusões quanto ao sistema Rh, e a outra, quanto ao sistema ABO. Antes de realizar uma transfusão, os médicos levam em conta **ambas** as classificações e utilizam sangue que respeite a compatibilidade do receptor quanto aos dois critérios.

Assim, por exemplo, uma pessoa de sangue  $AB^+$  — isto é, sangue tipo AB e tipo  $Rh^+$  — pode receber o sangue de qualquer doador (analise as tabelas) e um indivíduo O<sup>-</sup>, por outro lado, só pode receber sangue de doador O<sup>-</sup>.

		DOADOR		DOADOR			
		Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>	AB	A	B	O
RECEPTOR	Rh <sup>+</sup>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Rh <sup>-</sup>	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim

Fonte: Elaboradas a partir de MARIEB, E. N.; KELLER, S. M. *Essentials of Human Anatomy & Physiology*. 13. ed. Harlow: Pearson, 2022. p. 366.

### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Uma das habilidades relacionadas ao **pensamento computacional** é reconhecer padrões mais simples e depois reuni-los em padrões mais complexos. Cada uma das tabelas de compatibilidade apresentadas no item 10 são parciais, pois consideram os sistemas ABO e Rh separadamente. Discutam uma maneira de unificar as informações em uma só tabela e elaborem-na.

## 11 Parecidos, mas geralmente diferentes!

Entre os filhos de um mesmo casal, embora alguns possam ser muito parecidos, não há dois indivíduos idênticos (a não ser em certos casos de gêmeos). Por quê?

Quando os gametas se formam, ocorre a separação dos alelos e cada gameta recebe apenas um alelo de cada par. Alguns especialistas avaliam que, dos diferentes gametas de um único casal humano, poderiam surgir 64 trilhões de combinações geneticamente diferentes para o novo indivíduo. É por isso que é praticamente impossível dois filhos de um mesmo casal serem geneticamente idênticos, a não ser no caso de gêmeos idênticos.



- A. Os gêmeos fraternos, assim como qualquer par de irmãos não gêmeos, possuem genótipos diferentes.  
B. Os gêmeos idênticos possuem bagagem genética igual (genótipo idêntico).

212

## Compatibilidade entre doadores e receptores considerando os sistemas ABO e Rh

		Doador								
		Tipo O		Tipo A		Tipo B		Tipo AB		
		Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>+</sup>	
Receptor	Tipo O	Rh <sup>-</sup>	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
		Rh <sup>+</sup>	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Tipo A	Rh <sup>-</sup>	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
		Rh <sup>+</sup>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Tipo B	Rh <sup>-</sup>	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
	Rh <sup>+</sup>	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
Tipo AB	Rh <sup>-</sup>	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
	Rh <sup>+</sup>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	

Fonte: Elaborada a partir de MARIEB, E. N.; KELLER, S. M. *Essentials of Human Anatomy & Physiology*. 13. ed. Harlow: Pearson, 2022. p. 366.

Vejam a diferença entre **gêmeos fraternos**, ou **dizigóticos**, e **gêmeos idênticos**, ou **monozigóticos**.

Às vezes pode acontecer de dois ovócitos serem liberados em uma mesma ovulação. Caso isso aconteça, poderão se formar dois zigotos; cada um deles da fertilização de um óvulo (proveniente de um ovócito) por um espermatozoide. Chegando ao útero, ambos podem se implantar e se desenvolver. Esses irmãos, **gêmeos dizigóticos**, **diferem na bagagem genética**, pois originaram-se de diferentes óvulos e espermatozoides. Eles são comparáveis a filhos de um mesmo casal nascidos de diferentes gestações.

No caso de gêmeos idênticos, a situação é diferente. Por complexas razões, ainda não totalmente compreendidas, o conjunto de células resultantes da divisão de um único zigoto pode se separar em dois conjuntos independentes. Cada um deles se desenvolve num indivíduo completo, por meio de sucessivas divisões celulares. Nesse caso, os gêmeos originaram-se de um mesmo zigoto, que, por sua vez, veio de um só óvulo e de um só espermatozoide. Assim, **gêmeos monozigóticos** possuem a **mesma bagagem genética (mesmo genótipo)**.

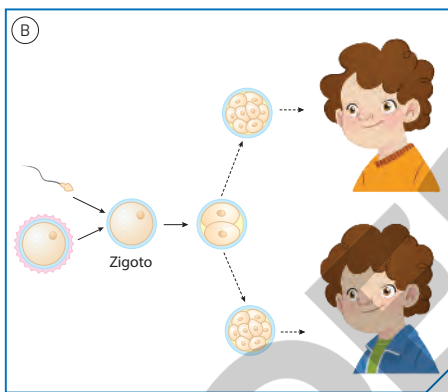
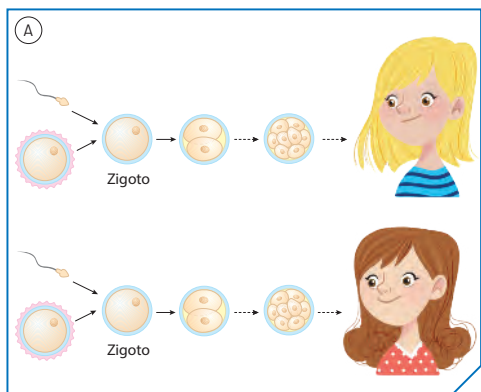
#### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- gêmeos dizigóticos
- gêmeos monozigóticos



ILUSTRAÇÕES: CLARISSA FRANÇA/ARQUIVO DA EDITORA

A. Gêmeos fraternos provêm de diferentes zigotos.  
B. Gêmeos idênticos provêm de um mesmo zigoto.  
(Esquema fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: BELK, C.; MAIER, V. B. *Biology: science for life*. 6. ed. Nova York: Pearson, 2019. p. 172.

## 12 Cromossomos sexuais

Nasceu! É menino ou menina? A resposta a essa pergunta é, na realidade, determinada pela natureza no momento da fertilização. Mais precisamente, a resposta depende de um dos 23 cromossomos existentes no espermatozoide que fertiliza o óvulo.

Dos 23 pares de cromossomos presentes nas células diploides humanas, há um que é notavelmente diferente entre homens e mulheres. Nas mulheres, esse par é formado por dois cromossomos semelhantes, designados pela letra X; nos homens, é formado por um cromossomo X e por outro, mais curto, designado pela letra Y. Por isso, tanto o cromossomo X quanto o Y são chamados **cromossomos sexuais**.

Quando os gametas se formam, os cromossomos XX (na mulher) e XY (no homem) se separam. Assim, todos os óvulos conterão um cromossomo X. Já no caso dos espermatozoides, haverá aqueles com o cromossomo X e aqueles com o Y.

### De olho na BNCC!

O boxe *Trabalho em equipe*, comentado anteriormente, favorece o desenvolvimento da **competência geral 4**, no que diz respeito a utilizar diferentes linguagens, bem como conhecimentos das linguagens matemática e científica, para se expressar e partilhar informações em diferentes contextos.

### Item 11

Nesse item, apresente a diferença entre gêmeos fraternos (ou dizigóticos) e gêmeos idênticos (ou monozigóticos).

Ao analisar as esquematizações **A** e **B** do livro do estudante, ressalte aos estudantes que gêmeos fraternos não apresentam a mesma bagagem genética, mas gêmeos idênticos sim.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **gêmeos dizigóticos** Indivíduos gêmeos (filhos nascidos de uma mesma gestação) originados de dois óvulos diferentes, cada qual fertilizado por um espermatozoide distinto. São geneticamente diferentes.
- **gêmeos monozigóticos** Gêmeos originados de um único óvulo fertilizado por um espermatozoide. O zigoto resultante, em algum momento de seu desenvolvimento posterior, separou-se em dois indivíduos, ambos geneticamente iguais.

## Atividades

Após o item 11, os estudantes já têm condições de fazer os exercícios 9 a 12 do *Use o que aprendeu*.

## Itens 12 e 13

No item 12, explique que o sexo biológico está associado a um dos pares de cromossomos. Utilize as fotos dos cromossomos humanos para explicar a presença do par XY em células diploides de homens e do par XX em células diploides de mulheres. A seguir, comente que um espermatozoide pode conter, entre os 23 cromossomos, um X ou um Y, e que um óvulo contém necessariamente, entre os 23 cromossomos, um X. Utilize o quadrado de Punnett esquematizado no livro do estudante, para mostrar que a probabilidade da concepção de um zigoto XY é igual à probabilidade da concepção de um zigoto XX.

No item 13, explique que doenças hereditárias são condicionadas por determinados alelos e exemplifique mencionando fenilcetonúria e hemofilia. Em seguida, conceitue aneuploidia, condição em que as células de um indivíduo apresentam cromossomos a mais ou a menos que o número normal, exemplificando com a síndrome de Down.

## Projeto

A esta altura do capítulo, pode-se propor aos estudantes uma atividade investigativa sobre a probabilidade de o zigoto ser XX ou XY.

Trata-se do **Projeto 4**, do *Suplemento de projetos*, no final do livro do estudante.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, junto da respectiva ocorrência.

## Atividades

Ao final do item 12, propõe-se aos estudantes o exercício 13 do *Use o que aprendeu* e as atividades 5 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

## Conteúdos

### atitudinais sugeridos

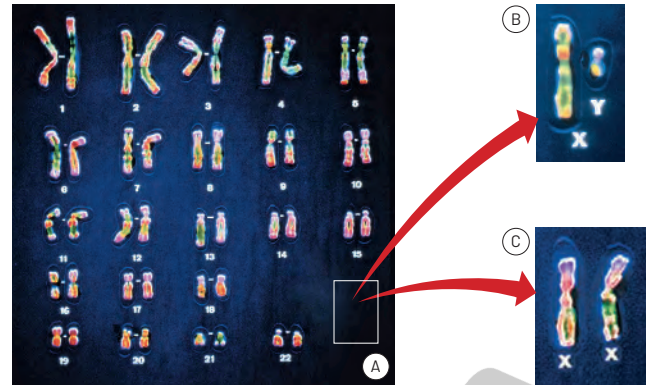
- Valorizar os conhecimentos e a pesquisa científica para o entendimento de distúrbios genéticos.
  - Perceber a importância da Biotecnologia para a produção em larga escala, por exemplo, de vacinas, antibióticos e insulina.
  - Reconhecer a relevância das tecnologias terapêuticas advindas da Engenharia Genética do estudo do genoma humano.
  - Estar atento às múltiplas questões éticas que decorrem das potencialidades da Engenharia Genética.
- Essas são algumas atitudes desejáveis que podem ser desenvolvidas a partir do item 13, do texto *Em destaque* "Biotecnologia e Engenharia Genética" e da *Sugestão de atividade* feita mais à frente, neste Manual do professor.

## Para discussão em grupo

O tema proposto é bastante polêmico e, justamente por isso, permite aos estudantes levantar diversos argumentos tanto favoráveis como contrários à escolha do sexo do bebê a partir da identificação do cromossomo sexual que cada espermatozoide carrega.

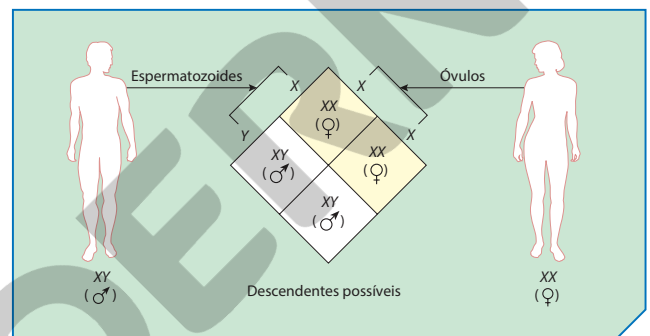
Cromossomos de células diploides humanas, corados e fotografados ao microscópio (com ampliação de cerca de 3 600 vezes, na foto A). As imagens dos cromossomos foram recortadas e arranjadas por ordem decrescente de tamanho.

- 22 pares de **autossomos**, os cromossomos não ligados à determinação do sexo.
- Par cromossômico XY no sexo masculino.
- Par cromossômico XX no sexo feminino.



FOTOS: CNR/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTODARENA

Se um espermatozoide que contenha o cromossomo X fertilizar um óvulo, será gerada uma menina. Se, por outro lado, o espermatozoide contiver o cromossomo Y, então será gerado um menino. O esquema a seguir mostra que a probabilidade de gerar meninos é igual à de gerar meninas.



Num cruzamento humano, há iguais chances de ser gerada uma filha (XX) ou um filho (XY), ou seja, há 50% de possibilidade para cada um. O símbolo ♀ indica sexo feminino, e o símbolo ♂, sexo masculino. (Representação esquemática.)

Fonte: SOLOMON, E. P. et al. *Biology*. 11. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 244.

ADILSON BECCO/ARQUIVO DA EDITORA

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

## 13 Doenças hereditárias e aneuploidia

### Doenças hereditárias

Você já viu em produtos dietéticos uma inscrição do tipo “atenção fenilcetonúricos: contém fenilalanina”?

Esse aviso é para os portadores de **fenilcetonúria**, doença caracterizada pela incapacidade de processar a fenilalanina, um constituinte do adoçante artificial aspartame e das proteínas de certos alimentos. A fenilcetonúria deve-se a um alelo recessivo (de um gene localizado no cromossomo 12) e manifesta-se, portanto, nos indivíduos homocigóticos recessivos. Se não forem tomados cuidados especiais na alimentação do bebê portador desde os primeiros meses de vida, as consequências podem ser muito sérias, sendo o retardo mental a mais frequente.

### ATIVIDADE

#### Para discussão em grupo

Imagine que se descubra um método que permita separar, em laboratório, espermatozoides portadores do cromossomo X de espermatozoides portadores do cromossomo Y.

Seria ético usar essa técnica para escolher o sexo dos filhos?

214

Para seu conhecimento, atualmente é possível determinar o sexo de embriões de apenas alguns dias que sejam fruto de fertilização *in vitro*. Para isso, é retirada apenas uma célula do embrião, que é enviada a laboratórios especializados em análise genética, que produzem um laudo com diversas características genéticas, além do sexo. A intenção desse tipo de exame é reduzir as possibilidades de ocorrer uma gestação de um embrião que tenha alguma doença ou síndrome grave e/ou incompatível com a vida (que conduziria a um aborto espontâneo ou à morte do bebê pouco tempo após seu nascimento).

A Resolução nº 1 358/92 do Conselho Federal de Medicina proíbe que técnicas de reprodução assistida (que envolvem fertilização *in vitro* e análise genética de embriões obtidos dessa maneira) sejam utilizadas para selecionar embriões de um determinado sexo apenas pelo desejo dos genitores. Essa escolha só é permitida em casos de doenças hereditárias relacionadas ao sexo.



Estudos científicos revelaram ser possível diagnosticar a doença por meio do sangue do recém-nascido. Pode-se, portanto, diagnosticar a fenilcetonúria desde cedo e alimentar o bebê com uma dieta adequada, isenta de fenilalanina. Com isso, o indivíduo pode ter vida normal, exceto pelo fato de ter de manter a dieta por toda a vida.

O **albinismo** é outro exemplo de distúrbio causado por um alelo recessivo (de um gene do cromossomo 11) e que se manifesta, portanto, em homocigóticos recessivos. O organismo desses indivíduos, os albinos, não produz melanina, pigmento escuro que dá cor à pele, aos cabelos e aos olhos. Como consequência, os albinos têm a pele, os cabelos e os olhos muito claros. A falta da melanina faz os albinos serem muito sensíveis à luz, às queimaduras de sol e ao câncer de pele.

Fenilcetonúria e albinismo são apenas dois dos muitos exemplos conhecidos de **doenças hereditárias**, distúrbios cuja ocorrência se relaciona à presença de certos alelos. Outros exemplos são a **hemofilia**, caracterizada pela dificuldade de coagulação sanguínea, e o **daltonismo**, distúrbio visual em que o portador não distingue certas cores.

### Aneuploidia

Na formação dos gametas, o número diploide de cromossomos é reduzido à metade. Às vezes ocorrem problemas nessas divisões celulares e os gametas produzidos podem ficar com cromossomos a mais ou a menos. Se um gameta com número irregular de cromossomos participar da fertilização, o zigoto resultante terá uma **aneuploidia** (condição em que as células de um indivíduo apresentam alteração no número de cromossomos, a mais ou a menos do que o número normal).

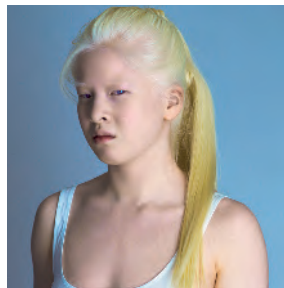
Zigotos com aneuploidia geralmente se desenvolvem irregularmente e originam embriões e fetos bastante deformados. Muitas vezes a gravidez termina em aborto natural, mas em alguns casos a aneuploidia não chega a ser fatal. É o caso da **síndrome de Down**, que se deve à presença, nas células do indivíduo, de três exemplares do cromossomo 21.



Amigas em intervalo escolar, uma delas com síndrome de Down. A inclusão escolar da criança com deficiência, assegurada em lei, é uma das manifestações do respeito da sociedade às diferenças individuais.



O "teste do pezinho" permite diagnosticar a fenilcetonúria num recém-nascido.



Jovem albina.

#### ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

Doenças genéticas relacionadas a genes localizados nos cromossomos sexuais.

#### ATIVIDADE



#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- cromossomos sexuais
- doenças hereditárias

### De olho na BNCC!

O item 13 retoma a oportunidade de trabalhar a **competência específica 7**, já citada neste capítulo. Nesse item, o box *Para discussão em grupo* favorece o desenvolvimento da **competência específica 8**, pois convida os estudantes a refletir sobre agir pessoal e coletivamente com respeito e responsabilidade, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas, com base em princípios éticos, democráticos e solidários.

### Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos "Os genes e o câncer" e "Genética Médica".

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **cromossomos sexuais** Um par de cromossomos que é responsável pela determinação do sexo do indivíduo.
- **doenças hereditárias** Doenças que são provocadas pela presença e pela manifestação de determinados alelos.

### Tema para pesquisa

O cromossomo X apresenta uma parte sem correspondência no cromossomo Y, pois é mais longo que ele. Os genes da porção de X sem região homóloga em Y relacionam-se à chamada herança ligada ao sexo. Um homem pode manifestar uma característica recessiva ligada ao sexo com apenas um gene. Já a mulher, para manifestar o caráter recessivo, precisa de dois alelos. A proposta do box possibilita que os estudantes saibam que certas doenças são ligadas ao sexo (hemofilia, por exemplo).

### Sugestão de atividade

Após trabalhar o item 13 e o respectivo *Em destaque*, você pode propor uma atividade de **debate regrado** em que os estudantes, divididos em equipes, pesquisam argumentos para sustentar um ponto de vista. Duas equipes, que defendam pontos de vista distintos, devem argumentar em público, de modo alternado e com tempo de fala definido, para defender sua tese diante de uma banca julgadora constituída de estudantes de outras equipes.

É importante ressaltar que, nessa atividade, os estudantes podem se dispor a defender pontos de vista dos quais discordam, pois a tônica é levantar informações e sustentar argumentos.

A lista de perguntas a seguir instiga temas polêmicos referentes à Genética e serve de ponto de partida para definir posicionamentos antagônicos a serem debatidos.

- Um indivíduo tem direito à privacidade sobre sua própria informação genética?
- Pode haver registro de um gene natural como patente (isto é, como propriedade intelectual) pela companhia que o descobriu?
- É correto diagnosticar possíveis doenças genéticas em um zigoto e só implantá-lo no útero caso ele seja promissoramente “saudável”?
- É ético selecionar as características de um filho a ser gerado?
- É aceitável conceber um filho – seletivamente escolhido por análise genética – que seja compatível com outro, que está doente, para que seja doador em transplante (de medula óssea, por exemplo)?
- Os legisladores devem impor limites à pesquisa científica sobre o DNA e às novas tecnologias decorrentes dessas pesquisas?

Você pode encontrar mais algumas questões éticas pertinentes no texto “Genética e a sociedade”, que está na seção *Aprofundamento ao professor*, na parte inicial deste Manual do professor.

Essa atividade expõe a necessidade do debate democrático acerca das implicações éticas de avanços científicos. Para que os cidadãos possam opinar, são necessários conhecimentos fundamentais de Ciências. Cabe aqui lembrar as palavras da BNCC, segundo a qual “aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BNCC, 2018, p. 321).

## TCT Ciência e Tecnologia

O texto *Em destaque*, intitulado “Biotecnologia e Engenharia Genética”, insere-se na abordagem do TCT **Ciência e Tecnologia** (da macroárea de mesmo nome).

**EM DESTAQUE**

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Biotecnologia e Engenharia Genética

Usar organismos vivos para produzir materiais de interesse é denominado **Biotecnologia**. Desde a década de 1970, os trabalhos em Biotecnologia vêm ganhando novo impulso com o desenvolvimento de técnicas, pela **Engenharia Genética**, que permitem isolar um gene de uma espécie e inserir esse gene no genótipo de outra espécie.

A presença do “novo” gene no organismo que o recebeu pode ter duas finalidades básicas. Uma delas é fazer com que o organismo receptor produza grandes quantidades de alguma substância de interesse humano, substância essa cuja produção é condicionada pela presença do gene. Como exemplo, considere a produção de insulina transgênica, destinada a uso humano, esquematizada a seguir.

Essa mesma tecnologia tem permitido a obtenção de vacinas, de antibióticos, de medicamentos contra o câncer e de outros hormônios além da insulina.

Uma outra finalidade de inserir um “novo” gene no genótipo de um ser vivo é fazer com que ele adquira alguma característica desejada, condicionada pelo gene inserido.

Considere, por exemplo, que uma certa planta, não usada em agricultura, seja resistente a determinada praga, por exemplo, fungos que atacam as folhas. Descoberto o gene responsável por essa resistência à praga, esse gene pode ser isolado e inserido no material genético de plantas importantes à agricultura, tais como soja e milho. A presença do “novo” gene nesses organismos conferirá a eles resistência à praga, aumentando o rendimento das lavouras.

Organismos que contêm, em seu genótipo, genes que foram propositalmente inseridos através de técnicas de Engenharia Genética são denominados **organismos transgênicos** ou **organismos geneticamente modificados (OGMs)**. Atualmente existe um caloroso debate sobre possíveis consequências da presença desses organismos nos ambientes naturais e sobre eventuais riscos à saúde decorrentes do consumo de alimentos transgênicos.

Use a internet

📶

A **Embrapa** (do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento) realiza uma série de pesquisas sobre a importância dos OGMs no aumento da produtividade agrícola e na melhoria da qualidade dos produtos. Entre no portal <https://www.embrapa.br/> (acesso em: 28 abr. 2022) e dê uma busca pela palavra *ogm*.

A **CTNBio** (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, do Ministério da Ciência e Tecnologia) assessora o governo federal na formulação, atualização e implementação das políticas referentes a OGMs. Em <http://ctnbio.mctic.gov.br/inicio> (acesso em: 28 abr. 2022) dê uma busca por *ogm*.

Caso os endereços eletrônicos citados não estejam mais ativos, busque os portais por *Embrapa* e *CTNBio*.

Esquema simplificado, fora de proporção e em cores e formas fantasiosas, que mostra um exemplo de atuação da Engenharia Genética: a produção de insulina humana por bactérias.

Elaborado com dados obtidos de: TAYLOR, M. R. et al. *Campbell Biology: concepts & connections*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2022.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO / ARQUIVO DA EDITORA

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

## De olho na BNCC!

O texto *Em destaque* intitulado “Biotecnologia e Engenharia Genética”, na medida em que elucida alguns temas contemporâneos das Ciências da Natureza, vai ao encontro da **competência geral 1** e da **competência específica 1**, já citadas neste capítulo.

O debate regrado proposto anteriormente (em *Sugestão de atividade*) e o texto *Em destaque* oportunizam o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois convidam a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que possibilitem ao estudante 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.

São também favorecidas pelo debate regrado e pelo texto *Em destaque* a **competência geral 10** e **competência específica 8**, já mencionadas neste capítulo.

**ATIVIDADE**

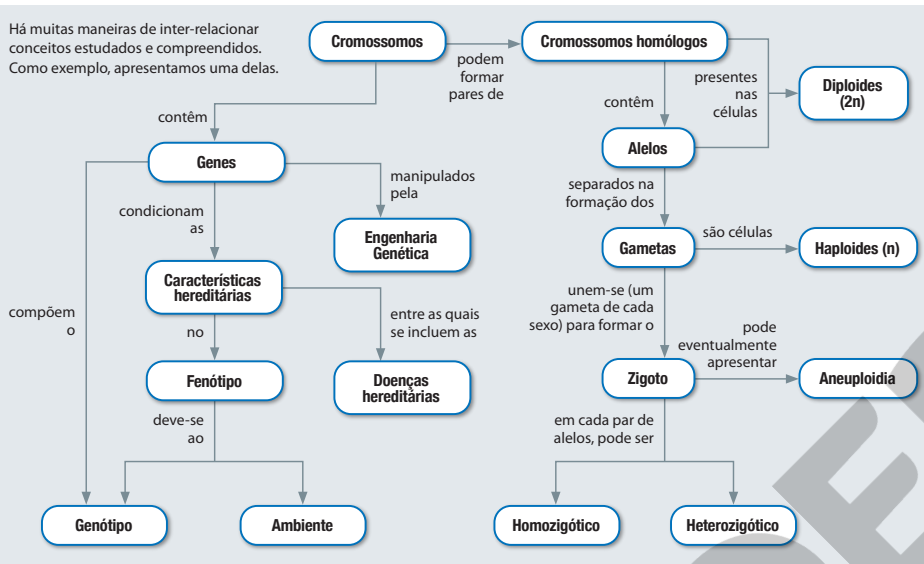
A-Z

**Amplie o vocabulário!**

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e inclui-lo no nosso blog.

- biotecnologia
- Engenharia Genética
- organismo transgênico

**Organização de ideias MAPA CONCEITUAL**



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

FERNANDO JOSÉ FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

**ATIVIDADE**



**Use o que aprendeu**

- Na espécie humana, assim como em muitas outras, há **células diploides** e **células haploides**.
  - Cite uma importante diferença entre uma célula haploide humana e uma célula diploide humana.
  - Quais são as células haploides humanas?
  - Quais são as células diploides humanas?
  - Qual desses dois tipos de células, haploide ou diploide, tem participação direta no processo de fertilização?
- Um **zigoto** é uma célula haploide ou diploide? Explique.
- Nas células diploides do seu corpo há 46 cromossomos.
  - Quantos deles são herança de seu pai? E quantos são herança de sua mãe?
  - No seu corpo há centenas de trilhões de células diploides. Explique como é possível que todas elas possuam cópias desses cromossomos que você herdou de seus pais se, nos gametas deles que participaram da fecundação, havia cromossomos suficientes apenas para a formação do zigoto.

217

O debate regrado proposto favorece também o desenvolvimento de algumas habilidades de Língua Portuguesa, a saber: **EF69LP15** (“Apresentar argumentos e contra-argumentos coerentes, respeitando os turnos de fala, na participação em discussões sobre temas controversos e/ou polêmicos”); **EF89LP15** (“Utilizar, nos debates, operadores argumentativos que marcam a defesa de ideia e de diálogo com a tese do outro: *concordo, discordo, concordo parcialmente, do meu ponto de vista, na perspectiva aqui assumida etc.*”); **EF89LP22** (“Compreender e comparar as diferentes posições e interesses em jogo em uma discussão ou apresentação de propostas, avaliando a validade e força dos argumentos e as consequências do que está sendo proposto e, quando for o caso, formular e negociar propostas de diferentes naturezas relativas a interesses coletivos envolvendo a escola ou comunidade escolar.”); e **EF89LP23** (“Analisar, em textos argumentativos, reivindicatórios e propositivos, os movimentos argumentativos utilizados (sustentação, refutação e negociação), avaliando a força dos argumentos utilizados.”).

**Aprofundamento ao professor**

Sobre a relevância da Engenharia Genética, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Os organismos submetidos à Engenharia Genética sintetizam um largo espectro de produtos biológicos e farmacêuticos”.

**Amplie o vocabulário!**

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **biotecnologia** Utilização de seres vivos para obter produtos de interesse.
- **Engenharia Genética** Área da Ciência que atua sobretudo na manipulação e recombinação de genes.
- **organismo transgênico** Organismo que foi geneticamente modificado (OGM) com técnicas da Engenharia Genética.

**Respostas do**

**Use o que aprendeu**

- A célula haploide tem 23 cromossomos, metade do “lote” total encontrado nas células diploides, que é de 46 cromossomos.
  - Os gametas (óvulo e espermatozoide).
  - As demais células do corpo. (Professor, elas são designadas *células somáticas*.)
  - As células haploides (espermatozoide e óvulo).
- Diploide, pois resulta da junção de dois “lotes” haploides de cromossomos, um de cada gameta.
- 23 do pai e 23 da mãe.
  - Todas essas células se originaram de divisões celulares sucessivas a partir do zigoto. A cada vez que uma célula diploide sofre divisão e origina duas novas células diploides, os cromossomos da célula original são copiados e um “lote” dos 46 cromossomos existirá em cada uma das células resultantes da divisão.

4. a) 31, a metade do número diploide.  
 b) 32, a metade do número diploide.  
 c) Espera-se que os estudantes respondam 63, que é a soma do número de cromossomos do espermatozoide do jumento com o número de cromossomos do óvulo da égua.

Ao discutir o item c da atividade 4, destaque o fato de haver um número ímpar de cromossomos em uma célula “diploide” e relacione isso com a não existência de perfeita correspondência entre cromossomos paternos e maternos. Em casos como esse, ocorrem problemas na separação cromossômica durante a divisão celular que forma os gametas, fazendo com que o descendente seja **estéril**.

5. a) 7, a metade do número diploide.  
 b) 14, o número diploide.
6. Não. **Cromossomos homólogos** são pares de cromossomos de uma célula que contêm a mesma sequência de genes. **Alelos** são genes que ocupam o mesmo local nos cromossomos homólogos, um alelo em cada cromossomo do par.
7. a) A tabela do item 10 do capítulo mostra que o tipo sanguíneo, no sistema ABO, que pode ser doado a todos os demais é o tipo O.  
 b) O tipo sanguíneo, no sistema ABO, que pode receber sangue doado de todos os demais é o tipo AB.

8. Consultando uma das tabelas, verifica-se que um paciente de sangue A pode receber sangue tipo A e tipo O. Consultando a outra tabela, verifica-se que um paciente Rh<sup>-</sup> pode receber apenas sangue Rh<sup>-</sup>. Assim sendo, das opções oferecidas, o paciente pode receber somente sangue O<sup>-</sup>.

4. O número diploide na espécie dos cavalos (*Equus caballus*) é 64 e, na espécie dos jumentos (*Equus asinus*), é 62.
- a) Quantos cromossomos há num espermatozoide de jumento?  
 b) Quantos cromossomos há num óvulo de égua (fêmea do cavalo)?  
 c) Do cruzamento de um jumento com uma égua origina-se a mula, descendente estéril (incapaz de se reproduzir), pois provém do cruzamento de animais de diferentes espécies. Quantos cromossomos você esperaria que fossem encontrados ao examinar, com o equipamento de microscopia adequado, o núcleo de uma célula do corpo de uma mula?



A mula descende do cruzamento de um jumento com uma égua.

5. O número diploide da ervilha é 14. Quantos cromossomos há:  
 a) num gameta de planta de ervilha?  
 b) numa célula de folha da planta de ervilha?
6. A expressão **alelos** e a expressão **cromossomos homólogos** significam a mesma coisa? Explique.
7. Considerando **apenas** o sistema sanguíneo ABO, existe um tipo de sangue que é conhecido como “doador universal”, pois pode ser transfundido para indivíduos dos demais grupos. Existe, entretanto, um tipo sanguíneo conhecido como “receptor universal”, pois in-

divíduos desse grupo podem receber doações de todos os demais grupos. Consultando uma tabela mostrada no capítulo, conclua qual dos tipos sanguíneos (AB, A, B ou O) é o:

- a) “doador universal”;  
 b) “receptor universal”.

8. Imagine que um médico tenha de fazer uma transfusão para um paciente cujo sangue é A<sup>-</sup>. No banco de sangue do hospital, dispõe-se de sangue dos tipos AB<sup>-</sup>, A<sup>+</sup>, B<sup>-</sup>, O<sup>+</sup> e O<sup>-</sup>. Consulte as tabelas fornecidas no item 10 deste capítulo e conclua: qual ou quais deles podem ser empregados na transfusão?
9. Qual é a diferença entre o modo como se formam gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos?
10. Dois gêmeos monozigóticos podem ser de sexos distintos? Justifique.
11. Dois gêmeos dizigóticos podem ser de sexos distintos? Justifique.
12. Dois gêmeos monozigóticos foram separados logo na infância, devido à morte dos pais. Foram criados por famílias diferentes, em diferentes localidades. Aos 30 anos, o primeiro deles é magro e tem pele morena. O outro é gordo, tem pele clara e é mais alto que o irmão. Podemos usar essas constatações para concluir que os gêmeos têm genótipos diferentes? Explique.
13. Em certas culturas é muito valorizado pelo marido o nascimento de um menino, sendo atribuída à mulher a “culpa” no caso de nascerem apenas meninas. Considerando os princípios da Genética, diga se há fundamento em atribuir à mulher, ou mesmo ao homem, a responsabilidade pela determinação do sexo do bebê.

#### ATIVIDADE

### Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

#### ATENÇÃO!

Para realizar as atividades seguintes, **consulte** o texto e as tabelas do capítulo sempre que precisar saber se uma determinada característica deve-se a um alelo dominante ou a um alelo recessivo.

218

9. Os gêmeos monozigóticos originam-se de um mesmo zigoto (formado por um óvulo e um espermatozoide). Durante a sequência das divisões celulares a partir desse zigoto, o conjunto de células divide-se em dois conjuntos, e cada qual origina um embrião. Já os gêmeos dizigóticos formam-se a partir de dois óvulos provenientes de um mesmo período ovulatório, cada qual sendo fertilizado por um espermatozoide distinto. Assim, gêmeos monozigóticos têm exatamente a mesma bagagem genética, enquanto gêmeos dizigóticos não têm.
10. Não. Como os gêmeos monozigóticos têm a mesma bagagem genética, eles são necessariamente do mesmo sexo.
11. Sim. Já que eles têm bagagens genéticas diferentes, são como qualquer par de irmãos e podem, portanto, ser do mesmo sexo ou de sexos diferentes.

PROBABILIDADES

1. Duas plantas de ervilha, ambas dotadas de flores vermelhas, foram cruzadas. Entre os descendentes foram observados indivíduos com flores vermelhas e indivíduos com flores brancas. É possível concluir se os indivíduos cruzados são homocigóticos ou heterocigóticos? Explique.
2. Uma planta de ervilha, **A**, dotada de flores vermelhas foi cruzada com outra, **B**, dotada de flores brancas. Entre os descendentes foram observados indivíduos com flores vermelhas e indivíduos com flores brancas. É possível concluir se **A** e **B** são homocigóticos ou heterocigóticos? Explique.
3. Um homem e uma mulher, ambos sem "bico de viúva", podem gerar filhos:
  - a) sem "bico de viúva"? Explique.
  - b) com "bico de viúva"? Explique.
4. Um homem, de sangue Rh<sup>-</sup>, é suposto pai de uma criança, de sangue Rh<sup>-</sup>, cuja mãe tem sangue Rh<sup>+</sup>. Com base nessas informações, é possível **assegurar** que o homem:
  - a) não é o pai da criança?
  - b) é o pai da criança?
5. Um homem e uma mulher, ambos com sardas, tiveram um filho sem sardas.
  - a) É possível concluir se os pais são homocigóticos ou heterocigóticos no que diz respeito ao par de alelos que condiciona a presença ou a ausência de sardas?
  - b) Se esses pais gerarem outra criança, é possível que seja uma filha e com sardas? Explique.

TIRINHA



6. Na sua fala do último quadrinho, o rapaz se refere a uma moça por meio de um atributo exclusivo das pessoas do sexo feminino. Ele se refere a alelos quaisquer, cromossomos sexuais, alelos recessivos, cromossomos quaisquer ou alelos dominantes? Explique.
7. Considerando os aspectos genéticos de ambos os sexos, que cromossomos sexuais estão presentes nos gametas produzidos por uma mulher? E por um homem?

Seu aprendizado não termina aqui

As tecnologias associadas à Genética podem proporcionar grandes avanços na área de saúde. Elas, contudo, originam importantes questionamentos éticos sobre os quais você deve refletir e estar permanentemente atento. Eis alguns exemplos.

Seria correto usar a mesma tecnologia que detecta doenças hereditárias para introduzir material genético em pessoas saudáveis a fim de salientar

determinada característica desejada, como inteligência, beleza ou capacidade atlética? Temos o direito de escolher a cor dos olhos ou o sexo de nossos descendentes? Se uma pessoa descobre que há chance de ela vir a gerar filhos com sérias doenças genéticas, seria correto impedi-la de ter filhos? Quem deve ter o poder de decisão em casos como esses?

2. Como **B** tem flores brancas, é necessariamente **homocigótica** recessiva **vv**. Se **A** fosse homocigótica **VV**, não haveria a possibilidade de descendentes **vv** (com flores brancas). Descendentes **vv** só são possíveis se **A** for **heterocigótica Vv**.
3. a) Sim. b) Não. A presença de "bico de viúva" deve-se a um alelo dominante (item 9), **B**: alelo dominante; **b**: alelo recessivo. Nos descendentes de um casal **bb** (fenótipo sem "bico de viúva"), há apenas a possibilidade de filhos **bb**, mas **não** de filhos **BB** ou **Bb** (fenótipo com "bico de viúva").
4. A mãe tem de ser **heterocigótica (Rr)** e poderia ter um filho **rr** (fenótipo Rh<sup>-</sup>) com **qualquer** homem **rr**. Assim:
  - a) **Não** podemos garantir que ele **não** seja o pai.
  - b) **Não** é possível assegurar que ele **seja** o pai.

Comente que os testes de DNA abriram uma nova era na elucidação de paternidade.
5. a) Já que os pais têm sardas, o genótipo de cada um pode ser **SS** ou **Ss**. Como tiveram filho sem sardas (**ss**), os dois são **heterocigóticos (Ss)**.
  - b) Sim. Essa outra criança pode ser menina ou menino (50% de chance cada) e pode apresentar sardas (genótipo **SS** ou **Ss**) ou não apresentar (genótipo **ss**), já que os pais são **Ss**.
6. Na espécie humana, indivíduos do sexo feminino têm, nas células diploides, dois cromossomos sexuais do mesmo tipo, o **X**, apresentando genótipo **XX**. No terceiro quadrinho, o rapaz se refere, portanto, a **cromossomos sexuais**.
7. Na mulher, todos os gametas produzidos terão cromossomo sexual **X**. No homem, metade dos gametas terá cromossomo sexual **X** e, a outra metade, **Y**.

12. Não, pois o texto afirma que são gêmeos monozigóticos. Eles têm, portanto, o mesmo genótipo. As diferenças observadas no fenótipo não se devem a genótipos diferentes, mas sim à atuação diferenciada de fatores ambientais sobre ambos.
13. Não há como responsabilizar alguém pelo sexo de seus descendentes. Existe 50% de chance de a criança ser menino e 50% de ser menina. É uma questão probabilística.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. O alelo que condiciona flor vermelha é dominante e o que condiciona flor branca é recessivo (quadro do item 8). Se os indivíduos cruzados forem **VV** e **VV**, ou **VV** e **Vv**, não há chance de descendentes com flores brancas (**vv**). Se há descendentes com flores brancas, os indivíduos cruzados **têm de ser heterocigóticos (Vv)**.

## Este capítulo e seus conteúdos conceituais

- Fósseis como objetos de estudo científico e registros da história evolutiva
- Conceito de evolução
- Explicação de Lamarck para a evolução
- Explicação de Darwin para a evolução
- Adaptações dos seres vivos ao ambiente como decorrência da evolução por meio da seleção natural
- Seleção natural *versus* seleção artificial
- Árvores filogenéticas
- Noção da concepção científica sobre a origem da vida

Este capítulo aborda as explicações dadas por Lamarck e por Darwin para a evolução, destacando a segunda (Teoria da Seleção Natural) como a que é aceita atualmente pela comunidade científica.

O capítulo permite o desenvolvimento das habilidades EF09CI10 e EF09CI11 da BNCC, transcritas e comentadas mais à frente. Também, como decorrência do estudo do capítulo, espera-se que os estudantes procurem eliminar visões lamarckistas.

Algumas perguntas iniciais para uma sondagem prévia são enunciadas a seguir. Estimule os estudantes a respondê-las em voz alta e atente às respostas, pois revelam as concepções prévias que eles têm.

- Os seres vivos sempre foram como são hoje? Em que se baseia sua resposta?
- Por que há tantas espécies com semelhanças físicas facilmente perceptíveis?
- Como se originaram as semelhanças entre os seres vivos? E as diferenças?

Procure aproveitar os saberes prévios, cientificamente corretos ou não, para, a partir deles, desenvolver o tema e mostrar que as mudanças sofridas ao longo de várias gerações (evolução) decorrem de os indivíduos mais aptos a enfrentar o ambiente terem mais chances de chegar à vida adulta e de gerar descendentes, transmitindo a eles seus genes.

## CAPÍTULO

# 11

## Evolução dos seres vivos

COLLANGES/SHUTTERSTOCK



Ao conhecermos as características dos seres vivos, podemos compreender melhor sua história evolutiva. Os chimpanzés, como o da foto, são a espécie mais próxima evolutivamente dos seres humanos. (Altura do chimpanzé: até 1,6 m.)

220

### De olho na BNCC!

Os temas tratados neste capítulo oferecem oportunidade de desenvolver: a **competência geral 2**, pois estimulam os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar hipóteses, formular e resolver problemas; a **competência específica 2**, porque contribuem para compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos e práticas da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas; e a **competência específica 3**, no que se refere a analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

## Motivação

### EM DESTAQUE

#### Um trecho do livro *A origem das espécies*, de Charles Darwin

“Pode-se afirmar que a seleção natural está continuamente sondando, a cada dia e a cada hora, ao redor de todo o mundo, toda variação, mesmo a mais simples delas, rejeitando a nociva, preservando e ampliando o que for útil, trabalhando silenciosa e imperceptivelmente, quando e onde houver a oportunidade de aprimorar os seres vivos quanto às suas condições de vida orgânicas e inorgânicas. Não percebemos essas lentas modificações acontecendo, até que a mão do tempo tenha marcado a passagem das eras; e ainda assim é tão imperfeita nossa visão daquilo que ocorreu nos antigos períodos geológicos, que apenas podemos perceber que as atuais formas de vida são diferentes das que existiram no passado.”

Fonte: DARWIN, Charles. *A origem das espécies*. Inglaterra, 1859. (Tradução dos autores.)

## Desenvolvimento do tema

### 1 Fósseis: registros do passado

Para você conhecer um pouco da história de seus ancestrais — pais, avós, bisavós etc. —, certamente seriam muito úteis fotografias, roupas, objetos pessoais e todo o tipo de registro escrito, como documentos, boletins escolares, mensagens enviadas e recebidas por eles etc.

Da mesma maneira, para saber um pouco mais sobre a história do planeta Terra, os cientistas procuram registros do que ocorreu no passado.

Na investigação científica, os fósseis são muito importantes. Eles são vestígios deixados por seres que viveram há muito tempo.

Os fósseis são objeto de estudo da Paleontologia, ramo da Ciência que reúne, analisa e interpreta evidências sobre as formas de vida do passado do planeta. Vasculhando as grandes formações sedimentares, os paleontólogos encontram esses registros de tempos remotos, dispostos, geralmente, de acordo com a data de sua formação. Normalmente, as camadas mais profundas guardam registros de tempos mais distantes, e as camadas superficiais, registros de um passado mais recente.



Fóssil de trilobite, forma de vida animal extinta há mais de 200 milhões de anos. Esse fóssil foi encontrado na República Tcheca. comprimento: 7 cm

Após essa abertura, o capítulo aborda os fósseis de estudo científico (item 1), que, entre outras razões para sua importância, se constituem em evidências de que os seres vivos evoluem (item 2). A partir daí, são trabalhadas as explicações de Lamarck (item 3) e de Darwin para a evolução (itens 4 a 6).

Em algumas atividades do *Use o que aprendeu*, os estudantes terão a oportunidade de contrapor as teorias de Lamarck e de Darwin. O intuito é substanciar a segunda e enfatizar que é a teoria aceita atualmente.

Outras atividades do *Use o que aprendeu* e do *Explore diferentes linguagens* visam desenvolver nos estudantes a capacidade de analisar filogenias, de interpretar textos referentes a formas de vida de eras e períodos geológicos passados e de buscar, analisar e utilizar dados referentes a essas épocas. Dessa forma, as atividades apresentadas no capítulo procuram mobilizar recursos cognitivos para a formação de saberes referentes à evolução e à seleção natural.

Cabe lembrar ao docente que os fósseis e as épocas geológicas já foram trabalhadas na habilidade EF06CI12, no volume do 6º ano.

#### • 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.”

O excerto que aparece na seção *Motivação* inicia o desenvolvimento dessa habilidade. Leia-o em sala e aproveite, também aqui, para sondar o que os estudantes depreendem dele. Retorne a esse texto após o item 7 do capítulo, leia-o novamente e auxilie os estudantes na compreensão de suas passagens. Outro trecho da mesma obra de Darwin aparecerá na seção *Explore diferentes linguagens*.

## A descoberta do fóssil de *Archaeopteryx*

A descoberta de evidências fósseis de *Archaeopteryx* teve importância no estabelecimento do elo evolutivo entre répteis e aves. Sobre isso, transcrevemos o texto:

“A descoberta do *Archaeopteryx* foi especialmente oportuna. Em 1861, o fóssil foi extraído de um local na Bavária, onde hoje é a Alemanha. Apenas dois anos antes, Charles Darwin tinha publicado *A origem das espécies*, o qual imediatamente inflamou o debate público.

Esse era o início da paleontologia, com relativamente poucos fósseis recuperados e até mesmo menos cientistas sérios para desenterrá-los. Aqueles que criticavam Darwin foram rápidos em apontar a ausência de fósseis intermediários entre os grupos, o que era previsto pela sua teoria da evolução. Se um grupo originava outro, como as ideias de Darwin sugeriam, então formas de transição deveriam ocorrer.

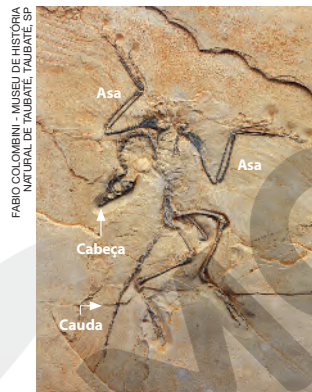
O *Archaeopteryx* ajudou a responder a essa objeção. Era um desses tais fósseis de transição porque possuía características de aves (penas) e répteis (esqueleto e dentes).

A descoberta do *Archaeopteryx* incitou o interesse na possibilidade da existência de outros fósseis antigos de aves que poderiam diminuir ainda mais o hiato entre répteis e aves. Os répteis têm dentes, mas as aves recentes não têm. Em algum lugar entre os dois, intermediários evolutivos desenvolveram um bico e perderam os dentes. Portanto, descobrir uma ave fóssil com dentes de réptil seria de importância considerável e ajudaria a fornecer detalhes sobre essa transição evolutiva.

O. C. Marsh, um paleontólogo americano do meio do século XIX, descobriu exatamente tais aves com dentes, embora fossem posteriores ao *Archaeopteryx* (veja a ilustração).



Grande formação sedimentar estratificada, ou seja, formada em estratos (camadas). Num passado geológico, as camadas superiores depositaram-se sobre as inferiores e são, portanto, mais recentes do que elas. Cada camada pode conter fósseis da época em que se formou. (Formação de arenito na Cachoeira Véu da Noiva, Chapada dos Guimarães, MT, 2019.)



Fóssil de um *Archaeopteryx*, animal já extinto. Esse fóssil, de 1 m de comprimento, foi encontrado na Bavária, Alemanha. (Réplica em exposição no Museu de História Natural de Taubaté, SP, 2007.)

## 2 O conceito de evolução

Observando os fósseis, os cientistas perceberam que muitas espécies de seres vivos do passado não existem mais. Os atuais organismos apresentam algumas semelhanças com esses ancestrais que, por alguma razão, desapareceram do planeta Terra, ou seja, foram extintos.

O fóssil da foto corresponde a um ser vivo já extinto. Nesse fóssil está registrada a imagem de um ser com asas e penas, que lembra uma ave. No entanto, não é exatamente igual a nenhuma ave atual. Os cientistas acreditam que animais como esse são ancestrais de outros que existem atualmente.

Os muitos fósseis que já foram encontrados e estudados contêm evidências de que, com o passar de muitas e muitas gerações, os seres vivos foram sofrendo modificações até chegar aos que hoje povoam a Terra.

Esse processo de sucessivas modificações ao longo do tempo, que deu origem aos seres atualmente existentes, é chamado **evolução**.

Mas como acontece a evolução? Vários cientistas já tentaram responder a essa pergunta. Duas respostas serão mencionadas aqui: a de Lamarck e a de Darwin.



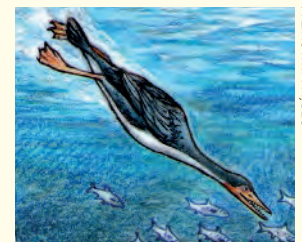
Representação artística de como seria o *Archaeopteryx*. comprimento: 1 m

222

A despeito da importância das descobertas de Marsh, inimigos da evolução no congresso dos Estados Unidos protestaram quanto ao uso do dinheiro dos impostos para a procura de fósseis de aves com dentes, o que todo mundo sabia que não existia (até que Marsh os descobriu, é claro).”

Fonte do texto, da ilustração e da legenda: KARDONG, K. V. *Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução*. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 145.

“Pássaro com dentes. O *hesperornis* viveu há 100 milhões de anos em mares internos da América do Norte. Embora maior (quase 1 m, no total) na forma, suas características, provavelmente, seu estilo de vida se assemelham aos da mabelha atual. Esse pássaro também tinha dentes, uma característica mantida dos seus ancestrais répteis.”



CECÍLIA IWASHITA/  
ARQUIVO DA EDITORA



### 3 A explicação lamarckista para a evolução

Em 1809, Jean-Baptiste de Lamarck sugeriu que a explicação para as evidências presentes nos fósseis seria o fato de os seres vivos evoluírem ao longo das gerações.

Lamarck propôs que, quando um organismo usa algumas de suas partes, elas se desenvolvem mais do que aquelas que são menos usadas e que essas novas características adquiridas passariam para os descendentes. No entanto, **não há** evidências de que novas características adquiridas em vida por um organismo passem para os descendentes e, por isso, a explicação lamarckista **NÃO é aceita atualmente pelos cientistas**.

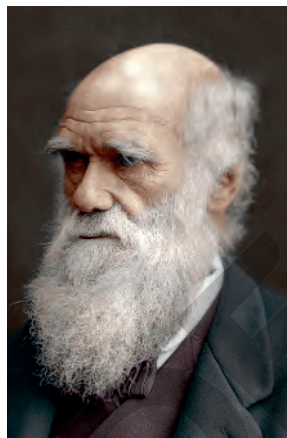
O mérito de Lamarck foi admitir, em sua época, que os seres vivos evoluem.

### 4 A explicação darwinista para a evolução

No ano em que Lamarck publicou suas ideias, nascia na Inglaterra Charles Darwin. Em dezembro de 1831, com 22 anos, ele se juntou à tripulação do navio *Beagle*, cuja missão era mapear o litoral da América do Sul, pouco conhecido naquela época.

Em cinco anos de viagem, Darwin ocupou muito de seu tempo coletando amostras de fósseis, observando espécies animais e plantas, seu comportamento e suas adaptações. Terminada a jornada, ele pôde elaborar sua proposta de explicação para a evolução dos seres vivos, que publicou em 1859 no livro intitulado *A origem das espécies por meio da seleção natural* (frequentemente chamado apenas de *A origem das espécies*).

Darwin percebeu que os seres vivos em geral têm grande facilidade para gerar descendentes, mas, entre esses, **nem todos conseguem sobreviver até que possam produzir seus próprios descendentes**. Ele notou que os descendentes de um ser vivo **não são todos exatamente iguais** — ao contrário, sempre apresentam pequenas diferenças individuais. E concluiu que algumas dessas diferenças são **hereditárias** (herdadas dos ancestrais) e podem, em princípio, ser transmitidas aos descendentes.



O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882).

Ao observarmos os seres humanos, é possível perceber as diferenças individuais dentro da mesma espécie. Nos filhos de um mesmo casal também notamos essas diferenças. Depois disso, você ainda acha que todas as girafas são iguais? Todos os elefantes são idênticos? Não há diferença alguma entre as roseiras?

**MULTICULTURALISMO** Lembre-se de que a diversidade torna cada pessoa única. Discriminar alguém por suas características individuais é um crime que deve ser abolido. Devemos fazer nossa parte como cidadãos para combater a violência e estabelecer a cultura de paz na sociedade.

223

## TCT Multiculturalismo

O TCT **Diversidade Cultural**, inserido na macroárea **Multiculturalismo**, é pertinente à foto do item 4 que mostra várias pessoas com diversas características físicas diferentes. Promover a cultura de paz e reforçar a importância de respeitar e acolher todas as pessoas é fundamental, sobretudo ao trabalhar uma temática que explicita a existência de diferenças biológicas entre indivíduos.

### De olho na BNCC!

A foto do item 4 favorece a **competência geral 9**, pois os estudantes são incentivados a exercitar a empatia 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.

### • 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.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo. Com a abordagem da teoria darwiniana para a evolução por meio da seleção natural (item 4) e, em seguida, pela explicação de como ocorre o processo de formação de novas espécies (item 5) embasado na seleção natural proposta por Darwin, os estudantes passam a ter condições de discutir como a diversidade da vida foi sendo produzida mediante a seleção de indivíduos – decorrente, por exemplo, de variações das condições ambientais – atuando por extensos períodos de tempo.

Com a compreensão desses temas, os estudantes estão preparados para entender como são interpretadas as filogenias e por que é de extrema importância para os biólogos que estas sejam desenvolvidas e permanentemente revisadas à luz de novas descobertas, a fim de representar, da melhor maneira possível, o parentesco evolutivo entre as espécies e também entre outras categorias taxonômicas.

Por fim, o último item deste capítulo (item 9) aborda a concepção científica acerca da origem da vida, tema que está diretamente relacionado com a evolução, já que mesmo os primeiros seres vivos estavam submetidos a processos de seleção natural e evolução. O texto da seção *Em destaque* do item 9 oferece aos estudantes uma visão geral de aspectos estudados sobre origem da vida e evolução da biodiversidade.

## Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manusear materiais simples para a elaboração de uma demonstração sobre a cor de insetos e a facilidade ou a dificuldade para serem vistos por predadores.
  - Interpretar árvores filogenéticas não muito complexas, sejam elas horizontais ou verticais.
  - Pesquisar fatos relevantes sobre a viagem de Darwin a bordo do *Beagle* e também sobre a relevância das Ilhas Galápagos na elaboração da Teoria da Seleção Natural pelo cientista. Compartilhar os fatos com os demais colegas mediante postagens no *blog* de Ciências e/ou apresentações em sala.
- O primeiro conteúdo é o que se pretende desenvolver com o **Projeto 6** (conforme indicação a seguir).

A interpretação de árvores filogenéticas pode ser desenvolvida por meio da análise dos exemplos apresentados no capítulo e pelo trabalho com as atividades 3 a 10 do *Explore diferentes linguagens*.

O terceiro conteúdo elencado pode ser desenvolvido a partir dos boxes *Tema para pesquisa* dos itens 4 e 7.

### História da Ciência

O *Tema para pesquisa* e o *Use a internet* do item 4 estimulam os estudantes a pesquisar a localização geográfica das Ilhas Galápagos, o que é importante para o desenvolvimento de habilidades de visão espacial e interpretação de mapas.

Além disso, a proposta é que os estudantes conheçam alguns dos seres vivos que Darwin observou nesse arquipélago e a relação dessas observações com o desenvolvimento da teoria da seleção natural para explicar a evolução dos seres vivos.

A proposta sobre o trabalho de Darwin prossegue no *Tema para pesquisa* do item 7.

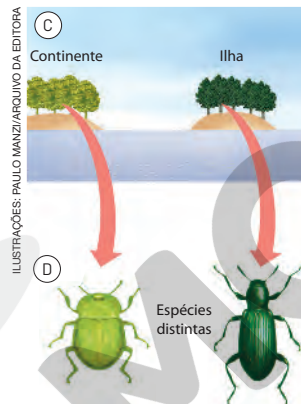
#### ATIVIDADE

##### Tema para pesquisa

Onde se localizam as Ilhas Galápagos?  
Por que as observações que Darwin fez nessas ilhas foram tão importantes para a elaboração de sua teoria sobre a seleção natural e a evolução dos seres vivos?

#### Use a internet

Ao realizar a pesquisa sugerida, não deixe de procurar na internet imagens usando as palavras **Darwin** e **Beagle**. Você encontrará várias ilustrações do navio e do mapa da viagem feita por Darwin. Realizando uma busca de imagens com a palavra **Galápagos**, você terá acesso a uma grande diversidade de fotos da vida selvagem nessas ilhas.



(Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte dos esquemas A a D: Elaborados a partir de HERRON, J. C.; FREEMAN, S. *Evolutionary analysis*. 5. ed. Harlow: Pearson, 2014. p. 630-637.

224

### Atividades

Ao final do item 4, proponha aos estudantes as atividades 1 e 2 do *Explore diferentes linguagens*.

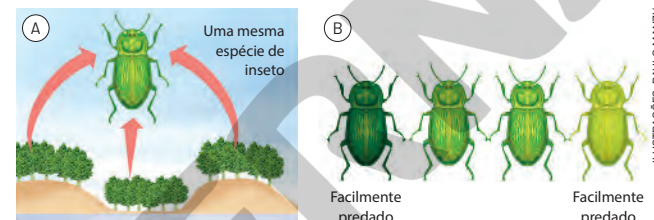
Segundo as ideias darwinistas, em qualquer espécie de seres vivos, alguns indivíduos possuem características que os tornam mais aptos a sobreviver do que outros em determinado ambiente. Os indivíduos mais aptos têm maiores chances de chegar à vida adulta e, consequentemente, de transmitir essas características aos seus descendentes.

O ambiente, com seus fatores vivos e fatores não vivos, favorece os organismos mais aptos a enfrentá-lo. Assim, ao longo das gerações, ocorre o que Darwin chamou de **seleção natural** dos indivíduos mais adaptados ao ambiente.

Para exemplificar, suponha que uma determinada espécie de inseto, cujos indivíduos são verdes, viva numa região do litoral, coberta por mata verde. Isso aparece na figura (A).

Os indivíduos dessa população de insetos cruzam uns com os outros e sempre aparecem novos indivíduos, com pequenas variações individuais, por exemplo na cor.

Um novo indivíduo que seja verde-amarelado estará menos camuflado na folhagem. Ele será visto mais facilmente por aves predadoras e terá menor chance de sobreviver. Também serão mais facilmente predados os indivíduos que tenham cor verde mais escura (veja a figura (B)). O ambiente favorece os indivíduos mais adaptados a ele.



(Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

### 5 Como se formam novas espécies?

Vejamos um exemplo de como a teoria da seleção natural permite explicar o surgimento de novas espécies a partir de espécies anteriores. Para isso, voltemos ao exemplo dos insetos no litoral (figuras (A) e (B)).

Considere que, com o passar de milhares de anos, as condições da região se modifiquem e uma parte desse litoral seja inundada pelo mar, separando a população em duas partes, uma das quais fique isolada numa ilha. Considere, também, que alterações do clima façam com que a ilha tenha condições tais que favoreçam o crescimento de árvores com folhas verdes **mais escuras** e que, no continente, sejam favorecidas plantas com folhas **ligeiramente amareladas**, como ilustrado na figura (C).

Na ilha, pela seleção natural, serão favorecidos os indivíduos de cor verde mais escura e, no continente, os indivíduos mais amarelados. Com o passar de milhares de anos, teremos populações com cores distintas (figura (D)). Além da cor, muitas outras características podem ter sido alteradas como decorrência da seleção natural, que favorece os indivíduos mais aptos a enfrentar cada ambiente.

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZARI/ARQUIVO DA EDITORA

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

Poderá chegar um momento em que ambas as populações terão diferenças suficientemente grandes a ponto de, se colocadas em contato, não conseguirem mais cruzar entre si originando descendentes férteis. Nesse momento, elas passaram a ser **duas espécies diferentes**, que se originaram de uma mesma espécie ancestral.

## 6 Evolução não é um processo individual

A evolução não ocorre com um só indivíduo, mas sim nas populações e ao longo das gerações. A seleção natural favorece a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos de uma população que têm características que os tornam mais bem adaptados ao ambiente. Ao longo do tempo, a frequência de indivíduos que apresentam as características favoráveis tende a aumentar na população.

### EM DESTAQUE

#### A seleção artificial

Como será explicado, Darwin encontrou apoio para suas ideias na observação da seleção de raças, feita pelo ser humano há muitos séculos com plantas e animais.

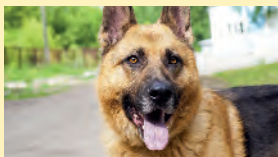
Vejamos o que é isso, usando como exemplo o caso dos cães. Partindo de um mesmo tipo de ancestral, o ser humano permitiu a reprodução dos indivíduos que possuíam as características desejadas. Assim, ao longo de muitas e muitas gerações sob controle humano, surgiram as diferentes raças de cães, todas pertencentes à mesma espécie, *Canis familiaris*.

As diferenças entre essas raças se devem à intervenção humana, que desempenhou um papel equivalente ao da seleção natural. Nesse caso, o processo é chamado **seleção artificial**.

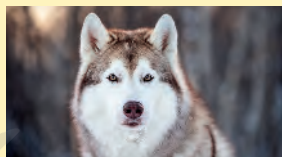
A seleção de animais e plantas, destinados, por exemplo, à pecuária e à agricultura, vem sendo feita artificialmente pelo ser humano há muitos séculos.

Elaborado com dados obtidos de: HERRON, J. C.; FREEMAN, S. *Evolutionary analysis*. 5. ed. Harlow: Pearson, 2014.

ANDREY PHOTO/  
SHUTTERSTOCK



Cão da raça pastor-alemão.  
altura: 65 cm



Cão da raça husky siberiano.  
altura: 55 cm

ANASTASIA CHERNIANSKAYA/  
SHUTTERSTOCK

CSANAD KISS/  
SHUTTERSTOCK



Cão da raça dachshund.  
altura: 30 cm



Cão da raça labrador.  
altura: 60 cm

ALPINA ERMOLINA/  
SHUTTERSTOCK

#### Use a internet

Para saber mais sobre a grande diversidade canina, realize uma busca na internet digitando "raças de cães".



#### ATIVIDADE

A-Z

#### Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- evolução
- seleção natural
- seleção artificial

## Projeto

O **Projeto 6** (do final do livro do estudante) pode ser realizado a esta altura do curso.

Ele consiste em uma atividade referente à importância da camuflagem como fator de sucesso na seleção natural de algumas espécies de insetos (ou de outros seres).

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, junto da respectiva ocorrência.

## Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **evolução** Processo em que as características dos seres vivos se modificam ao longo das gerações.
- **seleção natural** Processo no qual indivíduos com características que os tornem mais aptos à sobrevivência e à reprodução em um certo ambiente terão mais chances de produzir descendentes, passando a eles características hereditárias favoráveis à sobrevivência e à reprodução nesse ambiente.
- **seleção artificial** Processo no qual o ser humano escolhe (seleciona) os indivíduos de uma espécie cuja reprodução será favorecida e, dessa forma, favorece a perpetuação de indivíduos cujas características sejam desejadas pelo ser humano.

## História da Ciência

O boxe *Tema para pesquisa* do item 7 estimula os estudantes a pesquisar mais sobre as regiões visitadas por Darwin a bordo do *Beagle*.

Assim como o *Tema para pesquisa* do item 4, essa proposta também contribui para o desenvolvimento de habilidades de visão espacial e de interpretação de mapas.

Além disso, ao pesquisar mais sobre a trajetória percorrida por Darwin e sobre suas observações, os estudantes terão uma nova oportunidade de relacionar a vivência desse cientista com suas conclusões, que culminaram no desenvolvimento da teoria da seleção natural.

Incentive os estudantes a compartilhar o material produzido nos *blogs* de Ciências das equipes e por meio de exposição em sala de aula. Além de aumentar o comprometimento com a atividade, isso auxilia no desenvolvimento de habilidades referentes à apresentação em público.

Se julgar conveniente, esse trabalho pode ser realizado em abordagem interdisciplinar com Geografia (relevo, rochas, tectonismo, intemperismo) e com História (contexto histórico em que Darwin viveu e propôs sua teoria).

Indicações de livros sobre o trabalho de Darwin aparecem no item *Sugestão de leitura complementar para professores*, na parte inicial deste Manual do professor.

## Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Darwin e o *Beagle*”.

## Atividades

Ao final do item 7, o momento é oportuno para os estudantes trabalharem os exercícios 1 a 5 do *Use o que aprendeu*.

### ATIVIDADE



#### Tema para pesquisa

A viagem de Darwin a bordo do *Beagle*.

O trajeto da viagem, os países nos quais o navio ancorou e as principais observações feitas por Darwin, que o levaram a elaborar a teoria da seleção natural.

## 7 Darwin inspirou-se na seleção artificial

Um criador de gado leiteiro possui várias vacas e um único touro. Ele seleciona as melhores vacas leiteiras — as que produzem mais leite — e permite que apenas elas cruzem com o touro. Das novas vacas descendentes desses cruzamentos, apenas as melhores são cruzadas novamente.

Agindo assim, se a capacidade de produzir mais leite for uma característica herdável, o ser humano pode, ao longo de várias gerações de vacas, selecionar propositamente as qualidades desejadas para os novos descendentes.

Esse exemplo ilustra o processo de *seleção artificial*, usado pela humanidade desde os tempos mais remotos para produzir animais e plantas mais adequados às suas próprias necessidades.

Por seleção artificial, a humanidade domesticou muitas espécies selvagens, selecionando variedades de seu interesse. Alguns exemplos de produtos da seleção artificial são as raças de gado leiteiro, gado para corte, e também de cães, gatos e outros animais de estimação, e muitas variedades de plantas utilizadas em agricultura.

Darwin tinha como passatempo a criação de pombos e a busca de novas variedades dessas aves por meio do cruzamento seletivo de indivíduos.

Ele percebeu que, assim como os humanos selecionam as variedades que mais lhes interessam, a natureza também exerce uma seleção sobre os indivíduos, só que o critério é outro: os mais aptos têm mais chances de sobreviver e de se reproduzir.

Provavelmente ele escolheu o nome “seleção natural” por causa da familiaridade que tinha com a seleção artificial.



Variedades de uma mesma espécie de planta, *Brassica oleracea*, obtidas por ação humana (seleção artificial):

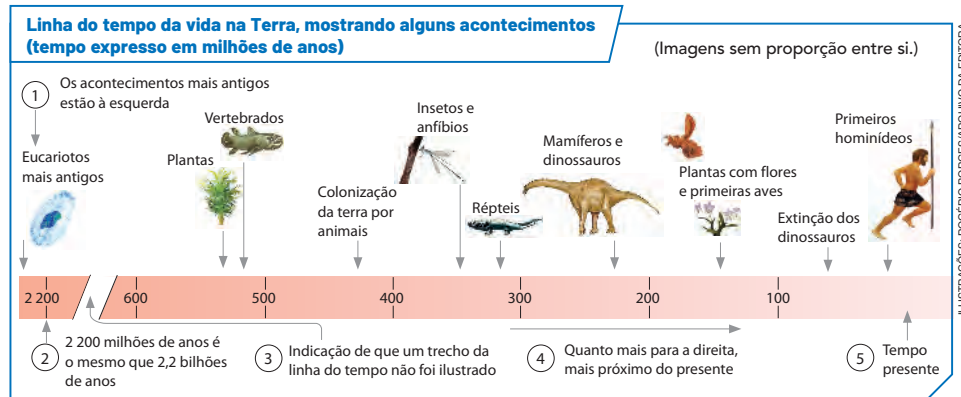
- ① Repolho. ② Couve-flor. ③ Brócolis. ④ Couve.

FABIO COLOMBINI

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

## 8 Árvores filogenéticas

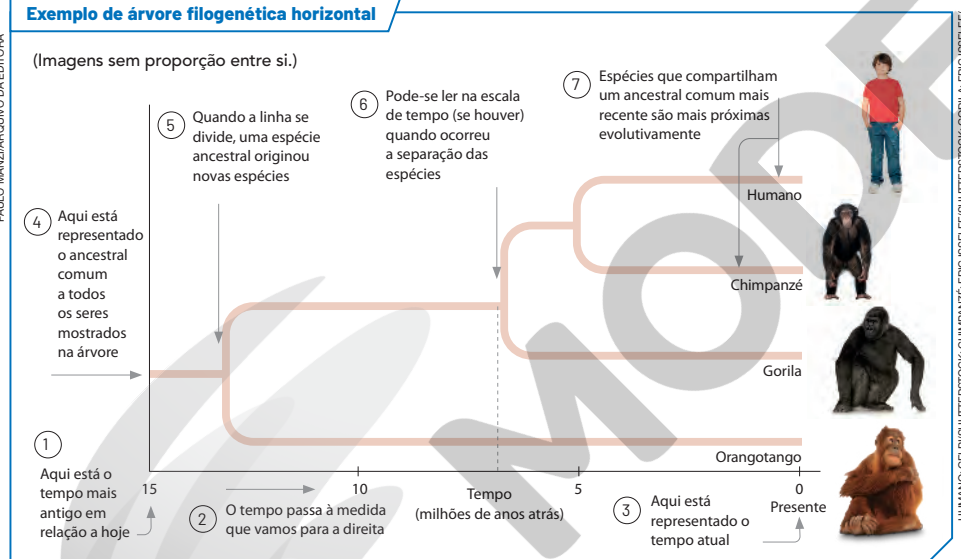
A história da vida na Terra tem sido gradualmente desvendada pelos cientistas, sobretudo por meio do estudo dos fósseis. Alguns dos acontecimentos marcantes dessa história já são conhecidos e permitem montar esquemas como o seguinte.



Durante a evolução, novas espécies surgem a partir de espécies ancestrais, e isso pode ser representado por meio das **árvores filogenéticas**. A seguir aparecem dois modos possíveis de fazer esse tipo de representação.

Fonte: Elaborada a partir de SOLOMON, E. P. et al. *Biology*. 11. ed. Boston: Cengage, 2019. p. 452.

### Exemplo de árvore filogenética horizontal



Fonte: Elaborado a partir de URRY, L. A. et al. *Campbell Biology*. 12. ed. Hoboken: Pearson, 2021. p. 746.

## Interdisciplinaridade

Além do que foi proposto no *Tema para pesquisa* do item 7, a foto mostrada nesse mesmo item também abre possibilidades para uma abordagem interdisciplinar com o colega de História. Proponham aos estudantes que pesquisem local de origem e época aproximada da domesticação de plantas e animais.

Nesse contexto, o termo **domesticação** é entendido como o uso da seleção artificial para obter variedades de interesse do ser humano. Exemplos que podem ser propostos: abelha, cabra, cão, cavalo, carpa, galinha, lhama, peru, porco, rena, arroz, batata, milho e trigo.

## Aprofundamento ao professor

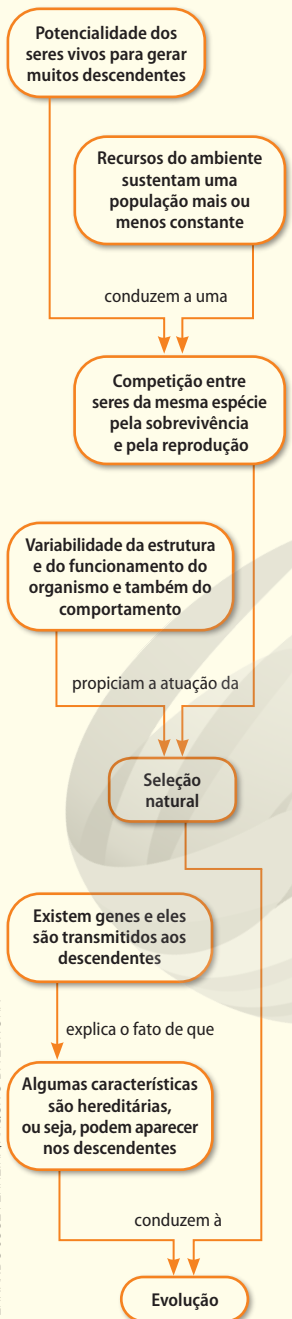
O professor pode encontrar árvores filogenéticas mais amplas (em inglês) no portal do *Tree of life web project* (Projeto árvore da vida na rede). Disponível em: <http://tolweb.org/tree/>. Acesso em: 4 ago. 2022.

## Atividades

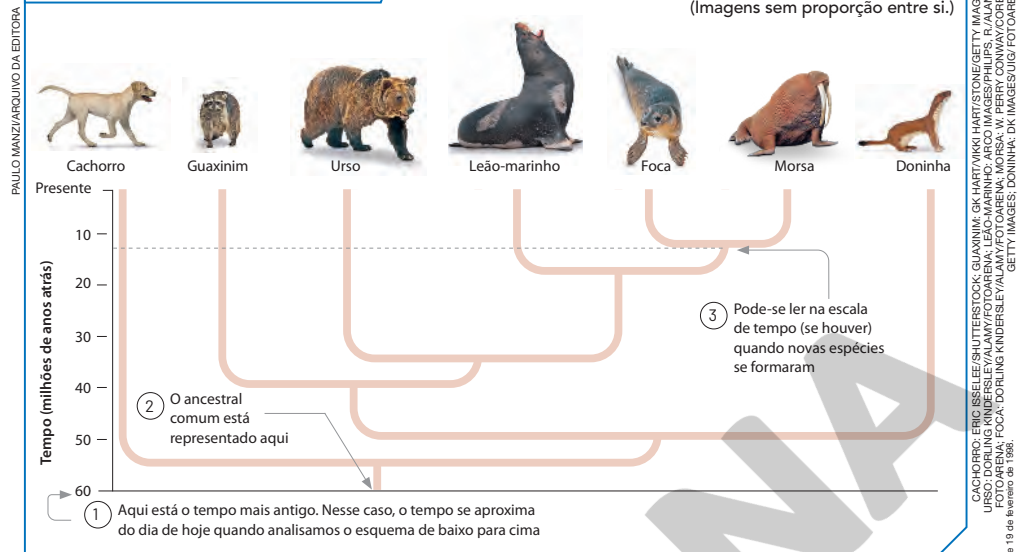
Ao final da análise em aula das árvores filogenéticas do item 8, proponha as atividades 3 a 10 de *Explore diferentes linguagens*.

## Atente!

Quando conceitos da Genética são incorporados ao darwinismo, fala-se em *neo-darwinismo*, porém essa terminologia não é empregada no livro do estudante. O mapa conceitual a seguir ilustra, de modo simplificado, a inclusão de conceitos de Genética na síntese evolutiva.



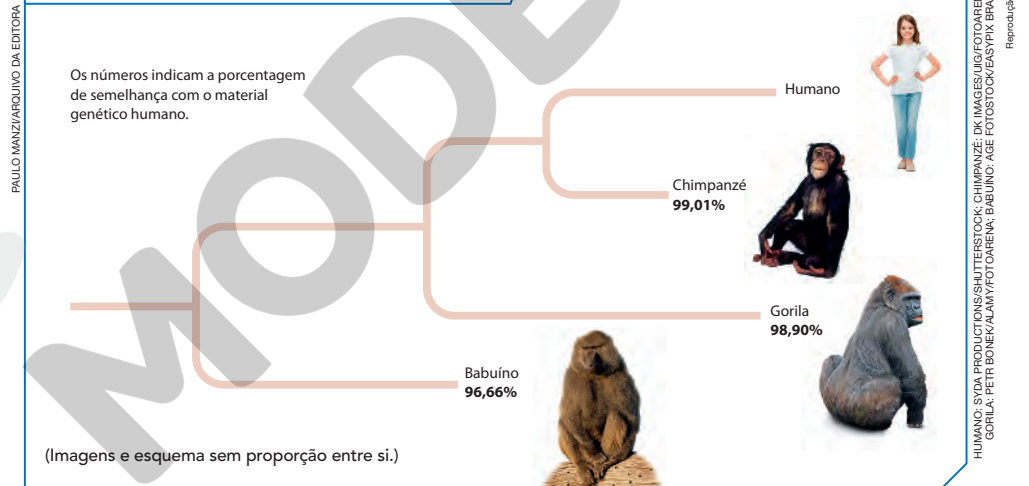
### Exemplo de árvore filogenética vertical



Fonte: Elaborado a partir de KROGH, D. *Biology: a guide to the natural world* (edição internacional). Harlow: Pearson, 2014. p. 380.

Os cientistas utilizam muitas evidências para montar as árvores filogenéticas. Entre elas, uma das mais úteis é a análise e comparação da composição do material genético das espécies. As espécies mais próximas evolutivamente têm maior semelhança de material genético do que as mais distantes.

### Árvore filogenética e semelhança do material genético



Fonte: BELK, C.; MAIER, V. B. *Biology: Science for life*. 6. ed. Nova York: Pearson, 2019. p. 221.

## O ser humano é descendente do macaco?

A linhagem dos primatas, à qual a espécie humana (*Homo sapiens*) pertence, originou-se, de acordo com evidências paleontológicas, de pequenos mamíferos que viveram em árvores e se alimentavam de insetos.

Uma notável distinção entre os primatas e outros mamíferos é um conjunto de adaptações que os primatas têm para a vida em árvores, que inclui mãos habilidosas, com o polegar posicionado em oposição aos outros dedos (o que permite agarrar-se aos galhos e manipular alimentos), unhas no lugar de garras, olhos na parte frontal da face (que propiciam avaliar visualmente a distância a que os objetos se encontram), crias pouco numerosas (geralmente apenas um filhote) que recebem prolongado cuidado dos pais.

Ao longo da evolução, a linhagem dos primatas separou-se em dois ramos principais, o dos prossímios e o dos antropóides (veja o esquema a seguir). Os antropóides diversificaram-se e algumas espécies provenientes dessa ramificação evolutiva, que se iniciou provavelmente na África ou na Ásia, espalharam-se pelas Américas e outras, pela Europa, África e Ásia.

Um gênero do qual provavelmente o *Homo sapiens* descende é o *Australopithecus*. Seus integrantes exibiam algumas adaptações que já os distinguiam bastante dos demais primatas, tais como o andar sobre duas pernas (bipedalismo) e um corpo que se mantém relativamente ereto e se locomove com movimentos das pernas, sem necessitar do auxílio dos braços para isso. Os *Australopithecus* representam um estágio evolutivo em que as árvores foram abandonadas e o solo passou a ser moradia definitiva.

O gênero *Homo* originou-se há cerca de 2,5 milhões de anos. Uma significativa alteração evolutiva do *Australopithecus* para o *Homo* é o aumento do tamanho do corpo e praticamente a duplicação do tamanho do cérebro. Os fósseis mais antigos do gênero *Homo* são da espécie conhecida como *Homo habilis* e datam de aproximadamente 2 milhões de anos. O *Homo habilis* dominava a construção de ferramentas rudimentares para obter comida e exemplares dessas ferramentas foram encontrados junto a fósseis da espécie.

Elaborado com dados obtidos de: HERRON, J. C.; FREEMAN, S. *Evolutionary analysis*. 5. ed. Harlow: Pearson, 2014.

Outra espécie pertencente ao nosso gênero, *Homo*, é a *Homo erectus*, que evoluiu na África há cerca de 1,6 milhão de anos. Alguns cientistas acreditam que, à medida que essa espécie se expandiu, ela exterminou, em conflitos, o *Homo habilis*.

Os membros da espécie *Homo erectus* eram de altura similar à dos seres humanos atuais, mas seus ossos eram mais pesados. De acordo com evidências paleontológicas, usavam o fogo para assar a comida e faziam ferramentas de pedra. Essas ferramentas provavelmente eram usadas para cavar, para caçar animais, para cortar e limpar a carne e para cortar madeira.

Embora haja evidências de que a espécie *Homo erectus* sobreviveu na Europa e na Ásia até 250 mil anos atrás, nas regiões tropicais ela foi substituída por outra, *Homo sapiens*, há cerca de 1 milhão de anos.

A evolução do *Australopithecus* até o *Homo sapiens* foi acompanhada de um aumento no tamanho do cérebro — mudança que favoreceu a inteligência, a possibilidade de comunicação entre os membros da espécie e também o estabelecimento de uma complexa vida social. Em última análise, o cérebro desenvolvido do *Homo sapiens* é o responsável por ele ter dominado a agricultura e a domesticação de animais selvagens, permitindo a sua fixação num local.

A aquisição da habilidade de falar, ainda que primitivamente, deve ter sido de grande valor para a sobrevivência dos primeiros seres humanos. Ela permitia aos caçadores se comunicarem durante a caçada a animais de grande porte e transmitirem informações sobre a localização e sobre o uso das fontes alimentares.

As pesquisas referentes à evolução do ser humano apresentam notáveis progressos nos últimos tempos, pois novos fósseis têm sido encontrados e novas técnicas de análise têm sido desenvolvidas.

Não há, até o momento, uma certeza absoluta sobre todos os detalhes da linhagem evolutiva por meio da qual os humanos atuais evoluíram. Uma coisa, no entanto, está bem estabelecida: o ser humano **não** descende dos macacos; os humanos e todos os demais primatas descendem de **ancestrais comuns**.

## Aprofundamento ao professor

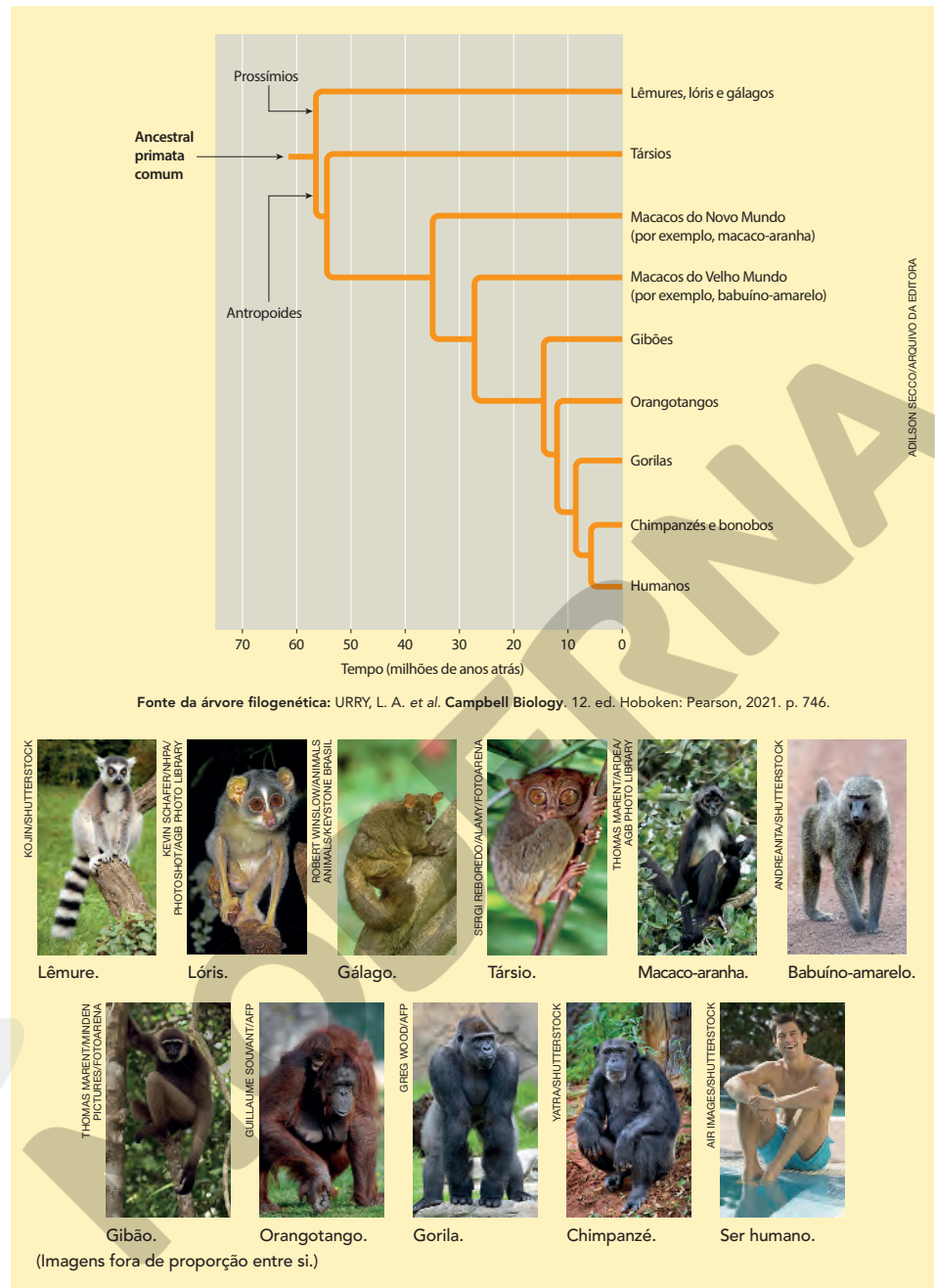
Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Evidências da evolução”.

## De olho na BNCC!

Além da **competência geral 2** e da **competência específica 2**, citadas no início deste capítulo, o texto *Em destaque* “O ser humano é descendente do macaco?” oferece também a oportunidade para o desenvolvimento da **competência específica 1**, no que diz respeito a valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade.

## Atividades

Depois de você discutir em aula o texto *Em destaque* "O ser humano é descendente do macaco?" e de os estudantes analisarem a árvore filogenética e as fotos que acompanham esse texto, proponha a eles que realizem as atividades 11 a 23 do *Explore diferentes linguagens*.





## 9 A origem da vida

### Há várias concepções sobre o tema

Como surgiu a vida?

Essa é uma pergunta que sempre intrigou a humanidade e que já foi respondida de muitas maneiras diferentes em diversas épocas e culturas. Encontramos respostas a essa pergunta no folclore de muitos povos, nas doutrinas de várias religiões e nos livros científicos. E, ao comparar todas essas respostas, percebemos que elas são bem diversas.

### A resposta da Ciência é bastante peculiar

O que distingue a maneira como os cientistas tentam responder a essa pergunta do modo como ela é respondida por não cientistas é que a Ciência realiza experimentos para descobrir eventuais falhas nas suas **teorias**, ou seja, nas suas **propostas de explicação**.

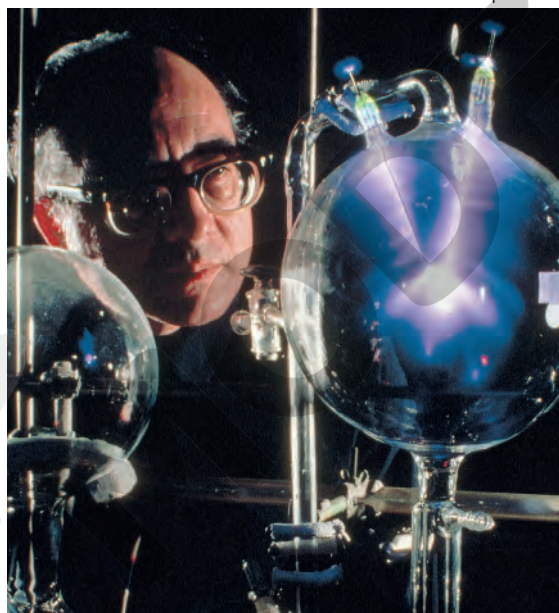
### Uma proposta científica para a origem da vida

Uma proposta de ampla aceitação entre cientistas é a de que há cerca de 3,5 bilhões de anos originou-se, nos oceanos da Terra, a primeira forma de vida unicelular, bastante primitiva. Estudos geológicos de rochas daquela época forneceram pistas de como deveria ter sido a composição da atmosfera terrestre, que era bem diferente da atual.

Os cientistas realizaram testes em laboratório para tentar simular as condições de temperatura, de atmosfera e de luz solar existentes na Terra primitiva antes de aparecer a vida.

Nesses testes, uma mistura inicial de substâncias que supostamente imitava a composição da atmosfera primitiva foi confinada num recipiente. Sob a ação de descargas elétricas que simulavam os raios das tempestades que ocorriam na época, os cientistas verificaram que essa mistura gradualmente sofria inúmeras transformações químicas (reações químicas). Ao final de vários dias de descargas elétricas, foram detectadas no interior do recipiente substâncias que não estavam lá no início. Entre essas substâncias, havia alguns tipos de aminoácidos, constituintes das proteínas que existem na composição de todos os seres vivos.

Nessa foto de 1983, o cientista estadunidense Stanley Miller (1930-2007) aparece próximo ao equipamento que utilizara 30 anos antes para realizar um experimento em que testou a possibilidade de certas substâncias constituintes dos seres vivos terem se formado na atmosfera da Terra primitiva.



231

## Conteúdos atitudinais sugeridos

- Ter consciência da importância das pesquisas geológicas e paleontológicas para desvendar o passado dos seres vivos.
- Apreciar a vida em sua diversidade.
- Perceber que a evolução e a seleção natural são ideias amplamente aceitas pela comunidade científica.
- Compreender que a sociedade atual se beneficia da utilização da seleção artificial, há tempos, por nossos ancestrais humanos.
- Valorizar os esforços científicos que visam a identificação das relações evolutivas entre seres vivos, possibilitando melhor compreensão da vida no planeta.

Este capítulo oferece a oportunidade de trabalhar com os estudantes as atitudes listadas acima, que são decorrência da percepção da grandiosidade da diversidade da vida e dos extensos períodos de tempo que transcorreram para essa diversidade atingir o estágio atual, bem como da aceitação de que a natureza não está a serviço do ser humano. Todos estamos sujeitos às mesmas leis naturais que regem as formas de vida.

Salientamos, ao educador, que podem existir na turma estudantes que, por razões religiosas, não aceitam a visão científica sobre a evolução e a origem da vida. É importante **respeitar** esse posicionamento, ressaltando, entretanto, que se trata de ideias científicas amplamente aceitas e, assim sendo, é necessário à formação geral de um estudante **conhecê-las**, ainda que, por opção própria, decida não aceitá-las.

Nas avaliações, portanto, perguntas referentes a esses temas não estão indagando se o estudante aceita ou não a visão da Ciência, mas se a compreende e, como **cidadão bem informado**, tem condições de discorrer sobre ela.

## Para discussão em grupo

A intenção da atividade é estimular a interpretação de uma situação corriqueira (desenvolvimento de carunchos em alimentos) e a análise de uma explicação comumente apresentada por quem é leigo em Ciências da Natureza.

A partir da interpretação da situação descrita e da discussão entre os estudantes, espera-se que eles concluam que a explicação dada pelo familiar sobre o aparecimento dos carunchos (uma proposta de abiogênese, ou seja, de rápido surgimento da vida a partir de materiais não vivos) **não** está de acordo com a visão científica atual.

É possível que alguns estudantes relacionem esse tipo de explicação com pseudociência e até mesmo com o surgimento de *fake news*. Caso seja proposta essa associação, pode ser conveniente expandir as discussões para que os estudantes listem mais exemplos de explicações incorretas para eventos cotidianos (e, quando for o caso, sua difusão em práticas pseudocientíficas ou em *fake news*), associando, a cada caso listado, a explicação para o fenômeno que é aceita pela Ciência.

### De olho na BNCC!

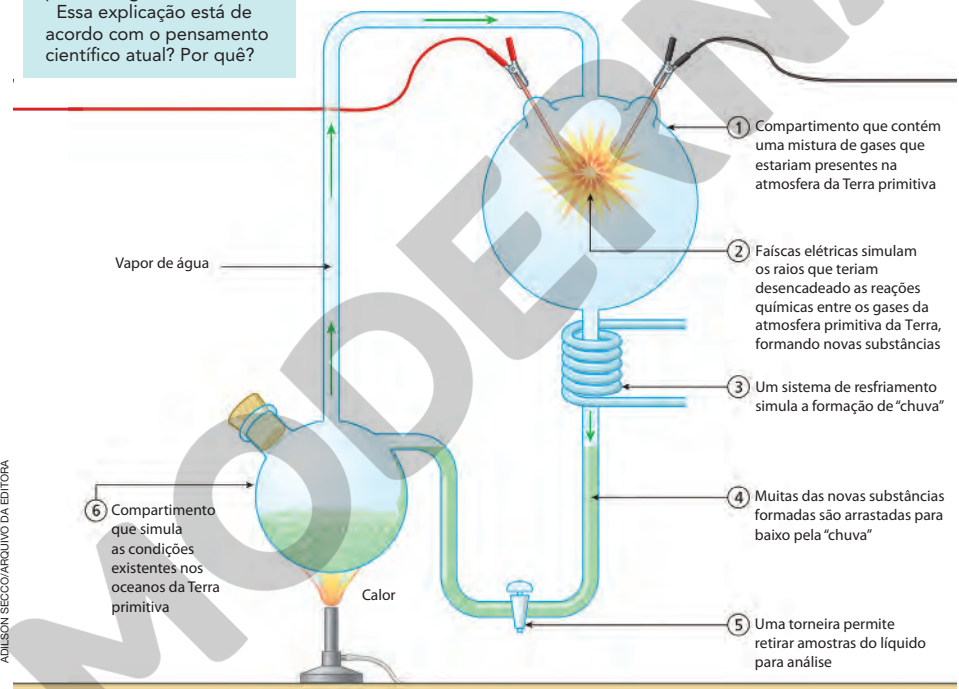
O boxe *Para discussão em grupo* do item 9 favorece o desenvolvimento da **competência geral 7**, no que diz respeito a argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias e pontos de vista.

#### ATIVIDADE

### Para discussão em grupo

Uma família costuma guardar alimentos não perecíveis, como arroz e feijão crus, em um armário na cozinha da casa em que moram. Em uma ocasião, uma das crianças encontrou carunchos (insetos do grupo dos besouros) nesses alimentos e questionou os familiares sobre como surgiram aqueles animais nos alimentos dentro do armário. A resposta que recebeu foi: "Os alimentos, o escuro e a temperatura dentro do armário são perfeitos para o aparecimento desses insetos e, por isso, eles surgem a partir dos grãos".

Essa explicação está de acordo com o pensamento científico atual? Por quê?



ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Fonte: FREEMAN, S. et al. *Biological Science*, 7. ed. Hoboken: Pearson, 2020. p. 74.

Com base nos resultados de experimentos como esses, os cientistas propuseram que, ao longo de milhões de anos, houve uma série de reações químicas que, há cerca de 4 bilhões de anos, eventualmente produziram algumas das substâncias das quais a vida é formada. Teria se originado, como consequência, há cerca de 3,5 bilhões de anos, a primeira célula, extremamente primitiva, mas dotada de uma importante característica: poder fazer cópias de si mesma (capacidade de reprodução).

Convém insistir que essa é uma proposta que está sendo **continuamente reavaliada à luz de novas evidências** de vários ramos da Ciência, tais como a Geologia, a Paleontologia, a Química, a Física, a Genética e tantos outros. Quando novas evidências surgem, as ideias são aprimoradas visando incluir as novas informações disponíveis.

Nenhum cientista pode afirmar que essa explicação para a origem da vida seja correta em todos os seus detalhes, porém ela se fundamenta em evidências concretas. Além disso, está aberta a alterações advindas de novas evidências e, portanto, admite-se que seja uma **teoria, uma proposta de explicação**, e não uma verdade absoluta e inquestionável.

Ilustração de um experimento de laboratório simulando condições que provavelmente existiam na Terra primitiva. Após vários dias de descargas elétricas, são detectadas no líquido algumas das substâncias existentes na composição dos seres vivos. (Representação esquemática, cores fantasiosas.)

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

## Uma visão geral sobre a vida na Terra

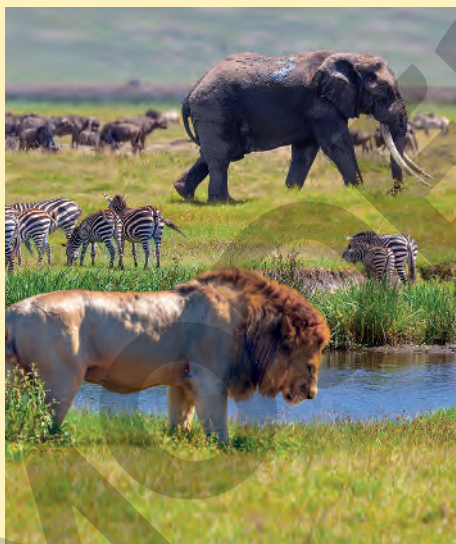
Os avanços da Paleontologia (que estuda os seres vivos do passado mediante as evidências deixadas por eles), da Geologia (que estuda os minerais, as rochas e a estrutura do planeta) e da Genética (que estuda o material genético dos organismos e sua influência sobre as características dos indivíduos) permitiram que as ideias darwinistas sobre a evolução fossem encaradas de uma maneira mais moderna. Em linguagem científica atual, as ideias relacionadas à origem e à evolução da vida podem ser muito brevemente descritas como segue.

1. A Terra é muito antiga se comparada ao tempo em que a humanidade a habita. As estimativas para a idade da Terra giram em torno de 4,6 bilhões de anos.
2. Todos os seres vivos são descendentes de um ancestral comum que teria sido uma forma muito rudimentar de vida unicelular, surgida há cerca de 3,5 bilhões de anos.
3. A evolução ocorre em razão das mudanças graduais ao longo de muitas gerações de uma espécie, e não por causa de súbitas alterações sofridas por um ou mais indivíduos.
4. Indivíduos mais adaptados ao ambiente são consequência de processos evolutivos.
5. Uma mesma espécie, separada em dois ou mais grupos isolados, pode originar novas espécies distintas, em razão da evolução independente de cada um desses grupos.
6. Por causa da evolução, com o passar de bilhões de anos, a Terra passou a ser habitada por um grande número de espécies diferentes. Todas elas, contudo, originaram-se de um ancestral comum.
7. Um agente responsável pela evolução é a seleção natural, que se baseia nos seguintes fatos:
  - A população de uma espécie gera mais descendentes do que aqueles que de fato sobreviverão até a idade adulta.
  - Existem variações genéticas (isto é, diferenças no material genético) entre os novos indivíduos que nascem.

- Os indivíduos de uma mesma espécie competem pela sobrevivência (alimento, acasalamento, espaço etc.).
- Os indivíduos que possuem os conjuntos de características que os tornam mais aptos a enfrentar o ambiente têm maior probabilidade de chegar à idade adulta e de produzir descendentes, transmitindo a eles sua bagagem genética, isto é, material genético. Esse material influenciará características dos descendentes, que poderão torná-los também mais aptos a enfrentar o ambiente, chegar à idade adulta e gerar novos descendentes.

Elaborado com dados obtidos de:  
HILLIS, D. M. *et al.* Life: the science of Biology.  
12. ed. Sunderland: Sinauer, 2020.

altura do elefante: 3,2 m; altura do leão: 1,2 m;  
altura da zebra: 1,7 m.



Os cientistas dispõem de evidências para acreditar que todas as formas de vida atuais, não importa quão diferentes sejam, descendem de ancestrais comuns. (Nessa foto, leão, zebras, elefante e outros seres vivos no Parque Nacional de Serengeti, Tanzânia, 2013.)

## Em destaque

O item 9 fornece aos estudantes informações acerca da concepção científica da origem da vida no planeta Terra e uma noção do tempo que transcorreu desde esse surgimento até os dias atuais, ao longo do qual ocorreu a evolução que resultou nas espécies atualmente viventes. Em seguida, o box *Para discussão em grupo* propicia a oportunidade de discutir que o surgimento de organismos vivos altamente organizados (como os carunchos) não ocorre em curtos intervalos de tempo a partir da matéria não viva.

Arrematando essa abordagem, o texto da seção *Em destaque* “Uma visão geral sobre a vida na Terra” oferece um panorama de aspectos estudados anteriormente e possibilita inter-relacionar conceitos como origem da vida, evolução por seleção natural, surgimento de novas espécies e formação da biodiversidade.

## Atividades

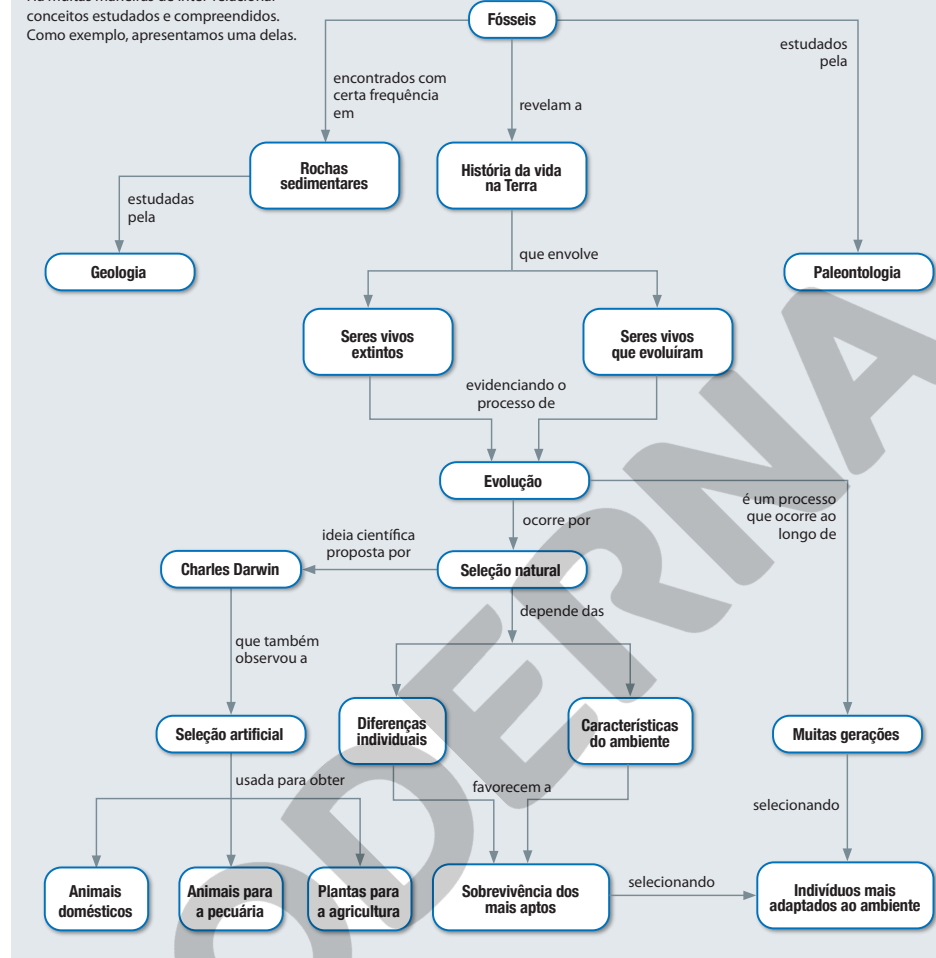
Após abordar em aula o *Em destaque*, os exercícios 6 e 7 do *Use o que aprendeu* podem ser trabalhados pelos estudantes.

## Respostas do Use o que aprendeu

1. Sim. Evolução é um processo que ocorre ao longo de gerações e modifica as características dos seres vivos. Seleção natural é um mecanismo que explica a evolução: os vários membros de uma espécie não estão igualmente aptos a enfrentar o ambiente; os mais aptos têm mais chance de sobreviver e de se reproduzir, passando aos descendentes suas características.
2. A afirmação contraria as ideias de Lamarck de que as características adquiridas durante a vida de um indivíduo sejam transmitidas aos descendentes.
3. a) A opinião I é lamarckista, pois propõe que características adquiridas em vida são transmitidas aos descendentes. A opinião II é darwinista, pois sugere que os indivíduos mais adaptados sobrevivem (seleção natural) e transmitem aos descendentes suas características.  
b) A opinião II (acrescida, atualmente, da complementação de que os descendentes recebem material genético de seus pais, e esse material condiciona as chamadas características hereditárias).
4. a) Atrapalha, pois esse indivíduo é mais facilmente visto pelos seus predadores.  
b) Não. Ele provavelmente morrerá antes de chegar à idade adulta e de se reproduzir.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL

Há muitas maneiras de inter-relacionar conceitos estudados e compreendidos. Como exemplo, apresentamos uma delas.



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL/ARQUIVO DA EDITORA  
Reprodução proibida. Art. 184, do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

### ATIVIDADE



## Use o que aprendeu

1. Existe diferença entre **evolução** e **seleção natural**? Explique com suas palavras cada um desses conceitos.
2. Por motivos estéticos, algumas raças de cães têm como padrão o corte da cauda dos animais quando ainda filhotes. Seus descendentes, entretanto, nascerão com cauda.  
Você acha que essa afirmação está de acordo com as ideias de Lamarck sobre a evolução das espécies? Explique.

3. Considere as seguintes opiniões a respeito da evolução da espécie humana:
- O ambiente fez com que os ancestrais dos humanos fossem se esforçando para adquirir características necessárias à sobrevivência. Essas características, adquiridas durante a vida, foram transmitidas aos descendentes, ao longo de seguidas gerações, resultando na espécie humana que existe atualmente.
  - O ambiente propiciou a sobrevivência dos indivíduos possuidores de características que os tornavam mais adaptados ao ambiente. Essas características foram transmitidas ao longo de muitas gerações, resultando na espécie humana atual.
- a) Qual dessas opiniões é lamarckista e qual é darwinista?
- b) Qual dessas opiniões é, atualmente, aceita pelos cientistas como mais adequada para explicar a evolução da espécie humana?
4. Determinada espécie de inseto verde vive sobre folhas verdes, alimentando-se delas. No ambiente há predadores desse inseto. Dos diversos descendentes de um casal dessa espécie de inseto, um deles apresentou cor nitidamente diferente do verde das folhas.
- a) Pensando na sobrevivência (evitar ser alimento para os predadores), esse indivíduo apresenta uma característica que favorece ou atrapalha sua sobrevivência? Justifique.
- b) Você acha que a seleção natural vai favorecer esse indivíduo? Por quê?

5. Explique qual é a importância do estudo dos fósseis para a Ciência e qual é a importância de os cientistas conseguirem determinar há quanto tempo um fóssil se formou.



Fóssil de libélula do período Cretáceo, encontrado na Bacia do Araripe, CE. Idade aproximada: 110 milhões de anos. comprimento: 7 cm

6. Os cientistas já elaboraram várias teorias sobre a origem da vida na Terra. Este capítulo apresentou uma das mais aceitas no meio científico.
- a) Explique, com suas palavras, o que é uma **teoria**. A palavra “teoria” pode ser entendida como certeza absoluta?
- b) Quando uma teoria científica é elaborada, o cientista que a elaborou pode esperar que ela seja definitiva? Explique.
7. Quando Darwin propôs a teoria da seleção natural, o material genético ainda não havia sido descoberto. Explique por que a descoberta desse material nos seres vivos contribuiu para reforçar a aceitação científica da teoria da seleção natural.

#### ATIVIDADE



### Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

#### TRECHO DE LIVRO

“Podemos duvidar [...] que os indivíduos com qualquer vantagem sobre os outros, ainda que pequena, têm maiores chances de sobreviver e procriar? Por outro lado, podemos ter certeza de que quaisquer variações que sejam prejudiciais, por pequenas que sejam, seriam rigidamente destruídas.

A essa preservação das variações favoráveis eu chamo Seleção Natural.”

Trecho do livro: DARWIN, Charles. **A origem das espécies**. Inglaterra, 1859. (Tradução dos autores.)

1. a) Quem é o autor desse livro?  
b) A seleção natural é uma explicação para qual processo natural?

5. Espera-se que os estudantes associem o estudo dos fósseis ao esclarecimento de como a vida evoluiu até o presente estágio. Nesse contexto, a datação de fósseis é essencial para que seja possível traçar a linha evolutiva ao longo do tempo (e também para relacionar achados paleontológicos de locais distantes que se formaram na mesma época).
6. a) Espera-se que os estudantes associem a palavra “teoria” com “proposta de explicação”. Embora as teorias aceitas tenham passado no “teste” de conseguir explicar os fatos conhecidos até a época presente, nada garante que novos fatos não possam surgir, que eventualmente não sejam corretamente explicados ou previstos por essas teorias. Assim sendo, uma teoria **não** é uma certeza absoluta.
- b) Não, pois, como comentado no item anterior, podem surgir novas evidências das quais a teoria não dê conta.
7. Como parte de sua teoria, Darwin propôs que os descendentes herdaram características dos pais, entre as quais estão as que permitiram que esses pais sobrevivessem até a idade adulta e se reproduzissem. Darwin, contudo, **não** explicou **como** acontece essa transmissão aos descendentes. A descoberta do material genético permitiu explicar que os descendentes não recebem diretamente as características dos pais, mas sim os genes que condicionam as características. A descoberta do material genético explica, portanto, como os descendentes podem ter características semelhantes às dos pais e reforça, assim, a explicação darwinista para a evolução.

## Respostas do Explore diferentes linguagens

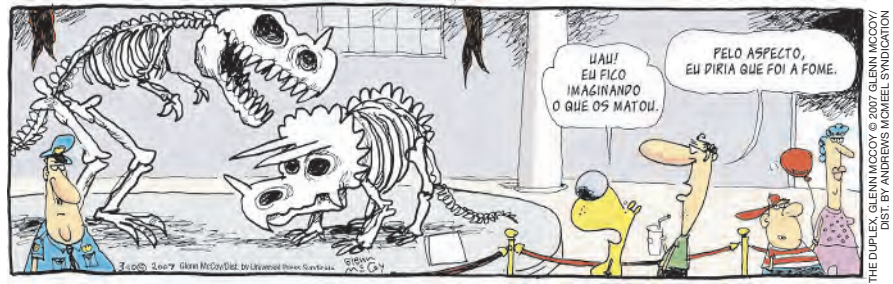
1. a) Charles Darwin.  
b) Evolução.
2. a) Esqueleto (fossilizado ou reconstruído a partir de fósseis) de dinossauros.  
b) O organismo inteiro dos dinossauros.

**Comentário sobre as atividades 3 a 6:** Enfatize aos estudantes como é interpretada uma árvore filogenética horizontal antes que eles iniciem a atividade. Lembre-os de que, nesse caso, a análise é feita da esquerda para a direita, partindo do ancestral comum situado à esquerda. A partir dele, deve-se percorrer os ramos, atentando às linhagens que se separam em cada bifurcação.

A seguir, estão as respostas esperadas.

3. A linhagem que originou o grupo das lampreias.
4. O chimpanzé.
5. O jacaré e o pombo.
6. A lampreia.

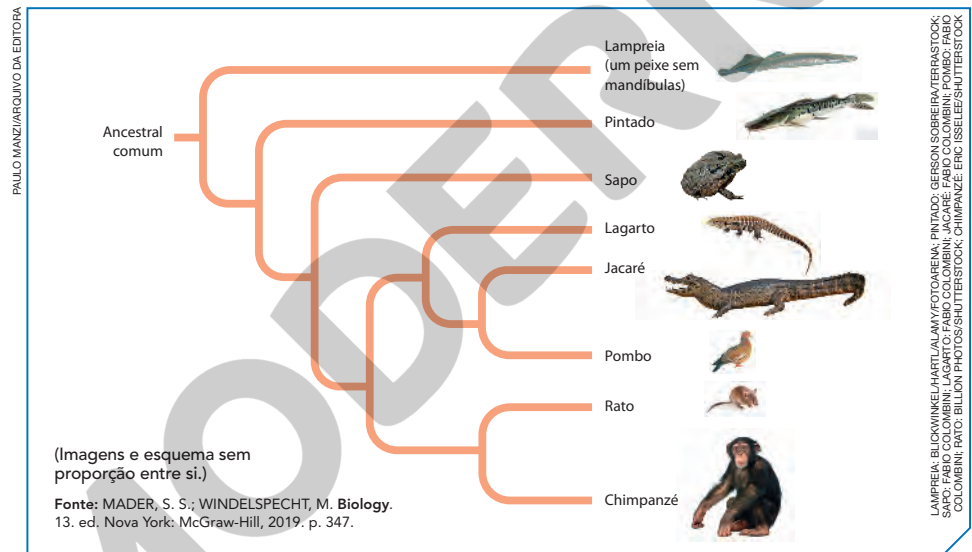
### TIRINHA



2. Parece que o homem não compreendeu aquilo que está em exposição.  
a) O que está em exposição?  
b) O que o homem pensou que estava em exposição?

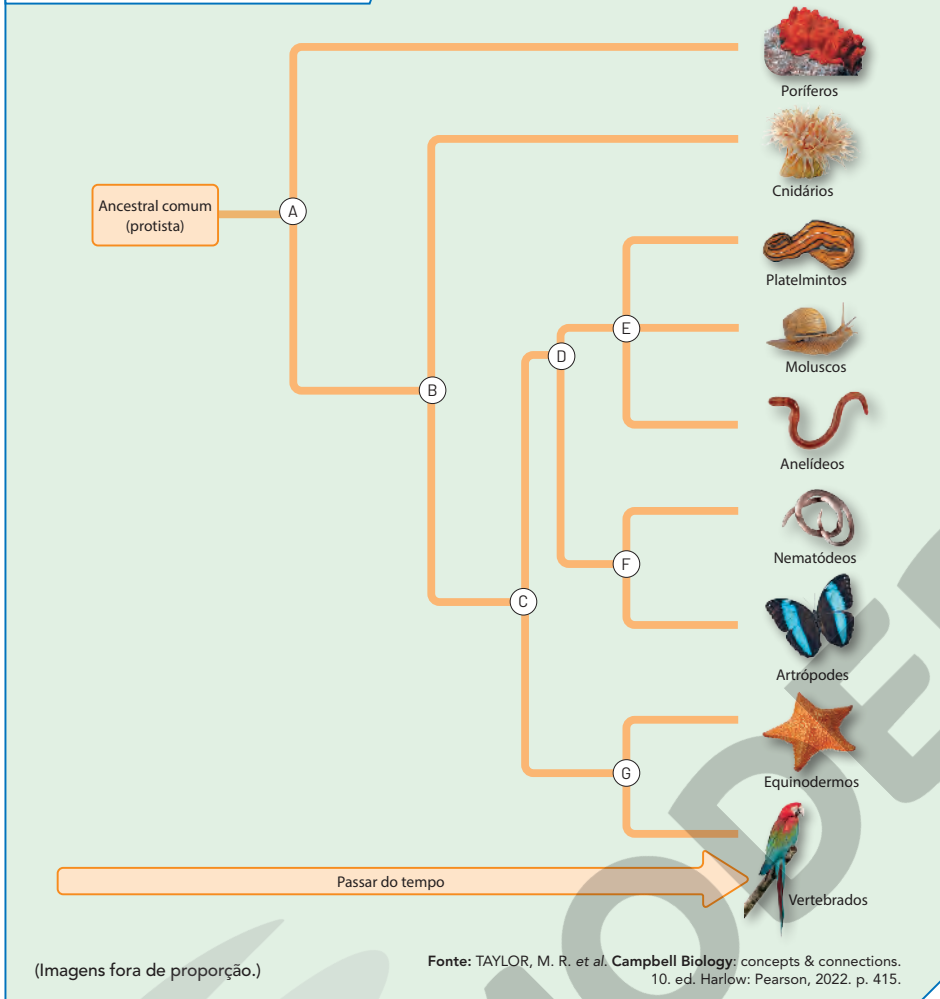
### ÁRVORE FILOGENÉTICA

Responda às questões 3 a 6, considerando as espécies mostradas na árvore filogenética a seguir.



3. No decorrer da evolução, a linhagem de qual das espécies mostradas separou-se da linhagem das outras há mais tempo?
4. Qual das espécies mostradas tem maior semelhança com o rato?
5. Cite duas espécies que mais parentesco têm com o lagarto.
6. Qual é a espécie evolutivamente mais distante do chimpanzé?

Possível árvore filogenética dos animais



Análise a árvore filogenética e, a seguir, realize as atividades no seu caderno.

- 7. Qual dos grupos mostrados se separou evolutivamente dos outros há mais tempo? Qual das indicações — (A), (B), (C) etc. — representa essa separação evolutiva?
- 8. Qual das indicações representa a separação evolutiva entre nematódeos e artrópodes?
- 9. Qual grupo de invertebrados pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos vertebrados? Como você concluiu?
- 10. Qual grupo de invertebrados pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos artrópodes? Como você concluiu?

- 7. O grupo que se separou evolutivamente dos outros há mais tempo é o dos poríferos. A separação entre esse grupo e a linhagem que deu origem aos demais grupos mencionados está indicada por (A).
- 8. A indicação que representa a separação evolutiva entre os nematódeos e os artrópodes é (F).
- 9. O grupo de invertebrados que pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos vertebrados é o dos equinodermos. A linhagem que deu origem aos vertebrados separou-se da que deu origem aos equinodermos na ramificação (C). Essa separação é mais recente do que as outras ramificações pelas quais passou a linhagem que deu origem aos vertebrados (A), (B) e (C).
- 10. O grupo de invertebrados que pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos artrópodes é o dos nematódeos. As duas linhagens – a dos artrópodes e a dos nematódeos – separaram-se na ramificação (F), que é mais recente do que as outras ramificações pelas quais passou a linhagem que originou os artrópodes (A), (B), (C) e (D).

## Tema para pesquisa

O tema proposto, *dinossauros*, agrada a alguns estudantes e desagrada a outros. Uma alternativa ao trabalho ou mesmo um estímulo àqueles que não apreciam o tema é assistir ao primeiro dos filmes da série **Parque dos dinossauros** e debatê-lo. (JURASSIC Park - Parque dos dinossauros. Direção: Steven Spielberg. EUA: Universal Pictures, 1993 (123 min).)

É mais uma oportunidade para retomar a ideia de que o ser humano não é o senhor da natureza.

O título original do filme, **Jurassic Park**, é uma clara alusão ao Período Jurássico, que correspondeu ao apogeu dos dinossauros.

## TCT Economia

Ao propor aos estudantes que busquem informações sobre profissões que possibilitam atuar na área da Paleontologia, a atividade do boxe *Tema para pesquisa* da seção *Explore diferentes linguagens* insere-se na abordagem do TCT **Trabalho**, pertencente à macroárea **Economia**.

## De olho na BNCCI

O boxe *Tema para pesquisa* da seção *Explore diferentes linguagens* contribui para o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois incentiva o estudante a 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.

## Sobre a legenda da gravura do *T. rex*

Para transmitir a noção do tamanho do animal ilustrado, ressalte que o *Tyrannosaurus rex* podia chegar ao comprimento de 13 metros, maior que a distância da marca de pênalti à linha do gol, que mede 11 metros.

### TEXTO PARADIDÁTICO

Leia o texto e, em seguida, realize as atividades 11 a 16.

#### ATIVIDADE



#### ECONOMIA

### Tema para pesquisa

Pesquise mais sobre os dinossauros: onde viveram, seus hábitos, como se relacionavam com o ambiente etc. Pesquise qual é a área do conhecimento que investiga os dinossauros. Que formações profissionais possibilitam atuar nesse campo? Que instituições de ensino brasileiras oferecem esses cursos? Que tecnologias são utilizadas nas pesquisas dessa área? Como o desenvolvimento da tecnologia contribuiu para as descobertas nesse ramo?



Gravura mostrando concepção artística de um *Tyrannosaurus rex*. O comprimento do focinho à cauda podia chegar a 13 metros.

## Extinções em massa

“[...] segundo os registros fósseis e os melhores cálculos científicos, os últimos dinossauros desapareceram da Terra subitamente há 65 milhões de anos. Essa extinção foi parte de um Armagedom ambiental digno do Livro do Apocalipse. Um meteorito gigante, incendiando-se ao atravessar a atmosfera, caiu na superfície do planeta. Seu impacto, próximo à atual península de Iucatán, no México, atirou *tsunamis* altos como montanhas contra as áreas litorâneas em torno, cuspidando para o alto da atmosfera uma imensa nuvem de pó. O choque ressoou pela crosta terrestre como o bater de um sino, deflagrando erupções vulcânicas em todo o planeta. A poeira ejetada escureceu o céu e alterou o clima global. Todos esses efeitos, em conjunto, tornaram as terras e os mares inabitáveis para a maioria das espécies vegetais e animais. Os cientistas marcam esse evento como o final da Era Mesozoica, a Idade dos Répteis, e o início da Era Cenozoica, a Idade dos Mamíferos.

A extinção no final da Era Mesozoica teve seus precedentes. Foi a quinta vez que ocorreu uma perturbação de tamanha magnitude na história da Terra durante os 400 milhões de anos anteriores. Houve muitos episódios menores nesse intervalo, mas aqueles cinco grandes eventos foram os que mais influenciaram a história da vida no planeta.

Agora, como resultado da atividade humana, teve início um sexto período de extinção. Embora não causado pela violência cósmica, seu potencial é suficiente para ser tão infernal como os cataclismos anteriores. Segundo estimativas feitas em 2004 por uma equipe de especialistas, apenas a mudança climática, se não for contida, poderá ser a causa primária da extinção de um quarto das espécies de plantas e animais terrestres nos meados deste século.

[...]”

Fonte: WILSON, E. O. *A criação: como salvar a vida na Terra*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008. p. 87-88.

11. Alguns filmes de ficção científica colocam homens pré-históricos caçando e combatendo dinossauros. Procure no texto deste capítulo ou em outra fonte de informação a época aproximada do aparecimento do ser humano, compare com as informações do texto apresentado sobre a extinção dos dinossauros e responda: tais filmes têm fundamentação científica? Explique.
12. Segundo o texto, qual é a explicação científica mais aceita para a extinção dos dinossauros?

238

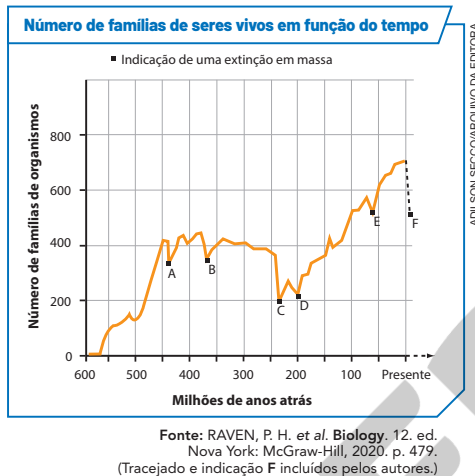
## Respostas do *Explore diferentes linguagens* (continuação)

11. Espera-se que os estudantes concluam, em sua pesquisa, que o ser humano surgiu evolutivamente (no Período Quaternário) milhões de anos **depois** da extinção dos dinossauros (no Período Cretáceo).
12. Um gigantesco meteorito teria caído na Terra e, como decorrência do impacto, levantou-se uma enorme nuvem de poeira, que encobriu a luz do Sol durante muito tempo. A falta de luz causou a morte de plantas e, conseqüentemente, de muitos herbívoros e de carnívoros que se alimentavam delas.



**GRÁFICO**

17. O gráfico mostra o número de famílias de organismos que habitaram a Terra nos últimos 600 milhões de anos. Note que esse número varia ao longo do tempo. Use o gráfico e as informações do texto “Extinções em massa” para responder às perguntas.
- Qual das letras — A, B, C, D, E, F — representa a extinção em massa que acabou, entre outros seres vivos, com os dinossauros? Como você concluiu isso?
  - Quais das letras representam as quatro extinções em massa anteriores à extinção dos dinossauros? **Aproximadamente** há quanto tempo ocorreu cada uma delas?
  - Qual das letras indicaria uma possível extinção em massa causada pela atividade humana?



**TEXTO CONTENDO ERROS**

18. Leia o texto, que contém 5 ERROS. Consulte as informações que achar importantes, neste livro e fora dele, para **identificar os erros** presentes no texto e indicar **como poderiam ser corrigidos**.

Dinossauros foram animais herbívoros, aparentados dos répteis, que viveram no Período Pré-Cambriano. Em sua época chegaram a ser as formas animais dominantes em ambiente terrestre, exibindo grande variedade de formas e tamanhos. Alguns atingiram tamanhos consideravelmente grandes, com vários metros de comprimento.

Foram extintos há cerca de 360 milhões de anos. Segundo a teoria científica mais aceita, o impacto de um meteorito contra a superfície terrestre teria levantado grande quantidade de poeira na atmosfera, reduzindo a penetração da luz solar, extinguindo muitas plantas e, por

consequência, muitos animais; entre eles, todos os dinossauros.

O ser humano está entre as espécies que sobreviveram à extinção em massa que eliminou os dinossauros.

Muitas espécies de seres vivos que existem atualmente evoluíram depois desse acontecimento. As plantas com flores, por exemplo, surgiram evolutivamente bem depois da extinção dos dinossauros.

Elaborado com dados obtidos de: POUGH, F. H.; JANIS, C. M. *Vertebrate life*. 10. ed. Sunderland: Sinauer, 2019. (Os cinco erros foram propositalmente inseridos pelos autores da presente obra para propiciar a atividade.)

- Sem luz suficiente, as plantas não realizam fotossíntese e, portanto, não produzem o próprio alimento.
- As evidências fósseis são essenciais para os cientistas desvendarem fatos do passado, como, por exemplo, a vida dos dinossauros.
- Ao descobrir a idade de determinada rocha, sabe-se há quanto tempo viveram os seres que nela ficaram fossilizados. Isso ajuda os cientistas a descobrir detalhes da história dos seres vivos.
- Porque, na formação dos fósseis, as partes duras dos organismos, como as conchas, deixam marcas nas rochas em formação com muito mais facilidade do que as partes moles.

- A indicação E, pois, de acordo com o gráfico, aconteceu há cerca de 65 milhões de anos.
- As indicações A, B, C e D (pois são anteriores a E). Ocorreram há cerca de 440 (A), 370 (B), 240 (C) e 200 (D) milhões de anos. (Esses valores são aproximados, devido à imprecisão da escala. Respostas próximas disso também são aceitáveis.)  
Para seu conhecimento, as letras indicam as extinções em massa que ocorreram no final do Ordoviciano (A), do Devoniano (B), do Permiano (C), do Triássico (D) e do Cretáceo (E).
- A letra F, pois está indicada além do tempo presente.

18. 1. **Erro** – Os dinossauros eram herbívoros.

**Correção** – Nem todos os dinossauros eram herbívoros.

2. **Erro** – Dinossauros viveram no Período Pré-Cambriano.

**Correção** – Os dinossauros viveram na Era Mesozoica (nos Períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo).

3. **Erro** – Dinossauros foram extintos há 360 milhões de anos.

**Correção** – Dinossauros foram extintos há cerca de 65 milhões de anos.

4. **Erro** – O ser humano sobreviveu à extinção em massa que acabou com os dinossauros.

**Correção** – O ser humano surgiu evolutivamente bem depois que os dinossauros foram extintos.

5. **Erro** – As plantas com flores surgiram após a extinção dos dinossauros.

**Correção** – As plantas com flores (angiospermas) surgiram no início da Era Mesozoica.

19. Uma maneira de tornar a frase correta é: O ser humano e o macaco descendem de um ancestral comum.

20. Ciência que estuda o ser humano em seus diversos aspectos, tais como origem, evolução, vida em sociedade e desenvolvimento físico, cultural e material.

21. É comum haver divergência nessas informações, de uma fonte para outra. Há quem coloque o surgimento dos Neandertais por volta de 250 mil anos atrás e seu desaparecimento há cerca de 30 mil anos (MAYR, E. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. p. 288.) ou seu aparecimento entre 100 mil e 200 mil anos atrás e sua extinção há cerca de 28 mil anos (DAWKINS, R. **A grande história da evolução**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. p. 88-89.). Outras fontes poderão apresentar outros dados. Esta atividade possibilita ao professor introduzir noções sobre pesquisas arqueológicas e paleontológicas. Também permite comentar que existem incertezas envolvidas em processos de datação, que diferentes grupos de cientistas fazem inferências diferentes e podem trabalhar com amostras diferentes. Também, dependendo da espécie em estudo, existem dificuldades relacionadas à pequena quantidade de achados fósseis.

22. *Neandertal*, em alemão, significa Vale de Neander. Trata-se de um dos locais em que foram encontradas amostras fósseis do homínido que ficou conhecido como Homem de Neandertal. (Professor, o Vale de Neander, por sua vez, foi assim chamado por causa de Joachim Neander, compositor e pastor luterano do século XVII.)

23. Resposta pessoal. (Se julgar conveniente, faça uma roda de discussão para que cada estudante exponha o que encontrou.)

#### TIRINHAS



19. No segundo quadro, a fala do menino está baseada na seguinte ideia: “O ser humano descende do macaco”.

Essa ideia, embora comum, é **INCORRETA** do ponto de vista científico. Reescreva-a de modo a torná-la **CORRETA**.

As atividades 20 a 23 referem-se à tirinha, que se passa diante de uma escultura que reconstrói o homínido denominado Homem de Neandertal (ou, simplesmente, Neandertal), que alguns estudiosos preferem considerar uma espécie e denominar *Homo neanderthalensis*.

Utilize dicionário e outras fontes de informação para pesquisar e responder às perguntas.



20. O que é estudado pela Antropologia?

21. Em que época viveram os Neandertais? (Poderá haver divergência nas informações, dependendo das fontes consultadas.)

22. Qual é a origem do nome “de Neandertal”?

23. Ao pesquisar sobre o Homem de Neandertal, qual informação mais chamou sua atenção? Por quê?

#### Seu aprendizado não termina aqui

O uso incorreto e indiscriminado de antibióticos favorece a seleção de variedades de bactérias resistentes a eles. Isso vem dificultando o combate a determinadas doenças de origem bacteriana.

Que tal pesquisar mais sobre esse assunto? Inclua em sua busca de informações o grave problema das infecções hospitalares causadas por bactérias resistentes a antibióticos.

240

### Interdisciplinaridade

As atividades 20 a 23 da seção *Explore diferentes linguagens* constituem-se em outra oportunidade para continuar a atuação interdisciplinar com História proposta anteriormente neste capítulo do Manual do professor.

**Este capítulo e seus conteúdos conceituais**

- Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU)
- Conceituação de desenvolvimento sustentável
- Principais obstáculos à sustentabilidade
- Unidades de conservação e sua relevância
- Recursos renováveis e recursos não renováveis
- Problemas agravados pelo crescimento populacional
- Consumo consciente, bem-estar, ética e cidadania

Partindo da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), o capítulo aborda o conceito de **desenvolvimento sustentável**, retoma os conceitos de recursos naturais (diferenciando os que são renováveis daqueles que não são renováveis, distinção já trabalhada no volume do 8º ano ao desenvolver as habilidades **EF08CI01** e **EF08CI05** da BNCC), comenta os problemas que se constituem em desafios para que a humanidade atinja o desenvolvimento sustentável e indica uma série de procedimentos que os cidadãos, de modo individual, e a sociedade, como um todo, devem incorporar para favorecer a sustentabilidade.

As habilidades **EF09CI12** e **EF09CI13** da BNCC, comentadas mais à frente, são desenvolvidas neste capítulo.

**ECONOMIA** **CIDADANIA E CIVISMO** Atualmente, muitos profissionais optam por carreiras que estejam em sintonia com seus **valores sociais e ambientais** e têm, além disso, preferência por trabalhar em empresas que respeitam a diversidade, ao mesmo tempo que valorizam a equidade de tratamento e de oportunidades. Entre os consumidores, cresce continuamente a preferência por produtos e serviços de fornecedores comprometidos com metas sociais e ambientais. Você inclui esses valores em seu projeto de vida? Ao comprar, considera a reputação dos fabricantes e dos prestadores de serviço? Outro ponto ao qual nos remete essa foto é que o **protagonismo da mulher**, em todos os setores da sociedade, é importantíssimo e deve ser valorizado. Uma sociedade justa e democrática não admite preconceitos de nenhuma espécie.

**TCT Economia e Cidadania e Civismo**

A foto de abertura e sua legenda relacionam-se aos Temas Contemporâneos Transversais **Trabalho** (da macroárea **Economia**) e **Educação em Direitos Humanos** (da macroárea **Cidadania e Civismo**).

Aproveite a oportunidade para comentar que a escolha da carreira profissional deve estar em sintonia com as aspirações pessoais, alinhando-se ao projeto de vida da pessoa.

Mencione que é também muito importante para a saúde física e mental que as escolhas profissionais favoreçam o equilíbrio entre o trabalho e a vida familiar.

Ressalte que os ambientes de trabalho podem ser muito diversos e que existem empresas com maior respeito à diversidade e à equidade de tratamento e de oportunidades. Saliente também que, pensando na satisfação pessoal e nos propósitos associados ao projeto de vida, o ideal é optar por uma carreira que esteja em sintonia com os valores sociais e ambientais.

## TCT Cidadania e Civismo e Meio Ambiente

O texto *Em destaque* que trata da Agenda 2030 oferece oportunidade de tratar os TCTs **Educação em Direitos Humanos e Educação Ambiental**, inseridos, respectivamente, nas macroáreas **Cidadania e Civismo** e **Meio Ambiente**.

### Cultura de paz, agenda de não violência contra a mulher e valorização de seu protagonismo

A atividade do boxe *Use a internet* solicita inicialmente que os estudantes pesquisem e analisem os 17 objetivos de desenvolvimento da Agenda 2030 da ONU. Em seguida, pede-se a eles que os associem a alguns aspectos centrais.

É possível localizar os 17 objetivos (transcritos a seguir) em diversas páginas da internet, por exemplo, no portal da **ONU Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 5 ago. 2022.

#### “Objetivos de desenvolvimento sustentável

- **Objetivo 1.** Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
- **Objetivo 2.** Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
- **Objetivo 3.** Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
- **Objetivo 4.** Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- **Objetivo 5.** Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
- **Objetivo 6.** Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
- **Objetivo 7.** Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.

#### Use a internet

A Agenda 2030 da ONU, à qual se refere o texto da seção *Em destaque*, consiste em **17 objetivos de desenvolvimento sustentável**.

Busque na internet (se possível, no portal da ONU Brasil) a lista completa desses objetivos, leia-a, analise-a e transcreva-a no seu caderno.

A seguir, indique quais desses objetivos têm, em sua essência, maior relação com:

- a erradicação da fome e da miséria;
- o comprometimento com a **cultura de paz** na sociedade;
- a **não violência contra a mulher** e a **valorização de seu protagonismo** em todas as instâncias da sociedade;
- questões ambientais.

Faça um registro de suas conclusões.

Esse registro será bastante útil ao realizar uma determinada parte da atividade de encerramento da unidade D (ao final deste capítulo).

242

- **Objetivo 8.** Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- **Objetivo 9.** Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- **Objetivo 10.** Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
- **Objetivo 11.** Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
- **Objetivo 12.** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
- **Objetivo 13.** Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
- **Objetivo 14.** Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

## Motivação

### EM DESTAQUE

CIDADANIA  
E CIVISMO  
MEIO AMBIENTE

## Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade.

Nas palavras dessa entidade:

“Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. Todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, implementarão este plano. Estamos decididos a libertar a raça humana da tirania da pobreza e da penúria e a curar e proteger o planeta. Estamos determinados a tomar as medidas ousadas e transformadoras que são urgentemente necessárias para direcionar o mundo para um caminho sustentável e resiliente. Ao embarcarmos nesta jornada coletiva, comprometemo-nos que ninguém seja deixado para trás.

**Pessoas** – Estamos determinados a acabar com a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões, e garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em dignidade e igualdade, em um ambiente saudável.

**Planeta** – Estamos determinados a proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras.

**Prosperidade** – Estamos determinados a assegurar que todos os seres humanos possam desfrutar de uma vida próspera e de plena realização pessoal, e que o progresso econômico, social e tecnológico ocorra em harmonia com a natureza.

**Paz** – Estamos determinados a promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas que estão livres do medo e da violência. Não pode haver desenvolvimento sustentável sem paz e não há paz sem desenvolvimento sustentável.

**Parceria** – Estamos determinados a mobilizar os meios necessários para implementar esta Agenda por meio de uma Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável revitalizada, com base num espírito de solidariedade global reforçada, concentrada em especial nas necessidades dos mais pobres e mais vulneráveis e com a participação de todos os países, todas as partes interessadas e todas as pessoas.”

Fonte: ONU Brasil. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 21 abr. 2022.

## Desenvolvimento do tema

### 1 Desenvolvimento sustentável

No passado, houve exploração abusiva dos recursos naturais — tais como petróleo, carvão mineral, minérios, madeira —, porque eles eram relativamente abundantes e baratos. Essa exploração ainda acontece, e suas consequências já aparecem com muita clareza.

O desmatamento acentuado, a extinção de espécies, a perda da fertilidade do solo, a poluição do ar e da água são apenas alguns exemplos. Colocando a questão em outras palavras, a atual sociedade humana **não** apresenta um **desenvolvimento sustentável**.

A expressão “desenvolvimento sustentável” pode ser entendida como desenvolvimento econômico e material que leve em conta as consequências das atividades humanas sobre o ambiente e utilize de recursos naturais que possam ser renovados, para que não haja degradação do ambiente ou esgotamento desses recursos.

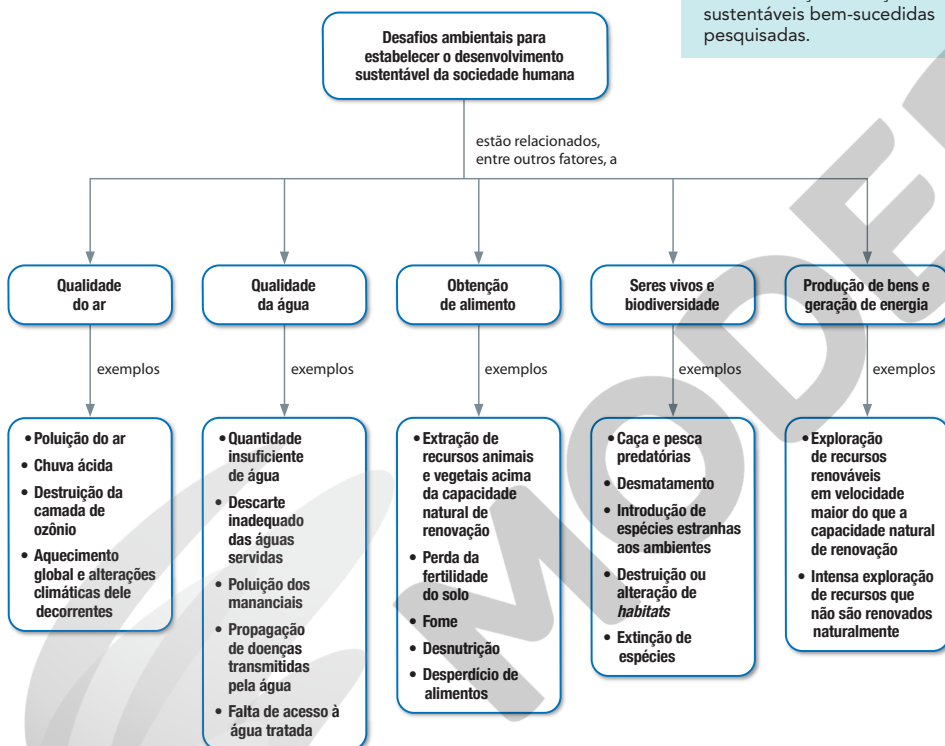
Para que uma sociedade se desenvolva de modo sustentável, ela deve praticar atitudes que atendam não apenas às suas necessidades, mas também às necessidades das futuras gerações.

#### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

Cada equipe deve escolher pelo menos um dos cinco desafios apresentados no mapa conceitual do item 1 e reunir informações e fotografias sobre esse desafio e sobre ações sustentáveis bem-sucedidas para enfrentá-lo(s). Em seguida, o grupo deve elaborar um texto em que constem problemas ambientais da região onde mora, com seus aspectos e questões particulares. O texto também deve propor iniciativas individuais e coletivas para solucionar os problemas descritos com fundamentação nas ações sustentáveis bem-sucedidas pesquisadas.



243

Na atividade, existe certa flexibilidade nas associações que podem ser feitas pelos estudantes. Exemplos são:

- a erradicação da fome e da miséria – objetivos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11 e 16;
- o comprometimento com a cultura de paz na sociedade – objetivos 1, 2, 6, 8, 10 e 16;
- a não violência contra a mulher e a valorização de seu protagonismo em todas as instâncias da sociedade – objetivos 4, 5, 10 e 16;
- questões ambientais – objetivos 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 17.

#### De olho na BNCC!

Ao longo deste capítulo, é oportunizado o desenvolvimento: da **competência geral 7**, pois os conteúdos tratados auxiliam em 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; da **competência geral 10**, no que diz respeito a agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários; da **competência específica 5**, pois os temas tratados estimulam a construir argumentos com base em evidências, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza; e da **competência específica 8**; no tocante a agir pessoal e coletivamente 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.

- **Objetivo 15.** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
- **Objetivo 16.** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
- **Objetivo 17.** Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.”

Fonte: ONU Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2022.

## Trabalho em equipe

O boxe *Trabalho em equipe* do item 1 propõe a compilação de informações e imagens sobre um ou mais desafios ambientais para estabelecer o desenvolvimento sustentável da sociedade humana e também sobre exemplos de ações sustentáveis realizadas (e bem-sucedidas) para seu enfrentamento. A partir da compilação realizada, cada equipe deve elaborar um texto que explique os problemas ambientais da sua localidade e proponha iniciativas individuais e coletivas para solucionar esses problemas.

Estimule os estudantes a incluir na atividade problemas ambientais da cidade ou da comunidade e enfatize a importância da proposição de atitudes individuais e também de iniciativas coletivas que sejam relevantes para resolver os problemas descritos e analisados.

Ressalte que as propostas devem ser justificadas e que, com esse intuito, é oportuno embasar as sugestões em experiências exitosas de movimentos de consumo consciente. Também com a finalidade de argumentação em favor de suas propostas, incentive-os a relatar ações de sustentabilidade já realizadas em outras localidades e que tiveram resultados positivos.

A atividade permite muitos desdobramentos, e é importante que você enfatize aos estudantes que o texto deve conter uma análise crítica, criativa e propositiva. (Nesse sentido, pode ser útil ao docente o item *Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar*, da parte inicial deste Manual do professor.)

Seu estímulo aos estudantes é fundamental para que ele se empenhem. Explique que o material produzido será parte da atividade de encerramento desta unidade. Assim sendo, as equipes devem produzir o material de modo a propiciar a publicação nos blogs das equipes.

De modo geral, podemos dizer que na época atual o desenvolvimento da humanidade **não é sustentável**. Do ponto de vista ambiental, isso acontece porque a população mundial retira da natureza uma quantidade de recursos maior do que a que ela é capaz de repor. E também porque lança no ambiente uma quantidade de resíduos maior do que a natureza é capaz de decompor e reintegrar ao ciclo natural de matéria existente nos ecossistemas.

Elaborar estratégias para que a sociedade se desenvolva de modo sustentável é o grande desafio, provavelmente o maior, do século XXI.

## 2 Ação humana e desequilíbrios ambientais MEIO AMBIENTE

Nos ecossistemas existe uma complexa relação de dependência dos seres vivos entre si e destes com os fatores não vivos do ambiente. A atividade humana pode interferir nessas relações e impedir o ecossistema de se recompor.

### Redução do solo fértil

Para exemplificar, vamos considerar o desmatamento da Floresta Amazônica. A atuação dos decompositores sobre resíduos — que na sua maioria são restos de plantas — deixa no solo nutrientes necessários às plantas. Com o desmatamento, várias plantas de uma área deixarão de existir. Conseqüentemente, os decompositores deixarão de obter alimento, pois não haverá resíduos para utilizarem em sua nutrição, e morrerão. Enquanto o solo estiver desprotegido pela ausência de vegetação, a chuva e o vento podem facilmente carregar para longe a camada superior do solo, que contém nutrientes necessários às plantas. Sem nutrientes no solo e sem decompositores, a mata das regiões vizinhas não se expande em direção ao terreno desflorestado, pois o solo perdeu sua fertilidade.

Ainda que o ser humano introduza novas plantas nesse local, pode ser que não existam nutrientes em quantidade suficiente no solo para que elas se desenvolvam. Essa sequência de eventos frequentemente acontece quando se derruba uma floresta para transformá-la em campo agrícola. Pior ainda é o que ocorre em muitos terrenos agrícolas já existentes, que, manejados inadequadamente, sofrem erosão e perdem a fertilidade.

A **redução da quantidade de solo fértil** em vários locais do mundo é um dos claros indicadores de que o desenvolvimento de nossa sociedade **não é sustentável**.

Desmatamento na Amazônia, exemplo de intervenção humana que produz tristes resultados. Na foto, região recém-desmatada. (Manacapuru, AM, 2018.)



RICARDO OLIVEIRANTER

244

A intenção, nesta atividade, é submeter os estudantes a uma situação de aprendizagem que, “partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções” (BNCC, 2018, p. 322).

### Interdisciplinaridade

A abordagem do tema *desenvolvimento sustentável* será enriquecida pela atuação conjunta com Geografia, pois há grande intersecção com temas tradicionalmente tratados naquele componente curricular. Dois aspectos que merecem sua atenção são comentados em notas mais à frente, neste capítulo do Manual do professor.

## Introdução de uma espécie onde ela não existe

Outro caso de intervenção do ser humano no ambiente que pode ser problemático é a introdução de uma espécie onde ela não existe naturalmente. Um exemplo aconteceu na Austrália, onde não havia lebres até meados do século XIX. Nessa época, colonizadores ingleses resolveram levar para lá alguns poucos casais de uma espécie conhecida como lebre europeia. Há quem diga que a intenção era ter um animal ágil e rápido que pudesse ser usado nas caçadas esportivas em lugar da raposa, que não existia naquele país.

Na Austrália, não havia carnívoros suficientemente ágeis e rápidos para caçar essas lebres. Por isso, em pouco tempo a população desses animais aumentou assustadoramente e eles passaram a devorar a vegetação nativa e a invadir as plantações, devastando-as. Mesmo após várias tentativas para eliminar as lebres da Austrália, ainda hoje elas representam um problema ambiental naquele país.

As espécies introduzidas em um ecossistema de forma intencional ou acidental são chamadas **espécies invasoras** ou **espécies exóticas** e oferecem riscos a esse ecossistema.

## Substituição da vegetação nativa

Outro exemplo de intervenção humana no ambiente é observado em locais do Brasil onde a vegetação do Cerrado foi substituída por plantações de eucalipto destinadas à produção de madeira e de papel. Nessas novas florestas — que, de fato, são apenas plantações cultivadas pelo ser humano —, as formigas saúvas continuam encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Porém, alguns de seus predadores naturais, como tamanduás e algumas espécies de aves, não conseguem sobreviver nos eucaliptais e acabam morrendo ou fugindo para outras regiões onde há vegetação de Cerrado. Sem predadores, o resultado é a multiplicação descontrolada de saúvas, que se transformam em praga.

## Outros exemplos

Ainda no Brasil, podemos citar vários outros casos de intervenções humanas no ambiente que se mostraram desastrosas. A destruição dos manguezais em vários pontos do litoral vem interferindo na procriação de muitas espécies marinhas. A derrubada da Mata Atlântica, reduzida a menos de 10% do que existia em 1500, vem alterando o regime de chuvas em vários pontos do litoral, o que já provocou a extinção de inúmeras espécies. O despejo de esgotos e de resíduos industriais em rios vez ou outra provoca a mortalidade de grandes quantidades de peixes, como você provavelmente já pôde acompanhar nos noticiários.

A ação agressiva do ser humano pode causar sérios problemas ambientais, a ponto de os ecossistemas não mais recuperarem o equilíbrio.



O javali é nativo da Ásia, Europa e norte da África. Animais da espécie foram trazidos ao Brasil por criadores. Alguns escaparam e, no ambiente natural, transformaram-se em praga. Essa espécie invasora devasta plantações, compete com outros animais e pode até atacar pessoas. (Na foto, javali fotografado no pantanal brasileiro em 2020.)

comprimento: 2 m



À nossa volta podemos encontrar inúmeros exemplos de intervenções humanas no ambiente. (Na foto, lixo descartado em microbacia do Rio Tietê, São Paulo, SP, 2022.)

ONDREI PROSICKI/STOCK PHOTO/GETTY IMAGES

RAFAEL FELIX/PULSAR IMAGENS

245

## TCT Meio Ambiente

OTCT Educação Ambiental (da macroárea Meio Ambiente) está novamente presente neste capítulo, agora no desenvolvimento dos itens 2 a 4.

## De olho na BNCC!

### • 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.”

O *Trabalho em equipe* do item 1 possibilita a mobilização de competências adquiridas ao longo do curso de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, a fim de analisar desafios ao desenvolvimento sustentável e propor soluções, conforme já comentado.

A proposta dessa mesma atividade favorece o amadurecimento da **competência geral 4**, no que se refere a utilizar diferentes linguagens, 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.

Os itens 2 e 3 deste capítulo favorecem o desenvolvimento da **competência específica 4**, pois incentivam os estudantes a 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.

## Atividades

Ao final do item 2, proponha aos estudantes as atividades 1 e 2 do *Explore diferentes linguagens*.

## De olho na BNCCI!

### • 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.”

Na atividade do boxe *Trabalho em equipe* do item 3, os estudantes tomarão contato, mediante pesquisa, com os tipos de Unidades de Conservação e perceberão que eles variam quanto aos objetivos e às formas permitidas de uso (isto é, atividades que são autorizadas em sua área).

No texto da seção *Aprofundamento ao professor* indicado mais à frente, neste Manual do professor, há informações ao docente sobre a classificação das Unidades de Conservação, os objetivos de cada uma e as atividades nelas permitidas.

Essas informações podem ser encontradas mediante busca na internet. Espera-se que, por meio da atividade, eles consigam perceber a relevância de tais unidades para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional e que expressem essa importância nos textos produzidos.

Também é parte da expectativa dessa atividade que os estudantes percebam que algumas das unidades permitem a prática do extrativismo às populações locais, o que é relevante para a cultura e a sobrevivência dessas comunidades.

Informe às equipes que sua produção será postada no *blog* de Ciências, no encerramento desta unidade, e solicite que a elaboração já leve em consideração esse formato de apresentação.

#### ATIVIDADE



#### Trabalho em equipe

De acordo com a legislação, as unidades de conservação dividem-se em **Unidades de Proteção Integral** e **Unidades de Uso Sustentável**.

Pesquise qual é o principal objetivo de cada uma dessas unidades, em que categorias se subdividem e quais atividades são permitidas nessas diferentes categorias.

Também como parte desta atividade, elaborem um texto justificando a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades, as populações humanas e atividades a eles relacionadas.

Localização dos Parques Nacionais Federais, um subtipo de unidade de conservação ambiental.

Fonte do mapa: Elaborado com base em: IBGE. *Atlas geográfico escolar*. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. p. 108.

246

MEIO AMBIENTE

### 3 A importância das unidades de conservação

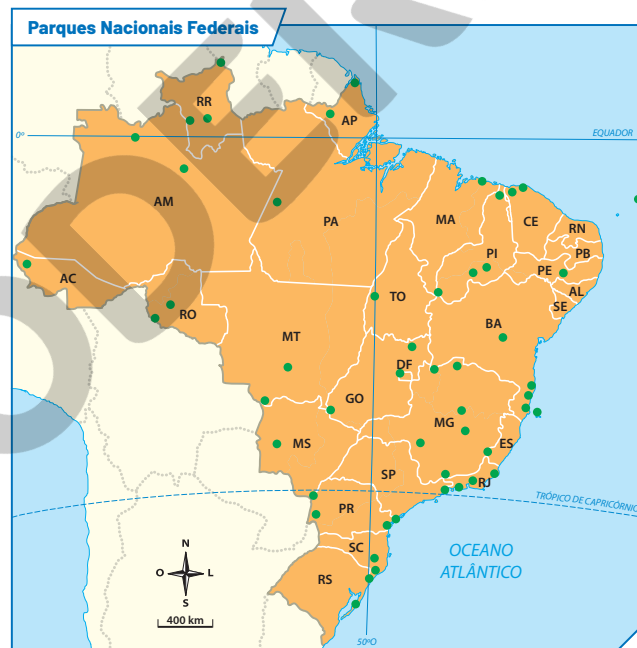
A ocupação desordenada do espaço nacional pelo ser humano traz consequências por vezes desastrosas, como a degradação do ambiente e a extinção de espécies. Muitas já foram extintas sem sequer terem sido estudadas pelos cientistas.

A fim de diminuir esses problemas, foram elaboradas leis ambientais que regem a ocupação do espaço, visando permitir a ocupação e a exploração do ambiente sem sua destruição. Por meio delas foram criadas as **unidades de conservação ambiental**, que têm por meta a conservação de áreas com grande valor ecológico.

A legislação prevê vários tipos diferentes dessas unidades. Algumas são mantidas pelo governo federal, outras pelos governos estaduais e outras, ainda, por entidades particulares. São estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, refúgios da vida silvestre etc. Cada um desses tipos está sujeito a leis específicas que permitem, ou não, certas atividades na sua área.

A mais antiga dessas unidades é o Parque Estadual de Cataguases, em Minas Gerais, que foi criado em 1932. O mais antigo dos parques mantidos pelo governo federal é o Parque Nacional de Itatiaia, criado em 1937, que abrange áreas de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Longe de serem obstáculos ao progresso, as unidades de conservação ambiental tornam possíveis a conservação da biodiversidade e as pesquisas científicas, além de gerar recursos decorrentes do turismo.



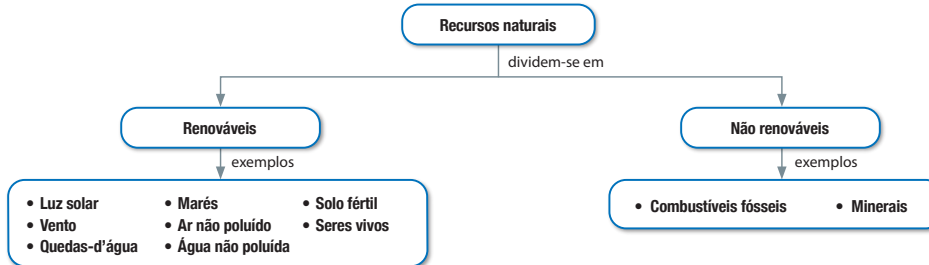
ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL/ARQUIVO DA EDITORA

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



#### 4 Recursos renováveis e recursos não renováveis

**Recurso natural** é tudo aquilo que existe na natureza e que pode ser utilizado pelo ser humano para suprir suas necessidades. A madeira das florestas, a água doce, a luz solar, as quedas-d'água, os minerais, os combustíveis fósseis e os peixes de lagos, rios e oceanos são exemplos de recursos naturais.



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL / ARQUIVO DA EDITORA

Alguns desses recursos são **renováveis**, isto é, são produzidos por mecanismos naturais e, portanto, repostos naturalmente. Exemplos de recursos naturais renováveis são a luz solar, o vento, as quedas-d'água, entre outros.

Muitos dos recursos naturais renováveis só podem ser adequadamente renovados se forem explorados pela humanidade em uma velocidade suficientemente baixa para que permita a reposição natural. Esse é o caso do solo fértil, das reservas de água potável, do ar isento de poluição, da madeira e dos peixes.

Já os recursos naturais **não renováveis**, ou **esgotáveis**, são aqueles que existem na natureza em quantidade finita e que a natureza demora muitos milhões de anos para produzir. É o caso do petróleo, do carvão mineral e dos minérios. Se o ser humano explorar a jazida de um desses recursos até a exaustão, ela não será renovada pela natureza para nosso uso.



Os minerais são recursos não renováveis. (Na foto, extração em jazida de granito, Alta Floresta, MT, 2021.)



A madeira é um recurso natural renovável. Na foto, toras de madeira certificada. (Eunápolis, BA, 2018.)

### Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “O que são as unidades de conservação?”.

#### Item 4

No 7<sup>o</sup> e no 8<sup>o</sup> anos, já foram tratados assuntos relativos à possibilidade de renovação ou não dos recursos naturais, como parte das habilidades **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.”) e **EF08CI01** (“Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.”).

A partir deste item 4 do capítulo, amplia-se a discussão sobre a relevância dos recursos naturais e a necessidade do adequado planejamento para sua utilização.

Portanto, espera-se que, ao trabalhar o restante deste capítulo, os estudantes ampliem sua visão sobre a importância da utilização racional dos materiais e da energia, bem como sobre a correta destinação de itens recicláveis.

## Interdisciplinaridade

A Geografia também aborda os conceitos de recursos naturais renováveis e não renováveis. Verifique com o professor desse componente como foi a abordagem, pois isso favorecerá seu planejamento pedagógico para este capítulo. Além disso, caso seja oportuno, o colega de Geografia pode atuar em conjunto, retomando conhecimentos já construídos pelos estudantes.

### Atividades

Após os dois textos *Em destaque* do item 4, podem ser propostas aos estudantes as questões 1 a 3 do *Use o que aprendeu*.

### Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

- **recurso natural renovável** Fonte natural de material ou de energia (recurso natural) que é reabastecida continuamente por processos naturais. A conservação de tais recursos envolve um compromisso entre a velocidade de sua exploração pela humanidade e a velocidade com que são renovados pela natureza. Exemplos: luz solar, ventos, mares, solo fértil, água não poluída e seres vivos.
- **recurso natural não renovável** Fonte natural de material ou de energia que contém uma quantidade finita daquilo que se deseja explorar e pode, conseqüentemente, acabar. Exemplos: minerais, petróleo e carvão mineral.
- **desenvolvimento sustentável** Desenvolvimento que tem por meta oferecer melhores condições de vida à população, mas realizado de modo que não comprometa a qualidade de vida das futuras gerações. Inclui a conservação dos ambientes naturais, a exploração sensata dos recursos naturais e a minimização da poluição.

## EM DESTAQUE

MEIO AMBIENTE

### Reduzir, reutilizar, reciclar

Ao usar recursos naturais como matéria-prima, o sistema produtivo industrial está explorando o ambiente.

Alguns dos recursos usados, como o ar, os seres vivos, a água e o solo, são renováveis, desde que explorados corretamente e de modo sustentável. Outras dessas fontes, entretanto, não são renováveis, como os minerais, o petróleo e o carvão mineral.

A necessidade que a sociedade tem (que **nós** temos) de usar recursos materiais propõe um grande desafio para o futuro. Os recursos não renováveis podem se esgotar e os recursos renováveis têm sido explorados, em geral, acima da capacidade que a natureza tem para renová-los.

Buscar alternativas para acabar com a exploração descontrolada de matérias-primas é um desafio urgente para a sociedade e todo cidadão pode contribuir para isso com simples mudanças em suas atitudes:

- **Refletindo** sobre a real necessidade de consumo;
- **Recusando** comprar coisas desnecessárias ou cuja produção e uso agridam o ambiente;
- **Reduzindo** o uso de recursos (especialmente os não renováveis) e, quando for realmente necessário consumi-los, priorizar o uso de recursos renováveis;
- **Reutilizando** objetos ao máximo;
- **Reciclando** materiais, como plástico, metal, papel e vidro.

Elaborado com dados obtidos de: FAHLMAN, B. D. et al. *Chemistry in context: applying Chemistry to society*. 9. ed. Nova York: McGraw-Hill/American Chemical Society, 2018.

#### ATIVIDADE A-Z

#### Amplie o vocabulário!

*Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.*

- recurso natural renovável
- recurso natural não renovável
- desenvolvimento sustentável



Observe esta foto, tirada no interior de um supermercado em São Paulo, SP (2018), e reflita sobre a relação entre recursos naturais e hábitos de consumo.

## Conheça os 12 princípios do consumo consciente

*“Consumir com consciência é consumir diferente, tendo no consumo um instrumento de bem-estar e não um fim em si mesmo.”*

MEIO AMBIENTE

- 1. Planeje suas compras**  
Não seja impulsivo nas compras. A impulsividade é inimiga do consumo consciente. Planeje antecipadamente e, com isso, compre menos e melhor.
- 2. Avalie os impactos de seu consumo**  
Leve em consideração o meio ambiente e a sociedade em suas escolhas de consumo.
- 3. Consuma apenas o necessário**  
Refleta sobre suas reais necessidades e procure viver com menos.
- 4. Reutilize produtos e embalagens**  
Não compre outra vez o que você pode consertar, transformar e reutilizar.
- 5. Separe seu lixo**  
Recicle e contribua para a economia de recursos naturais, a redução da degradação ambiental e a geração de empregos.
- 6. Use crédito conscientemente**  
Pense bem se o que você vai comprar a crédito não pode esperar e esteja certo de que poderá pagar as prestações.
- 7. Conheça e valorize as práticas de responsabilidade social das empresas**  
Em suas escolhas de consumo, não olhe apenas preço e qualidade. Valorize as empresas em função de sua responsabilidade para com os funcionários, a sociedade e o meio ambiente.
- 8. Não compre produtos piratas ou contrabandeados**  
Compre sempre do comércio legalizado e, dessa forma, contribua para gerar empregos estáveis e para combater o crime organizado e a violência.
- 9. Contribua para a melhoria de produtos e serviços**  
Adote uma postura ativa. Envie às empresas sugestões e críticas construtivas sobre seus produtos e serviços.
- 10. Divulgue o consumo consciente**  
Seja um militante da causa: sensibilize outros consumidores e dissemine informações, valores e práticas do consumo consciente. Monte grupos para mobilizar seus familiares, amigos e pessoas mais próximas.
- 11. Cobre dos políticos**  
Exija de partidos, candidatos e governantes propostas e ações que viabilizem e aprofundem a prática do consumo consciente.
- 12. Reflita sobre seus valores**  
Avalie constantemente os princípios que guiam suas escolhas e seus hábitos de consumo.”

Fonte: CONHEÇA os 12 princípios do consumo consciente. Akatu, 18 mar. 2011. Disponível em: <https://www.akatu.org.br/noticia/conheca-os-12-principios-do-consumo-consciente>. Acesso em: 22 abr. 2022.



BILLION PHOTOS/SHUTTERSTOCK

Quando for fazer compras, leve sua própria sacola. Assim, você evitará o desperdício de plástico em sacos e sacolinhas.

### ATIVIDADE

#### Reflita sobre suas atitudes

Além dessas, que outras atitudes **você** pode ter para que a sociedade agrida menos o ambiente?

## TCT Meio Ambiente

Os dois textos *Em destaque* do item 4 oferecem mais uma oportunidade de trabalho com a macroárea **Meio Ambiente** neste capítulo, desta vez abordando o TCT **Educação para o Consumo**.

### Conteúdos procedimentais sugeridos

- Ler e interpretar a lista de objetivos de desenvolvimento sustentável proposta na Agenda 2030 da ONU.
- Divulgar esses objetivos à comunidade e explicar sua relevância.
- Redigir um artigo de jornal que aborde a poluição do ar, da água e do solo, analise suas principais consequências e apresente soluções ao alcance da sociedade.

O primeiro desses conteúdos começou a ser trabalhado na seção *Motivação* da abertura deste capítulo. Seu desenvolvimento prossegue com o estudo deste capítulo e, na atividade de encerramento desta unidade, com a elaboração de um vídeo que divulgue à comunidade o que é a Agenda 2030 da ONU e qual sua importância para a humanidade. Este é o segundo dos conteúdos listados.

Neste último capítulo da obra, enfatize aos estudantes, mais uma vez, a importância da capacidade de ler e interpretar textos, fundamental a todo cidadão. Proponha aos estudantes ler e interpretar novamente os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável para que, desde já, comecem a desenvolver a roteirização para elaborar o vídeo. (Ao docente, pode ser útil o conjunto de informações apresentadas no infográfico “Produzindo mídias digitais”, no item *Sobre TDICs* na parte inicial deste Manual do professor.)

A redação de artigo para jornal, o terceiro conteúdo procedimental sugerido, consta da *Sugestão de atividade* apresentada mais à frente.

## Conteúdos atitudinais sugeridos

- Repudiar o desperdício de recursos; perceber e criticar as diferentes formas de desperdício.
- Ser consciente de que recursos provenientes da natureza podem se esgotar.
- Adotar hábitos de consumo consciente, não comprando por impulso, avaliando a real necessidade de cada compra e os impactos do consumo sobre o ambiente.
- Reutilizar itens de consumo sempre que possível.
- Enviar para reciclagem todos os materiais que não for reaproveitar.
- Ser propagador das ideias de consumo consciente.
- Ter postura crítica quanto à atuação das lideranças governamentais, políticas e empresariais em relação ao meio ambiente.

Aproveite os textos *Em destaque* do item 4 e o item 5 para trabalhar a conscientização dos estudantes e a relevância de incorporar essas atitudes.

### Sugestão de atividade

Redigir um artigo de jornal que fale sobre o que é **consumo consciente** e que incentive a população a praticá-lo. O artigo deve apresentar, em linguagem adequada ao tipo de texto em questão, os motivos pelos quais determinados hábitos de consumo podem ser ameaças ao meio ambiente e que atitudes conscientes as pessoas devem ter ao realizar suas compras.

A seu critério, as produções realizadas podem ser incluídas nas postagens no *blog* a serem realizadas na atividade de encerramento desta unidade.

#### ATIVIDADE

##### Refleta sobre suas atitudes

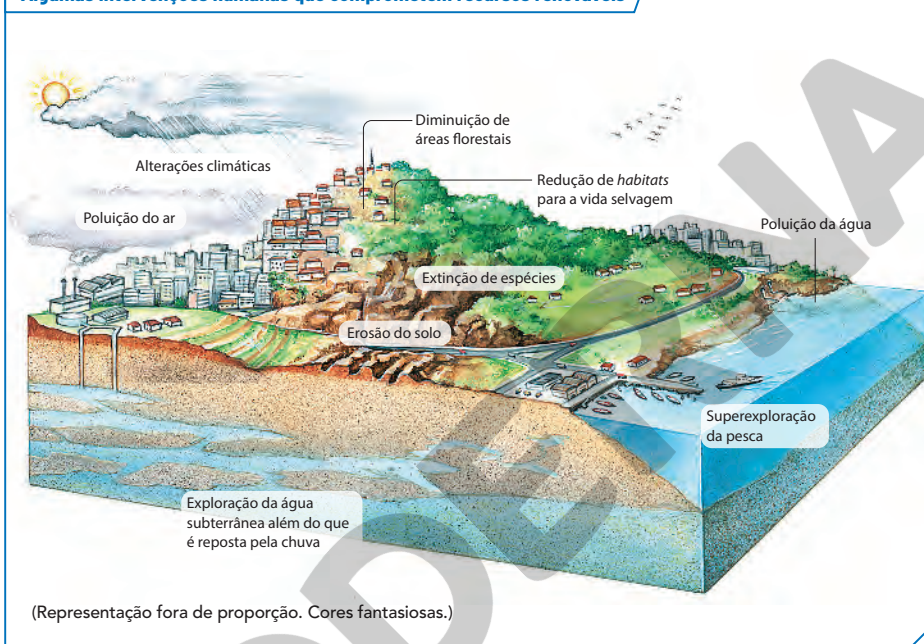
Quais de **seus** hábitos e atitudes contribuem para o desenvolvimento não sustentável da humanidade? É possível alterar esses hábitos e atitudes?

## 5 Ameaça aos recursos renováveis

O ser humano não é mais importante que os outros seres vivos. Nós dependemos dos recursos do planeta para sobreviver. A Terra, no entanto, não precisa de nós. Se a espécie humana for extinta como consequência de nossa própria incapacidade de controlar a exploração do ambiente, o planeta continuará existindo, e muitos outros seres vivos também.

Os recursos naturais são limitados e também não é inesgotável a capacidade que o planeta Terra tem de receber resíduos.

### Algumas intervenções humanas que comprometem recursos renováveis



Fonte: MILLER JR., G. T.; SPOOLMAN, S. E. *Living in the environment*. 19. ed. Boston: Cengage, 2018. p. 11.

## 6 O crescimento da população humana

No início da era cristã a população mundial contava com cerca de 200 milhões de pessoas e cresceu gradualmente até cerca de 1 bilhão por volta de 1800. Daí saltou para 2 bilhões nas primeiras décadas do século XX e disparou para 7 bilhões de pessoas em 2011.

### Algumas razões do crescimento populacional

O considerável aumento da população mundial nas últimas décadas deve-se, principalmente, à diminuição da mortalidade resultante dos progressos da Ciência e da Tecnologia. Medicamentos mais avançados, procedimentos médicos mais eficazes, técnicas de

250

### Refleta sobre suas atitudes

Se possível, reserve um tempo da aula para que os estudantes compartilhem, em uma roda de conversa, as respostas sobre os questionamentos feitos acerca de hábitos e atitudes relacionados à sustentabilidade.

É importante levá-los a compreender que, ainda que a contribuição individual possa parecer inexpressiva, todas as atitudes que promovam a sustentabilidade são fundamentais. Cada cidadão é responsável por fazer a sua parte, e, além disso, o conjunto das contribuições individuais tornam o resultado coletivo extremamente relevante.

As atitudes individuais que favorecem a sustentabilidade não devem jamais ser esquecidas e sua prática deve estar incorporada ao dia a dia, como um dos aspectos do exercício da cidadania.

assistência às gestantes, melhores condições para o tratamento da água e para o saneamento básico são algumas das razões que, em muitas partes do mundo, reduziram a mortalidade infantil e aumentaram a expectativa de vida da população.

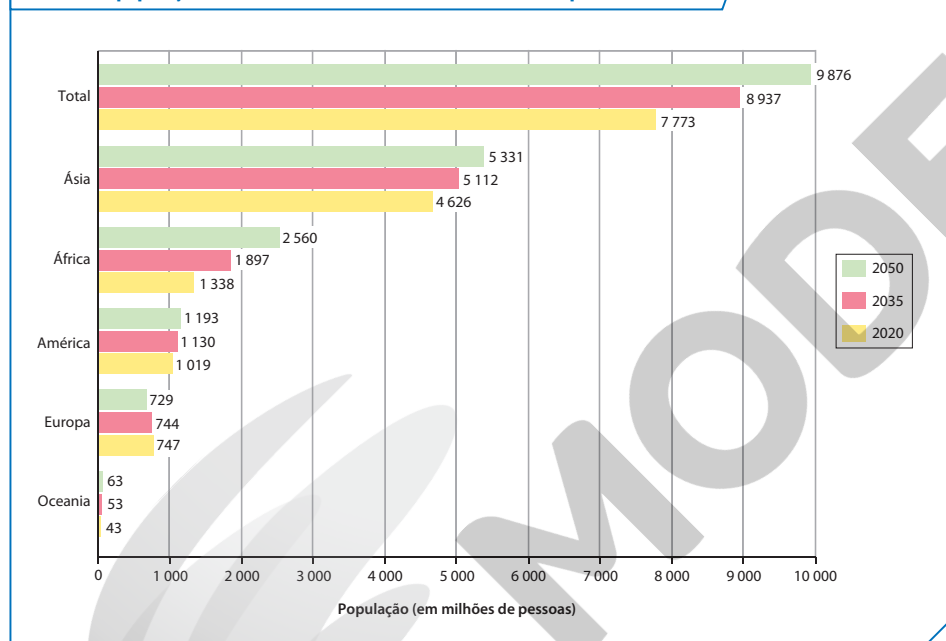
Paralelamente, avanços da tecnologia agrícola, com destaque para os métodos de controle de pragas e as técnicas para melhorar a fertilidade do solo com o uso de fertilizantes inorgânicos, possibilitaram grande aumento da produtividade agrícola no transcorrer do século XX, permitindo alimentar a crescente população. Hoje, mais de 90% do alimento da população mundial provém da agricultura.

Todos esses progressos que ajudaram a abrigar mais pessoas no planeta mostram que a espécie humana teve um sucesso adaptativo fabuloso. Contudo, esse sucesso tem um outro lado. Neste capítulo, vimos que o planeta Terra dispõe de uma quantidade finita de recursos não renováveis e apresenta uma capacidade limitada para repor os recursos renováveis e para absorver e reciclar os resíduos produzidos por esses bilhões de pessoas.

### Mais pessoas, mais problemas

Até 2050, a expectativa é de que a população mundial seja de quase 10 bilhões de pessoas.

Gráfico da população mundial em meados de 2020 e estimativas para 2035 e 2050



Fonte: Gráfico elaborado a partir de dados de POPULATION REFERENCE BUREAU. 2020 World Population Data Sheet. Washington: PRB, 2020. Disponível em: <https://interactives.prb.org/2020-wpds/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

### Atividades

Após o item 5, os estudantes podem trabalhar a questão 4 do *Use o que aprendeu* e a atividade 3 do *Explore diferentes linguagens*.

### Item 6

Ao trabalhar esse item, enfatize as dificuldades ao desenvolvimento provocadas pelo crescimento populacional. Na ocasião em que este livro foi finalizado, a população mundial estava na iminência de atingir 8 bilhões de pessoas, fato previsto para novembro de 2022, segundo o relatório **World Population Prospects 2022**, da ONU. Disponível em: [https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022\\_summary\\_of\\_results.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf). Acesso em: 5 ago. 2022.

Ajude os estudantes a interpretar os dados do gráfico de barras horizontais apresentado. Na parte inferior do gráfico, os dados populacionais estão expressos em milhões de pessoas. Assim, por exemplo, **9 876 milhões de pessoas** (estimativa que aparece no gráfico para a população mundial no ano de 2050) equivalem a **9 bilhões e 876 milhões de pessoas**.

Note que a estimativa para a Europa é a de que ocorra decréscimo populacional de 2020 (747 milhões) para 2050 (729 milhões).

### Interdisciplinaridade

O aumento da população mundial e suas consequências são também de grande importância para o componente Geografia. Assim, o item 6 pode ser trabalhado por ambos os professores, dada essa sobreposição de conteúdos conceituais dos dois componentes.

Quanto à interdisciplinaridade com Matemática, o gráfico do item 6 permite a abordagem de porcentagem. Trata-se do cálculo das taxas percentuais de crescimento esperadas para os continentes. Isso é proposto na atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*. Na resposta dessa atividade 4, neste Manual do professor, há o detalhamento dos cálculos de porcentagem solicitados.

## Para discussão em grupo

Embora nem sempre verbalizem, há pessoas que compartilham do pensamento expresso no primeiro parágrafo do primeiro boxe *Para discussão em grupo* do item 6.

Além disso, durante o debate, você possivelmente perceberá que o argumento de alguns estudantes poderá girar em torno da ideia de que “é muito importante preservar a natureza, mas essa iniciativa deve partir do governo e das grandes indústrias, já que a quantidade de poluição que eu produzo é muito pequena”.

Mais uma vez, destaque que a atitude individual tem grande relevância. Cada um é responsável por fazer a sua parcela que, no cômputo geral, torna o resultado coletivo relevante.

Nesse contexto, o trabalho com os conteúdos atitudinais propostos para este capítulo merece especial atenção.

## Interdisciplinaridade

Pode ser oportuno o tratamento da atividade anteriormente comentada de modo interdisciplinar com Língua Portuguesa, visando à produção de textos escritos e com a publicação do material produzido nos *blogs* de Ciências das equipes, incorporando-se à atividade de encerramento desta unidade D.

## Visão crítica sobre fake news

O tema proposto no primeiro *Para discussão em grupo* do item 6 oferece outra oportunidade para discutir com os estudantes o surgimento de *fake news*, já que diversas justificativas falaciosas que favorecem a destruição do meio ambiente são criadas e compartilhadas com frequência. (A respeito da validade ou da fragilidade de argumentações, veja o item *Algumas considerações sobre inferir, propor e argumentar*, na parte inicial deste Manual do professor.)

### ATIVIDADE



#### Para discussão em grupo

Uma pessoa diz que se preocupar com o ambiente é bobagem, porque significa voltar a padrões primitivos de vida, deixando de lado os benefícios trazidos pelo progresso.

Que argumentos convincentes podemos apresentar a essa pessoa em favor da defesa ambiental?



#### Use a internet

Conheça mais sobre **atitudes responsáveis** no uso de energia elétrica e no consumo de bens. Visite a página do Programa Nacional de Energia (Procel) e do Instituto Akatu Por um Consumo Consciente: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>; <https://www.akatu.org.br>. Acesso em: 3 maio 2022.

Caso esses endereços tenham mudado, busque por *Procel dicas de economia de energia* e por *Instituto Akatu*.

Com o crescimento populacional, ocorre o aumento da exploração de recursos naturais e da produção de resíduos que poluem o ar, a água e o solo. Além disso, a área coberta por florestas é ocupada por cidades, o que reduz a biodiversidade e o espaço destinado à agricultura. Se, ainda, não houver manejo correto da terra, esta se torna improdutivo.

A disputa de recursos é motivo de desentendimentos em várias partes do mundo. Vez ou outra os noticiários mostram conflitos provocados pela posse de terra fértil ou pela disputa de reservas de água doce. Com o aumento da população, tais conflitos tendem a se agravar, principalmente nas regiões pobres do planeta, onde a distribuição desigual de renda já oferece enormes dificuldades para o acesso à água, à terra fértil, ao alimento, à moradia e ao saneamento básico.

A visão de que a humanidade caminha para uma tragédia tem sido defendida por alguns cientistas já há algumas décadas, mas a desinformação e os interesses políticos, sociais e econômicos de pessoas ou de grupos de pessoas têm dificultado bastante a mudança de rumos.

Por tudo isso, **é fundamental que cada indivíduo tenha consciência de suas responsabilidades** (o que se pode verificar nas atitudes individuais e nas coletivas), pois somente assim as futuras gerações não sofrerão as consequências da exaustão ou do comprometimento de recursos naturais.

## As soluções começam conosco

O que podemos fazer para tornar menos sombrio o futuro de nossa espécie? Providências devem ser tomadas logo, e elas começam com nossas atitudes individuais na vida cotidiana.

Há pessoas que têm pensamentos do tipo: “não há problema em descartar meu lixo de modo incorreto”, “não é o meu lixo que vai agravar o problema ambiental” ou “tudo bem eu desperdiçar recursos, pois o que eu gasto é muito pouco”. Esse tipo de raciocínio poderia até funcionar se existissem pouquíssimos seres humanos no planeta. Mas, com bilhões de pessoas e com o aumento desenfreado da população mundial, tal raciocínio é incorreto.

Sobre aquilo que cada um de nós deve fazer, vale uma ideia muito simples e importante: *devemos pensar globalmente e agir localmente*. **Pensar globalmente** é refletir sobre como nossas atitudes interferem no ambiente e no planeta. **Agir localmente** começa com a nossa própria rotina de vida, em nossa casa, nossa escola e nossa comunidade. Precisamos consumir tanto e desperdiçar tantos recursos e tanta energia? Precisamos usar tantos produtos descartáveis? Que fazemos para contribuir para a reciclagem do lixo? Passamos informações a outras pessoas sobre os problemas ambientais que algumas de nossas atitudes diárias provocam?



**ATIVIDADE**

**Trabalho em equipe**

A critério do professor, pode-se fazer uma **visita guiada** a uma cooperativa ou indústria que faça reciclagem.

O professor orientará previamente as equipes sobre como proceder (antes, durante e depois).

Para uma atividade **segura e proveitosa**, siga as recomendações!

Pequenos gestos, como dar destino ao lixo reciclável em lixeiras ou em postos de coleta seletiva, são o ponto de partida para resolver os problemas criados pelo próprio ser humano. **Faça você também a sua parte.**

- A. Lixeiras de coleta seletiva no Rio de Janeiro, RJ, 2021. O recipiente marrom nessa foto é para o descarte de lixo não reciclável.
- B. Posto de coleta seletiva em Aracaju, SE (2018).

**As soluções envolvem a coletividade**

Além das providências individuais, é necessário que governantes, empresas e órgãos sejam pressionados pela sociedade a agir rápida e concretamente a favor da sustentabilidade.

Nesse processo, é importante destacar o trabalho, em todo o mundo, de organizações não governamentais (ONGs) comprometidas com questões ambientais. Mas as conquistas ainda são pequenas quando comparadas à dimensão dos problemas e da população do planeta.

Controlar o crescimento da população mundial é outro fator que deve ser tratado com máxima urgência, para que a humanidade tenha tempo de resolver seus enormes problemas sociais, para reduzir a necessidade de recursos naturais e para administrar a exploração desses recursos de modo que assegure o desenvolvimento sustentável.

Apesar das muitas controvérsias sobre esse ou aquele ponto, quando refletimos sobre a situação atual e o futuro da humanidade, não há como escapar da ideia de que o desenvolvimento do planeta deve se tornar sustentável, e rápido, ou o destino da humanidade estará ameaçado por explorarmos o planeta além das possibilidades naturais de recuperação.

**ATIVIDADE**

**Para discussão em grupo**

Que meios éticos poderiam ser usados para controlar o aumento da população humana?

**Visita guiada**

Pesquise quais cooperativas e indústrias de reciclagem existem na sua região e se recebem grupos para visitas. Estruture a atividade proposta no box *Trabalho em equipe* do item 6 conforme recomendado no item *Visitas guiadas*, da parte inicial deste Manual do professor. Se possível, compareça previamente para conferir as condições de segurança do local e para registrar em fotos e vídeos aquilo que poderá ser visto pelos estudantes, a fim de utilizar esse material na roteirização da atividade.

Elabore perguntas pertinentes e condizentes com o que será observado na visita guiada, apresente-as previamente em sala de aula e explique o que deverá ser feito pelas equipes durante e após a visita.

Seja enfático quanto aos aspectos referentes à segurança durante a visita. Explique que os materiais descartados oferecem possibilidades de ferimentos e de contaminação, razões pelas quais os estudantes não devem ter contato direto com eles.

Durante a visita, os estudantes devem estar identificados, e você e os demais agentes educacionais devem **supervisionar a turma o tempo todo**, a fim de evitar quaisquer situações de risco.

Combine antecipadamente como as equipes deverão entregar os resultados. Estabeleça uma data e explique a forma de apresentação. Explique com clareza que aspectos são esperados, como os estudantes serão avaliados e esclareça todas as dúvidas.

**Para discussão em grupo**

O tema sugerido no segundo box *Para discussão em grupo* do item 6 propicia abordar pontos como a liberdade individual de escolha dentro de uma sociedade plural e democrática e o direito de todos os cidadãos terem acesso a métodos de planejamento familiar.

Essa discussão está alinhada à temática do box *Trabalho em equipe* do item 1 deste capítulo e da atividade de encerramento da unidade.

**De olho na BNCC!**

A proposta de visita guiada do box *Trabalho em equipe* e os dois temas sugeridos nos boxes *Para discussão em grupo* do item 6 favorecem o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois estimulam os estudantes a 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.

**Atividades**

Ao final do item 6, proponha aos estudantes as atividades 4 e 5 de *Explore diferentes linguagens*.

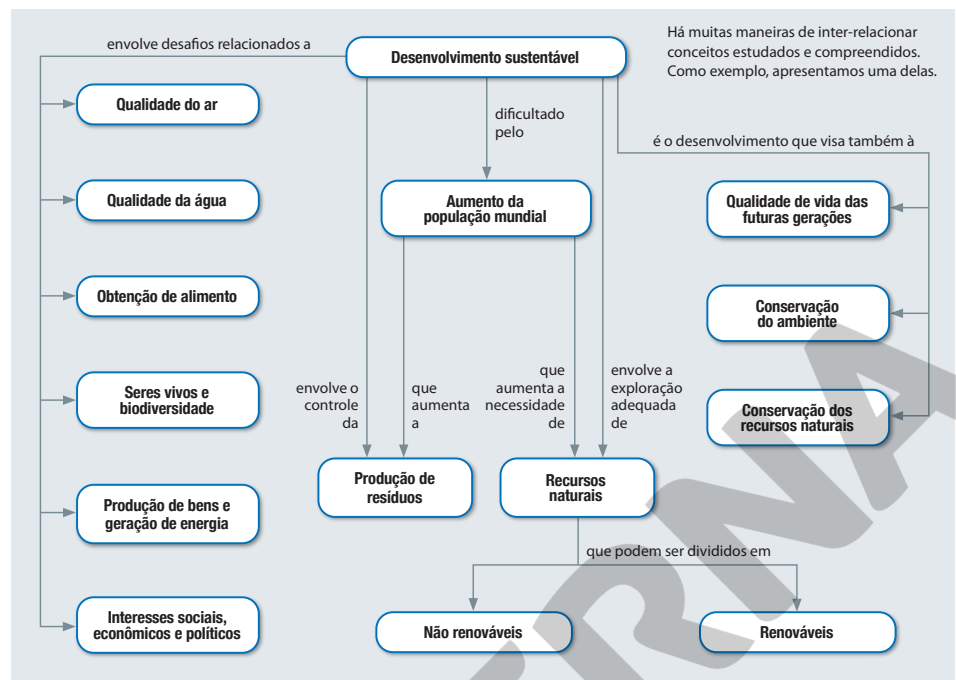
## Respostas do Use o que aprendeu

1. Sim. Somos animais e, portanto, estamos sujeitos, em linhas gerais, tanto quanto os outros animais, às mesmas leis da natureza.
2. Não. Todas as substâncias, todos os materiais e toda a energia utilizada pela humanidade provêm, direta ou indiretamente, de recursos naturais.
3. Espera-se que os estudantes percebam que, por sermos parte da natureza, é impossível vivermos independentemente dela ou tentar controlá-la visando exclusivamente aos nossos interesses.
4. Entre os muitos exemplos que podem ser citados estão: substituir gasolina por etanol, embalagens de plástico por embalagens de papel, embalagens de alumínio por embalagens de papel, roupas de tecidos provenientes do petróleo por roupas de algodão, carvão mineral por lenha e gás natural por biogás.

## Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Resposta pessoal. Espera-se que o texto contraponha a ideia de crescimento econômico sem considerar os danos ao ambiente (conceito tradicional de desenvolvimento) à ideia de crescimento econômico condicionado pelo impacto que causa no ambiente (desenvolvimento sustentável).
2. Na fábula, a galinha que bota ovos de ouro é fonte de riqueza para seu dono. Ele, por ganância, decide matá-la para obter, de uma só vez, todo o ouro que deve haver dentro dela. O dono descobre, espantado, que não há ouro algum. A lição é que a pressa para obter o máximo de vantagens da galinha fez com que seu dono perdesse a fonte de riqueza que era lenta, porém contínua.

## Organização de ideias MAPA CONCEITUAL



### ATIVIDADE

#### Use o que aprendeu

1. O ser humano faz parte da natureza? Justifique sua resposta.
2. A espécie humana pode viver de modo totalmente independente dos recursos naturais? Explique.
3. Que relação há entre a resposta às duas perguntas anteriores?
4. Neste capítulo, afirmou-se que uma das maneiras de conservar os recursos não renováveis é substituindo-os por recursos que possam ser renovados. Faça uma lista com pelo menos cinco exemplos de substituições desse tipo que podem ser feitas pela sociedade.

### ATIVIDADE

#### Explore diferentes linguagens

A critério do professor, estas atividades poderão ser feitas em grupos.

#### TEXTO

1. Redija um texto de dez a quinze linhas fazendo comparações entre o conceito tradicional de desenvolvimento e o conceito de desenvolvimento sustentável.

254

O planeta Terra é fonte de recursos para a sobrevivência da humanidade. A exploração muito rápida desses recursos, acima da capacidade natural de recomposição, pode devastar o ambiente e, então, não haverá mais a possibilidade de obter os recursos necessários. É importante que o professor também destaque uma importante **diferença** entre a Terra e a galinha dos ovos de ouro: o ser humano **não** é dono da Terra e, em termos biológicos, não há motivo algum para que nossa espécie se considere mais importante do que qualquer outra que habita este planeta.

3. Espera-se que os estudantes não concordem com a ideia da pessoa e percebam que a soma das atitudes individuais é que traz resultados (bons ou ruins) para a coletividade. Além disso, a variação das ruas é necessária mesmo que as pessoas não joguem lixo nelas, pois existem as folhas que caem das árvores, a terra e a areia espalhadas pelo vento etc. E mesmo com um bom sistema de varrição de rua, este não é suficiente para recolher a enorme quantidade de lixo jogada todos os dias nas ruas das cidades pela população.



### FÁBULA

2. Você conhece a fábula *A galinha dos ovos de ouro*? Se não a conhece, informe-se a respeito dela. Em seguida, responda no ca-

derno: quais características do planeta Terra podem ser comparadas à “galinha dos ovos de ouro”?

### OPINIÃO INDIVIDUAL

3. Uma pessoa viu um cartaz que incentivava a população a não jogar lixo nas ruas e disse: “Eu vou continuar jogando lixo na rua porque todo mundo faz isso. Não é o meu lixo que vai piorar os problemas da cidade. Além disso,

existem funcionários da prefeitura que são pagos para varrer as ruas”.

Comente a opinião dessa pessoa e diga se você concorda, discorda ou concorda parcialmente com ela.

### GRÁFICO

4. No item 6 deste capítulo há um gráfico sobre o crescimento da população mundial. Consulte-o para responder às perguntas.
- a) Em qual dos continentes se espera redução da população de 2020 para 2050?
- b) Com auxílio do seu professor, se necessário, calcule o aumento porcentual esperado para a população do planeta entre 2020 e 2050.

- c) Faça o mesmo tipo de cálculo pedido no item anterior para cada um dos continentes.
- d) Compare as respostas anteriores e responda: em quais continentes se espera que a população cresça, entre 2020 e 2050, proporcionalmente mais do que crescerá a população do planeta nesse mesmo período?

### ENCENAÇÃO

5. O professor dividirá a classe em grupos. Cada um deles deve preparar uma encenação que envolva diálogos entre duas pessoas com ideias opostas relativas ao ambiente. Por exemplo, um dono de madeira dialogando com alguém que deseja evitar o desflorestamento, um dono de indústria poluidora do ar argumentando com uma autoridade responsável pelo controle da qualidade do ar etc. Ambos os lados devem apresentar argumentos para defender seu ponto de vista.



AMANDA DUARTE/  
ARQUIVO DA EDITORA

### Seu aprendizado não termina aqui

Os meios de comunicação noticiam todos os anos a realização de reuniões com representantes dos países mais ricos. É frequente, nessas reuniões, a discussão das questões ambientais. Acompanhe essas notícias e conheça a posição dos diferentes

países, o que eles têm feito sobre as questões ambientais, a interferência dos problemas econômicos nessas discussões e as demais dificuldades que a humanidade enfrenta para atingir o desenvolvimento sustentável.

255

4. a) Na Europa.  
b) Vamos usar valores em milhões de pessoas.

$$\begin{array}{l} \text{Em 2020: } 7773 \\ \text{Em 2050: } 9876 \\ 9876 - 7773 = 2103 \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 7773 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 2103 \quad \text{---} \quad x \end{array} \\ x = \frac{2103}{7773} \cdot 100\% \\ \text{Crescimento (x): } 27,1\% \end{array}$$

- c) Por cálculos similares a esse, chegamos a:

$$\begin{array}{l} \text{Ásia} \\ \text{Em 2020: } 4626 \\ \text{Em 2050: } 5331 \\ 5331 - 4626 = 705 \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 4626 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 705 \quad \text{---} \quad y \end{array} \\ \text{Crescimento (y): } 15,2\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{África} \\ \text{Em 2020: } 1338 \\ \text{Em 2050: } 2560 \\ 2560 - 1338 = 1222 \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 1222 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 1338 \quad \text{---} \quad z \end{array} \\ \text{Crescimento (z): } 109,5\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{América} \\ \text{Em 2020: } 1019 \\ \text{Em 2050: } 1193 \\ 1193 - 1019 = 174 \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 1019 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 174 \quad \text{---} \quad w \end{array} \\ \text{Crescimento (w): } 17,1\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Europa} \\ \text{Em 2020: } 747 \\ \text{Em 2050: } 729 \\ 747 - 729 = 18 \\ \text{Atente que essa variação é de } \mathbf{diminuição!} \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 747 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 18 \quad \text{---} \quad p \end{array} \\ \text{Decréscimo (p): } 2,4\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Oceania} \\ \text{Em 2020: } 43 \\ \text{Em 2050: } 63 \\ 63 - 43 = 20 \\ \begin{array}{l} \text{Pessoas} \quad \text{Porcentagem} \\ 43 \quad \text{---} \quad 100\% \\ 20 \quad \text{---} \quad q \end{array} \\ \text{Crescimento (q): } 46,5\% \end{array}$$

- d) Pelos dados, a África (109,5%) e a Oceania (46,5%) devem crescer porcentualmente mais do que a população mundial (27,1%).

5. Encenação.

### De olho na BNCC!

A seção *Seu aprendizado não termina aqui* favorece o desenvolvimento da **competência específica 6**, por estimular a utilização de diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para acessar informações e produzir conhecimentos.

## Fechamento da unidade D

**Objetivo:** Propiciar uma situação de trabalho coletivo que complete o desenvolvimento das habilidades EF09CI12 e EF09CI13 da BNCC, iniciado no capítulo 12.

**Comentário:** Nesta atividade, as equipes são solicitadas a revisar os materiais produzidos nas seções *Trabalho em equipe* dos itens 1 e 3 do capítulo 12, nos quais desenvolveram-se, respectivamente, as habilidades EF09CI13 e EF09CI12 da BNCC, a complementá-los e a melhorá-los naquilo que for possível.

A sua participação norteadora é fundamental. Oriente os estudantes sobre os aspectos que, naquelas produções, precisam de melhor desenvolvimento. (Veja os comentários sobre aquelas atividades no capítulo 12 deste Manual do professor.) Leve em consideração o que está explicitado na BNCC, que afirma que os estudantes devem ser capazes de desenvolver “ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental” (BNCC, 2018, p. 323).

A atividade também solicita a cada equipe que elabore um vídeo de divulgação científica à comunidade explicando o que é a Agenda 2030 da ONU e sua relevância. (Para ajudá-lo a orientar os estudantes, podem ser úteis as informações apresentadas em *Sobre TDICs*, na parte inicial deste Manual do professor.)

Assim, mediante a participação ativa de todos os estudantes, a intenção é dar real significado à necessidade de a sociedade estar atenta, em todas as suas atividades, às demandas do desenvolvimento sustentável.

### TCT Meio Ambiente

Esta atividade de fechamento de unidade oferece a possibilidade de abordar a temática **Educação Ambiental**, pertinente à macroárea de TCTs **Meio Ambiente**.

## Fechamento da unidade #

### Isso vai para o nosso blog!

#### As soluções começam conosco!



MEIO AMBIENTE

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um blog na internet sobre a importância do que se aprende em Ciências da Natureza. Nesta atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos para incluir no blog.

DANIEL ZEPPO/ARQUIVO DA EDITORA

No item 1 do capítulo 12, o *Trabalho em equipe* foi sobre os grandes desafios ambientais de nossa sociedade. Revisem o material produzido, complementando-o e melhorando-o no que for possível. Publiquem no blog.

Proponham iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações sustentáveis bem-sucedidas.

O *Trabalho em equipe* do item 3 do capítulo 12 abordou as unidades de conservação e suas características. Revisem o material produzido e publiquem-no no blog.

Justifiquem a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades, as populações humanas e as atividades a eles relacionados.

Elaborem um vídeo que explique o que é Agenda 2030 da ONU (seção *Motivação* do capítulo 12) e qual sua importância para a humanidade.

256

### De olho na BNCC!

A atividade de fechamento de unidade favorece as **competências gerais 1, 4, 5, 9 e 10** e as **competências específicas 4, 6 e 8** (conforme comentado na parte inicial deste Manual do professor).

São também favorecidas por esta atividade: a **competência geral 7**, com relação a 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; e a **competência específica 5**, pois a proposta estimula os estudantes a construir argumentos com base em evidências, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

No que diz respeito às habilidades da BNCC, esta atividade permite, conforme já foi mencionado, completar o desenvolvimento das habilidades EF09CI12 e EF09CI13.

## Algumas palavras finais ao estudante

**A**o chegar ao final do 9º ano, esperamos que você tenha desenvolvido algumas habilidades e novos interesses.

Em primeiro lugar, esperamos que você tenha desenvolvido o gosto por aprender. Aprendemos todos os dias, e de muitas maneiras diferentes, já que as informações podem chegar até nós de modos muito variados.

Em segundo lugar, desejamos que você tenha desenvolvido a capacidade de aprender a aprender, ou seja, a habilidade de “se virar sozinho” na busca de informação nas mais variadas fontes. Nenhum livro, por mais completo que seja, pode conter todas as informações sobre um determinado assunto. Além disso, ninguém consegue memorizar todas as informações que podem vir a ser úteis. Mais importante que decorar “um monte” de coisas é saber onde e como procurar as informações necessárias, e ser capaz de entendê-las e utilizá-las.

Em terceiro lugar, esperamos que você tenha percebido que o estudo das Ciências da Natureza permite compreender melhor o mundo em que vivemos e possibilita enfrentar situações cotidianas com mais sucesso. A compreensão das Ciências da Natureza contribui para que o ser humano viva em harmonia com o ambiente, buscando o conforto no presente, sem ameaçar a qualidade de vida das gerações futuras. A aplicação dos princípios científicos, com ética e cidadania, permite que toda a sociedade tenha melhor qualidade de vida.

Todos nós, quando crianças, temos muita curiosidade de saber como as coisas são e como funcionam. Ao crescer, alguns perdem essa curiosidade, outros a mantêm. Nós torcemos para que você seja um daqueles que nunca vão perder a curiosidade de conhecer melhor a natureza e seus fenômenos.

Seu aprendizado de Ciências da Natureza não termina aqui!

*Os autores*

## Suplemento de projetos

As atividades que constituem esse suplemento são indicadas em momentos específicos do curso, conforme é proposto em comentários pontuais ao longo deste Manual do professor.

Comentários sobre cada um dos projetos, quando se fazem necessários, são feitos junto das respectivas ocorrências.

### De olho na BNCC!

As atividades propostas nesta parte final do volume versam sobre diferentes aspectos conceituais nele estudados. Uma vez que essas atividades incluem práticas de investigação e reflexão, recomendadas para realização em grupos de estudantes, elas proporcionam o desenvolvimento das **competências gerais 2, 9 e 10** da BNCC.

Essas atividades colaboram para dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica (**competência específica 2**), analisar, compreender e explicar fenômenos e processos relativos ao mundo natural, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas (**competência específica 3**) e construir argumentos com base em dados e evidências (**competência específica 5**).

# SUPLEMENTO DE PROJETOS



BILLION PHOTOS/SHUTTERSTOCK



**Objetivo**

- ▶ Escrever num papel com tinta invisível e, a seguir, tornar a escrita visível usando uma reação química.

Vocês vão precisar de:

- suco de limão espremido na hora (Lavem bem as mãos antes de se expor ao sol!)
- folha de papel branco
- água
- conta-gotas
- colher
- pincel fino
- pincel grosso
- dois copos de vidro (de requeijão)
- tintura de iodo (adquirida em farmácia) (Cuidado, pois ela mancha a pele e as roupas!)

**Procedimento**

1. Usem o pincel fino para escrever com o suco de limão na folha de papel (figura A).
2. Esperem até que o papel seque à sombra. Não levem o papel ao sol nem se exponham à luz solar antes de lavar bem as mãos para remover qualquer respingo de suco de limão. Tomar sol com suco de limão na pele produz queimaduras e manchas escuras que levam muito tempo para sair.
3. Adicionem 60 gotas de tintura de iodo a meio copo (de requeijão) de água (figura B) e mexam com uma colher.
4. Mergulhem o pincel grosso nesse líquido e esfreguem-no sobre a folha. Observem os dizeres se tornarem visíveis (figura C).
5. Proponham uma explicação para o que vocês observaram. Comparem sua explicação com a de outros grupos e discutam-na com o professor.

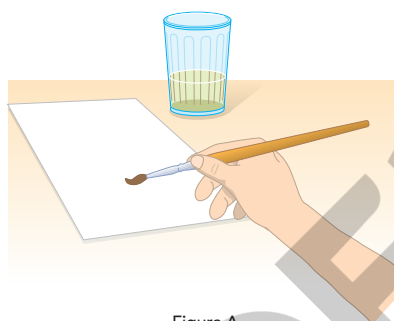


Figura A



Figura B



Figura C

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

**Projeto 1**

Nesse projeto, sugerido no capítulo 1, o suco de limão é a “tinta invisível”, e uma solução feita com 60 gotas de tintura de iodo (solução alcoólica de  $I_2$ ) adicionadas a meio copo de água atua como “revelador” da escrita, tornando-a visível.

Quando essa solução aquosa de iodo é aplicada ao papel, o iodo ( $I_2$ ) nela presente interage com fragmentos de carboidratos similares ao amido existentes no papel, produzindo uma coloração roxa (ou azul-escura).

Substâncias presentes no suco do limão (especialmente a vitamina C, também denominada ácido ascórbico) reagem com o iodo, consumindo-o (transformando-o em outra espécie química, o iodeto,  $I^-$ ). Assim, nos locais em que se escreveu com o suco do limão, não haverá iodo e, portanto, não aparecerá a coloração roxa no papel. Isso permite a visualização daquilo que foi escrito, pois permanece como áreas brancas em meio à cor roxa.

Evidentemente, não se espera que os estudantes proponham a explicação completa, mas que concluam que “algo” no suco do limão impede o aparecimento da cor roxa. Você pode concluir dizendo que esse “algo” reage com o iodo, consumindo-o.

## Projeto 2

Esse projeto é oportuno no capítulo 7.

Ele envolve a determinação da velocidade de uma gota de água em queda através do óleo de cozinha.

Como decorrência do atrito viscoso com o óleo, que se opõe à queda da gota de água, a velocidade terminal de gotas pequenas (como as produzidas por conta-gotas, que têm volume aproximado de 0,05 mL) é atingida rapidamente, antes que a gota chegue à marca de 0 cm da régua fixada na proveta.

O projeto recomenda colocar óleo até acima da marca de 1 litro da proveta justamente para garantir que a gota já estará em regime de queda com velocidade constante ao ser observada pelos estudantes em seu movimento ao longo da régua.

Saiba que as equipes determinarão diferentes valores para a velocidade média, pois gotas de tamanhos diferentes apresentam velocidades terminais distintas.

Experimente jogar uma colher (de café) de água dentro da proveta. Isso irá produzir várias gotas de tamanhos diferentes e facilmente se perceberá a diferença nas velocidades de queda em função do tamanho.

Essa constatação permite uma analogia com a atuação da resistência do ar sobre corpos em queda na atmosfera. Graças a essa resistência, objetos mais pesados adquirem maiores velocidades terminais de queda no ar, mas não se a queda for no vácuo.

O óleo usado no experimento, após separado da água usando um funil de separação, deve ser guardado em frasco bem fechado, para nova utilização nessa experimentação com a próxima turma.

## PROJETO

# 2

## Determinação da velocidade média de um móvel

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

### Objetivo

- ▶ Realizar medidas experimentais que permitam calcular a velocidade média de uma gota de água caindo através de óleo de cozinha.

Este experimento deve ser feito por grupos de três ou mais estudantes.

O grupo vai precisar de:

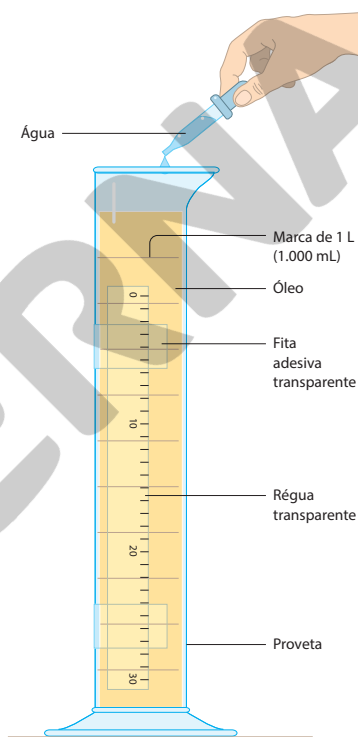
- régua transparente de 30 cm
- óleo de cozinha
- fita adesiva transparente
- cronômetro
- proveta transparente de 1 litro
- lápis e papel
- conta-gotas
- água

### Procedimento

1. A proveta deve estar limpa e seca. Ela é um equipamento frágil; é preciso ter cuidado ao manuseá-la para não quebrá-la e não se cortar. Deve-se despejar óleo dentro dela até a marca de 1 litro ou um pouco acima.
2. A régua deve ser fixada à proveta com fita adesiva. A indicação inicial da régua, 0 cm, deve estar voltada para cima e a indicação final, 30 cm, deve estar a cerca de 2 cm da base da proveta, como mostra a figura.
3. Um membro do grupo deve pingar uma gota de água dentro da proveta. Outro membro, que manipula o cronômetro, deve acioná-lo assim que a gota estiver na marca de 0 cm da régua e desligá-lo quando a gota estiver na marca de 30 cm.
4. Têm-se, portanto, as medidas da distância percorrida por essa gota e do tempo gasto no percurso. Qual é a velocidade dessa gota em cm/s? E em m/s? E em km/h?

### Vá além:

- Gotas de diferentes tamanhos adquirem a mesma velocidade dentro do óleo? O grupo deve tentar descobrir experimentalmente.
- O grupo também deve elaborar um procedimento para verificar experimentalmente se o movimento de uma gota ao longo dos 30 cm da régua ocorre com velocidade constante ou se o movimento é acelerado. A seguir, o grupo deve colocar o procedimento em prática a fim de fazer essa verificação.



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

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

260

## Projeto 3

Esse projeto é sugerido no capítulo 7 e tem algumas características interessantes.

Primeiro, permite ilustrar a ideia de Galileu de alentecer a queda livre usando um plano inclinado a fim de poder acompanhar experimentalmente o processo, rápido demais para ser acompanhado diretamente sem equipamento adequado.

Em segundo lugar, o uso de uma bureta para simular o relógio de água ajuda a perceber as tremendas dificuldades enfrentadas por Galileu em sua época. O uso da bureta não é muito prático, e a intenção é justamente que os estudantes vivenciem a dificuldade enfrentada na época.

Um terceiro ponto é o de que a vazão na bureta não é constante. Tipicamente, uma bureta de 50 mL, com a torneira totalmente aberta, permite a redução do nível da água da marca de 0 mL até a de 10 mL em cerca de 3 s e da marca de 0 mL até a de 50 mL em cerca de 20 s.



**Objetivo**

- ▶ Usar um “relógio de água” para investigar um movimento.

Experimento para grupos de três ou mais estudantes. Cada grupo vai precisar de:

- mesa **totalmente plana** e com quatro pés (ela será usada como um plano inclinado)
- calços para elevar um pouco dois dos pés da mesa
- bolinhas de diferentes massas, perfeitamente esféricas e **maciças** (podem ser de tamanhos diferentes)
- erlenmeyer (ou outro frasco) para coletar a água sob a bureta
- jarra com água e fita adesiva

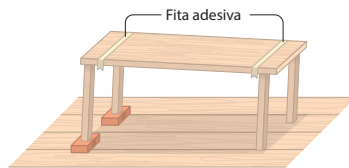


Figura A

**Procedimento**

1. Façam um plano inclinado calçando dois pés de uma das mesas. Uma inclinação de cerca de 3 graus em relação à horizontal já é o suficiente. As bolinhas vão rolar por esse plano inclinado.
2. Grudem dois pedaços de fita adesiva na mesa (figura A). O lado mais alto será a linha de partida da bolinha e o mais baixo, a linha de chegada.
3. Em outra mesa, o professor montará o “relógio de água” (figura B).
4. Treinem abrir e fechar a torneira da bureta de modo que permita o escoamento mais rápido possível da água. A bureta é um instrumento delicado, cuja torneira pode facilmente travar se não for manipulada com cuidado. **Sigam as orientações do professor.**
5. Encham a bureta com água até o máximo possível (acima, portanto, da indicação do “zero”). Um membro do grupo segura a bolinha na linha de partida; outro abre a torneira para permitir a maior velocidade possível de escoamento da água. Um terceiro membro do grupo dirá “já” quando o nível da água passar pelo zero. Nesse momento, a bolinha deve ser solta.
6. Quando a bolinha passar pela linha de chegada, será a vez de o estudante que a soltou dizer “já”. Nesse momento, o estudante que acompanha o nível da água fará a leitura desse nível na escala graduada da bureta e anotará em seu caderno o valor. A variação do nível da água durante o percurso da bolinha será considerada um indicador do tempo gasto pelo móvel nesse percurso.
7. Para uma mesma inclinação da mesa, deve-se medir a variação do nível da água quando bolinhas de diferentes massas rolam pela mesa, uma de cada vez. Comparem resultados e tirem conclusões.

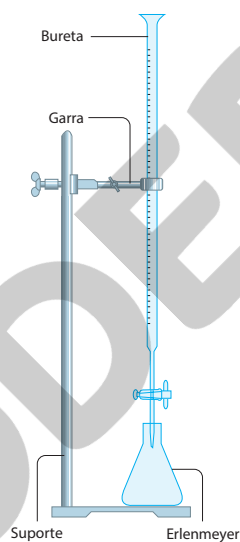


Figura B

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

**Vá além:**

- Repitam o experimento com outras distâncias entre as linhas e também com outras inclinações do plano. Comparem os resultados. Quais são as conclusões?
- O que se pode afirmar sobre a precisão desse método para medir o tempo? Será que o tempo transcorrido é diretamente proporcional à variação do nível da água na bureta? Esse “relógio de água” poderia ser aprimorado?

Pode-se investigar a redução do tempo necessário para um mesmo percurso (aumento da aceleração) à medida que o plano é mais inclinado em relação à horizontal.

Pode-se também verificar que, para uma mesma inclinação, quando a distância entre as linhas de partida e de chegada aumenta, o tempo do percurso não aumenta na proporção direta do espaço percorrido. O tempo aumenta proporcionalmente menos do que a distância aumenta, evidenciando que o móvel é acelerado nesse movimento.

Uma informação ao professor que leciona Física no Ensino Médio e deseja utilizar o projeto nesse segmento de ensino: é preciso evitar estabelecer associação direta entre a situação da esfera rolando pelo plano inclinado e o clássico problema do bloco deslizando por um plano inclinado sem atrito.

Neste último caso, a aceleração, que pode ser deduzida com conteúdos do Ensino Médio, vale  $g = \text{sen } \theta$ , em que  $\theta$  representa a inclinação do plano em relação à horizontal.

Já no caso da esfera, a redução é complexa e envolve o conceito de **momento de inércia**, estudado no Ensino Superior. Pode-se demonstrar que a aceleração de uma **esfera maciça homogênea rolando** por um plano inclinado vale  $g = (5/7) \cdot \text{sen } \theta$  (cf. TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC. v. 1, capítulo 9, seção 9-6) e não depende, portanto, da massa ou do raio da esfera.

A vazão não é constante porque a coluna de água sobre a torneira varia durante o escoamento e, com ela, a diferença de pressão que determina o escoamento.

A imprecisão do método é altíssima, e esse é um quarto ponto importante a discutir com os estudantes. Muitos fatores contribuem para a imprecisão, entre os quais o tempo que decorre entre o “já” de um estudante e a ação do outro, os erros de paralaxe (posicionamento do olho em relação à escala) na leitura da bureta, as pequenas diferenças na posição da torneira aberta que interferem na vazão e a rapidez do movimento.

Após os estudantes terem concluído que o método é impreciso, sugerimos estimulá-los a repetir o experimento usando um cronômetro digital. Superando, com isso, parte da imprecisão inerente ao projeto, todos podem agora se concentrar nos aspectos físicos do problema, concluindo que esferas maciças de massas diferentes levam o mesmo tempo para percorrer certa distância no plano inclinado.

## Projeto 4

Esse projeto é sugerido no capítulo 10.

Ele consiste em uma variação da atividade da abertura daquele capítulo e pretende auxiliar os estudantes a compreender como acontece a determinação do sexo na espécie humana.

Uma das vasilhas deve ser rotulada como **A** e conter 30 feijões-pretos e 30 feijões marrons. A outra deve ser rotulada como **B** e conter 60 feijões marrons. O procedimento é o mesmo dos itens 2 a 6 da atividade de abertura do capítulo 10, e a proposta é que os estudantes estabeleçam uma comparação entre os sorteios realizados e o modo como é determinado o sexo de um bebê humano.

A ideia é que eles consigam concluir que:

- um feijão marrom pode ser comparado a um gameta com cromossomo X;
- um feijão-preto pode ser comparado a um gameta com cromossomo Y.

Assim, a vasilha **A** pode ser comparada ao conjunto de espermatozoides de um homem. Nessa analogia, cada feijão marrom dessa vasilha representa um espermatozoide contendo o cromossomo X e cada feijão-preto representa um espermatozoide contendo o cromossomo Y.

A vasilha **B** pode ser comparada a um conjunto de óvulos (ou de ovócitos) de uma mulher. Essa comparação deixa claro que todos os gametas femininos humanos são portadores de um cromossomo sexual X.

Ao realizar os sorteios, seguindo o procedimento descrito, é de esperar que haja uma ocorrência praticamente igual dos seguintes eventos:

- ambos os feijões marrons (o que representa um zigoto XX, sexo feminino);
- um feijão de cada cor (o que representa um zigoto XY, sexo masculino).

## PROJETO

# 4

## Qual será o sexo do bebê?

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

### Objetivo

- ▶ Simular a distribuição estatística dos dois sexos na reprodução humana.

Vocês vão precisar de:

- feijões-pretos
- feijões marrons de tamanho semelhante ao dos feijões-pretos
- etiqueta
- papel
- caneta
- duas vasilhas pequenas

### Procedimento

1. Com a caneta e a etiqueta, rotulem uma das vasilhas com a letra **A** e a outra com a letra **B**.
2. Na vasilha **A**, coloquem 30 feijões de cada cor e misturem bem.
3. Na vasilha **B**, coloquem 60 feijões marrons.
4. Um componente do grupo, por vez, deve posicionar ambas as vasilhas à sua frente, uma à direita e outra à esquerda.
5. Esse mesmo estudante deve fechar os olhos, colocar uma mão em cada vasilha e sortear um feijão de cada uma.
6. Depois, deverá colocar os dois feijões sorteados sobre a mesa. Outro estudante do grupo deverá registrar o resultado: **ambos marrons** ou **um de cada cor**. Esse estudante deve devolver cada feijão à sua respectiva vasilha e mexer bem.
7. O grupo deve repetir os itens 5 e 6 até completar 40 sorteios por estudante.
8. Analisem os resultados. O que foi mais frequente: **ambos marrons** ou **um de cada cor**? Comparem seu resultado com os de outros grupos. Eles chegaram à mesma conclusão sobre qual foi o resultado mais frequente?

### Vá além:

- Elaborem um texto que **compare** esse procedimento ao modo como a natureza determina o sexo de um bebê. No texto, deixem claro a que podem ser **comparados** os feijões marrons e os feijões-pretos e também a que podem ser **comparadas** as vasilhas **A** e **B**.



CLAIRESSA FRANÇA/ARQUIVO DA EDITORA

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

Pouco provavelmente uma equipe obterá exatamente metade de cada resultado, pois a quantidade de sorteios não é muito grande.

Porém, adicionando os resultados da sala toda, a distribuição deve aproximar-se do probabilisticamente previsto. Isso, obviamente, desde que a execução seja correta (feijões indistinguíveis pelo tato, mexer bem antes de cada sorteio, retornar os feijões sorteados à vasilha da qual foram tirados, ausência de “trapaças” etc.).





**Objetivo**

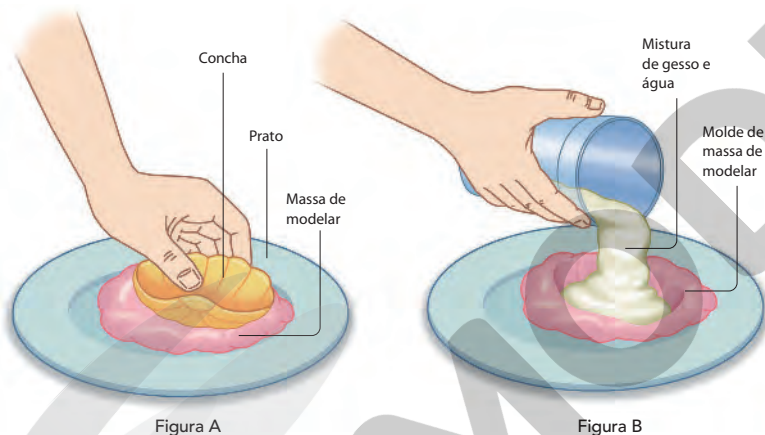
► Ter noção de como se formam alguns tipos de fósseis.

Vocês vão precisar de:

- massa de modelar
- concha marinha
- gesso em pó
- óleo de cozinha
- água
- colher de sopa
- copo
- prato

**Procedimento**

1. Lambuzem a parte externa da concha com um pouco de óleo.
2. Coloquem massa de modelar no centro do prato e pressionem a concha sobre ela. Retirem-na delicadamente, de modo que a forma da concha fique marcada na massa de modelar. Vocês farão, assim, um molde (figura A).
3. Coloquem no copo cinco colheres de gesso em pó e três colheres de água. Misturem bem e despejem essa mistura dentro do molde de massa de modelar. Vejam a figura B.
4. Esperem o gesso endurecer e separem a massa de modelar do objeto de gesso.
5. Pesquisem e respondam: o que esse experimento tem a ver com a formação dos fósseis?



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

**Vá além:**

- Usem a **criatividade** e **modifiquem** esse experimento. Vocês podem usar outras partes duras de animais e plantas no lugar da concha. Podem também usar outros materiais no lugar do gesso (argila, por exemplo).

**Projeto 5**

Esse projeto é recomendado no capítulo 11.

O desenvolvimento dessa atividade propicia aos estudantes a percepção concreta de como seres podem deixar marcas em rochas. Às vezes, os fósseis não são remanescentes do organismo em si, mas uma formação rochosa sedimentar que tem o formato desse organismo.

Na analogia, a massa de modelar representa uma camada de rocha formada por sedimentos. Enquanto essa camada estava em formação, um organismo de animal morto se depositou sobre ela, imprimindo seu formato na rocha, o que corresponde, no caso, ao molde deixado pela concha na massa de modelar.

O organismo morto pode, eventualmente, ter sofrido decomposição (ou ter algum outro destino que implicou sua remoção do local), mas deixou lá um molde. O depósito subsequente de mais sedimentos produziu outra camada de rocha sedimentar (representada, no caso, pelo gesso), parte da qual endureceu dentro do molde e formou o fóssil.

## Projeto 6

Esse projeto é recomendado no capítulo 11.

Trabalhe aqui a ideia da camuflagem de insetos como um fator de seleção natural. Os insetos mais visíveis têm maior probabilidade de ser devorados por seus predadores e são desfavorecidos no processo de seleção natural dos indivíduos mais adaptados ao ambiente.

Uma alternativa para esse projeto é utilizar os pequenos anúncios classificados de jornais. Quando eles são recortados e jogados sobre uma folha de classificados, passam despercebidos. Contudo, se recortarmos papéis coloridos ou com outro tipo de texto e os jogarmos sobre a folha de classificados, eles serão mais facilmente localizados sobre a folha.

### PROJETO

# 6

## Camuflagem e seleção natural

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

### Objetivo

- ▶ Averiguar a eficiência da camuflagem em insetos.

Vocês vão precisar de:

- gramado
- pedacinhos de mesmo tamanho de papéis de diversas cores (sugerem-se azul-claro, azul-escuro, amarelo, laranja, rosa, vermelho, verde-claro, verde-escuro, preto, marrom, bege, roxo, branco)

### Procedimento

1. Cada grupo deve espalhar os papéis coloridos na grama, numa mesma região.
2. Uma pessoa de cada grupo (que não viu onde os papéis foram espalhados) deve se aproximar dessa região. A cada passo, deve parar e dizer se consegue ver algum dos papéis coloridos.
3. Anotem a ordem em que as diferentes cores são descobertas pela pessoa.
4. Repitam o procedimento com as outras pessoas do grupo.
5. Que cores são vistas com mais facilidade? E quais são mais difíceis de se ver?

Ao finalizar o projeto, lembrem-se de **recolher todos os pedacinhos de papel** e encaminhá-los à **reciclagem!**



### Vá além:

- Pode-se dizer que essas observações se relacionam com camuflagem? E com adaptação, evolução e seleção natural? Expliquem isso em um pequeno texto.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO COMENTADO

AHRENS, C. D.; HENSON, R. **Meteorology today**. 12. ed. Boston: Cengage, 2019.

Obra sobre Meteorologia em nível universitário, utilizada como referência, neste volume, para aspectos relativos à velocidade terminal de queda de gotas de chuva.

ALBERTS, B. et al. **Essential Cell Biology**. 5. ed. Nova York: Norton, 2019.

Livro universitário sobre citologia e fenômenos bioquímicos em nível celular, usado como referência, no que diz respeito a este volume, para assuntos relacionados ao material genético.

ATKINS, P.W.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Chemical principles: the quest for insight**. 7. ed. Nova York: Freeman, 2016.

Obra de Química Geral de circulação mundial, usada como fonte de informações sobre elementos químicos, substâncias químicas e transformações químicas.

AUDESIRK, T.; AUDESIRK, G.; BYERS, B. E. **Biology: life on Earth**. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017.

Livro destinado ao ensino superior de Biologia Geral, que aborda várias áreas dessa ciência. Empregado, neste volume, como fonte de informações acerca da genética e de aspectos celulares da hereditariedade.

BALL, L. et al. **Smithsonian supersimple Physics: the ultimate bite-size study guide**. Londres: Dorling Kindersley, 2021.

Obra de divulgação científica, ricamente ilustrada, que apresenta as diversas áreas de estudo e aplicação da Física. Empregada como base para discussões de temas como eletrostática, ondas eletromagnéticas, acústica, óptica, cinemática, dinâmica e gravitação.

BACHILLER, R. **Astronomía: de Galileo a la exploración espacial**. Madrid: Lunwerg, 2010.

Livro abrangente de divulgação científica, ricamente ilustrado, que apresenta o percurso da história da Astronomia, relacionando descobertas históricas com evidências contemporâneas.

BELK, C.; MAIER, V. B. **Biology: science for life**. 6. ed. Nova York: Pearson, 2019.

Livro universitário de Biologia Geral. Empregado como fonte de informação sobre citologia, genética, hereditariedade e evolução.

BELMONTE, J. A. et al. **Ancient Astronomy: India, Egypt, China, Maya, Inca, Aztec, Greece, Rome, Genesis, Hebrews, Christians, the Neolithic and Paleolithic**. Cambridge: Cosmology Science Publishers, 2011.

Livro que relata as conclusões de análises feitas por diversos pesquisadores sobre evidências arqueológicas deixadas por diferentes povos, que

evidenciam a importância que davam a fenômenos celestes. Usado como uma das fontes para a elaboração do texto sobre a observação do céu e a cultura dos povos.

BETTELHEIM, F. A. *et al.* **Introduction to General, Organic, & Biochemistry**. 12. ed. Boston: Cengage, 2020.

Livro de nível universitário que aborda aspectos de Química Geral, Química Orgânica e Bioquímica. Consultado, para este volume, nos tópicos ligados a elementos químicos, substâncias, reações e ligações químicas.

BLOOMFIELD, L. A. **How things work: the Physics of everyday life**. 6. ed. Hoboken: John Wiley, 2016.

Obra de Física com ênfase qualitativa, em linguagem destinada ao nível superior introdutório, que traz tópicos dessa ciência aplicados a grande variedade de exemplos cotidianos de mecânica, acústica, ondulatória e eletricidade.

BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. **Genética Humana**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

Livro universitário sobre genética aplicada ao ser humano. Usado como referência para alguns exemplos de genética e hereditariedade.

BROWN, T. L. *et al.* **Chemistry: the central science**. 15. ed. Nova York: Pearson, 2022.

Obra universitária de Química Geral que apresenta informações e análises utilizadas para abordar elementos químicos, tabela periódica, substâncias, reações e ligações químicas.

BURDGE, J. **Chemistry**. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

Livro universitário de Química Geral usado como base para algumas discussões sobre elementos químicos e ligações químicas.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Chemistry**. 13. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2019.

Livro em nível universitário introdutório sobre os principais tópicos da Química. Referência para atomística, tabela periódica e ligações químicas.

COMINS, N. F. **Discovering the Universe**. 11. ed. Nova York: Freeman, 2019.

Obra universitária sobre Astronomia, ricamente ilustrada, voltada à formação acadêmica em Astronomia, no Ensino Superior. Fonte de informações sobre gravitação, estrutura do Sistema Solar e da Galáxia e ciclo de evolução das estrelas.

DOLAN, M. **Decoding Astronomy in Art and Architecture**. Cham: Springer, 2021.

Livro que mostra a relação entre aspectos arquitetônicos e valorização de fenômenos celestes por diferentes povos. Uma das fontes para a elaboração do texto sobre a observação do céu e a cultura dos povos.

EBBING, D. D.; GAMMON, S. D. **General Chemistry**. 11. ed. Boston: Cengage, 2017.

Livro com diversas informações sobre Química Geral, incluindo teste da chama, estrutura atômica e ligações químicas.

EMSLEY, J. **Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements**. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011.

Obra usada como referência na compilação sobre aplicações dos elementos químicos.

FAHLMAN, B. D. et al. **Chemistry in context: applying Chemistry to society**. 9. ed. Nova York: McGraw-Hill/American Chemical Society, 2018.

Livro universitário introdutório que apresenta uma abordagem da Química em um contexto ambiental e social. Referência para discussões sobre sustentabilidade.

FREEMAN, S. et al. **Biological Science**. 7. ed. Hoboken: Pearson, 2020.

Livro voltado para o ensino superior que aborda Biologia Geral, empregado, no tocante a este volume, como referência para temas relacionados a citologia, genética, hereditariedade e evolução.

GARDNER, J. P. **Understanding the periodic table: the Chemistry of everyday elements**. Broomall: Mason Crest, 2018.

Livro empregado como fonte de informações sobre elementos químicos e suas propriedades.

GIAMBATTISTA, A. **Physics**. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

Livro de Física Geral dirigido ao público universitário, bastante didático e bem esquematizado. Quanto ao presente volume, foi empregado como referência sobre eletrostática, ondas eletromagnéticas, acústica, óptica, cinemática, dinâmica e gravitação.

GILBERT, T. R. et al. **Chemistry: an atoms-focused approach**. 3. ed. Nova York: Norton, 2020.

Obra de Química Geral empregada como referência para discussões envolvendo átomos, moléculas, tabela periódica e ligações químicas.

GIUNTA, C. J.; MAINZ, V. V.; GIROLAMI, G. S. (ed.). **150 years of the periodic table**. Cham: Springer, 2021.

Livro empregado como referência sobre tabela periódica, elementos químicos e suas propriedades.

GRIFFITH, W. T.; BROSING, J. W. **The Physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to Physics**. 10. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2022.

Livro de Física destinado ao nível superior introdutório, que traz tópicos dessa ciência aplicados a uma grande diversidade de exemplos cotidianos. Empregado principalmente para referenciar exemplos nas discussões sobre mecânica.

HAWKES, R. et al. **Physics for scientists and engineers: an interactive approach**. 2. ed. Toronto: Nelson Education, 2019.

Destinado a uso universitário, esse livro aborda os diversos aspectos da Física e suas aplicações. Foi consultado para pautar discussões acerca de eletrostática, ondas eletromagnéticas, acústica, óptica e mecânica.

HERRON, J. C.; FREEMAN, S. **Evolutionary analysis**. 5. ed. Harlow: Pearson, 2014.

Livro universitário destinado a estudantes de Biologia. Foi empregado como referência para discussões sobre evolução.

HILLIS, D. M. et al. **Life: the science of Biology**. 12. ed. Sunderland: Sinauer, 2020.

Livro universitário de circulação mundial que apresenta os temas da Biologia Geral. Referência para assuntos relacionados ao material genético, à hereditariedade e ao desenvolvimento sustentável.

HOSKIN, M. (ed.). **Cambridge illustrated history of Astronomy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

Vasto compêndio sobre a história da Astronomia. Empregado na consulta de informações diversas sobre a importância das observações celestes para diversos povos e sobre a história da Astronomia europeia a partir de Copérnico.

HUGH-JONES, S. As Plêiades e Escorpião na Cosmologia Barasana. **Anthropológicas**, v. 28, n. 1, p. 8-40, 2017.

Artigo relatando o resultado de um estudo antropológico junto ao povo Barasana sobre suas concepções astronômicas. Usado como fonte de informações sobre a relação estabelecida por esse povo entre o posicionamento de determinado asterismo ao longo do ano e a proliferação de lagartas, exemplo citado no capítulo 9 deste volume.

JACKSON, T. **The periodic table book: a visual encyclopedia of the elements**. Londres: Dorling Kindersley, 2017.

Compêndio de informações, inclusive iconográficas, sobre os elementos químicos e suas propriedades. Usado como referência para informações dessa natureza.

KANAS, N. **Star Maps: History, Artistry, and Cartography**. 3. ed. Cham: Springer, 2019.

Obra sobre concepções de diferentes povos acerca do céu e dos fenômenos celestes. Usado como uma das fontes para a elaboração do texto sobre a observação do céu e a cultura dos povos, especialmente quanto aos egípcios, aos babilônios e aos indianos.

KOTZ, J. et al. **Chemistry and chemical reactivity**. 9. ed. Boston: Cengage, 2019.

Livro de Química Geral, em nível superior, utilizado como fonte de estudo sobre estrutura da matéria e tabela periódica.

KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. **The physical universe**. 17. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

Obra que apresenta e discute princípios de Física, Química, Geologia e Astronomia. Para o presente volume, foi importante referência empregada na fundamentação de discussões sobre conceitos físicos, astronômicos e cosmológicos.

KROGH, D. **Biology: a guide to the natural world**. 5. ed. (edição internacional) Harlow: Pearson, 2014.

Livro universitário introdutório de Biologia. Empregado como referência para genética e também relações evolucionárias entre diferentes grupos de seres vivos.

LIU, C. **The handy physics answer book**. 3. ed. Detroit: Visible Ink Press, 2021.

Contém uma série de perguntas e respostas envolvendo curiosidades sobre a Física e suas aplicações. Usado para referenciar alguns pontos da Física.

MADER, S. S.; WINDELSPECHT, M. **Biology**. 13. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2019.

Obra que trata de aspectos gerais da Biologia, em nível universitário, passando por áreas como citologia, genética e hereditariedade, evolução, diversidade dos seres vivos e ecologia. Embasamento para diversos temas biológicos.

MARIEB, E. N.; HOEHN, K. **Human Anatomy & Physiology**. 11. ed. Harlow: Pearson, 2019.

Livro para ensino superior, voltado a estudantes da área de saúde, sobre anatomia e fisiologia humanas. Rico em esquemas e ilustrações de órgãos e de sistemas. Importante referência para discussões sobre diversos aspectos do organismo humano.

MARIEB, E. N.; KELLER, S. M. **Essentials of Human Anatomy & Physiology**. 13. ed. Harlow: Pearson, 2022.

Obra sobre fisiologia e anatomia humanas, que as aborda de maneira integrada e ricamente ilustrada. Bibliografia empregada em assuntos referentes ao corpo humano, especialmente sobre a integração do funcionamento de órgãos e de sistemas.

MAUSETH, J. D. **Botany: an introduction to Plant Biology**. 6. ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2017.

Livro sobre anatomia e fisiologia das plantas, empregado, para este volume, na referenciação de exemplos da genética envolvendo plantas.

MCCAIN, K.; KAMPOURAKIS, K. **What is scientific knowledge? An introduction to contemporary epistemology of Science**. Nova York: Taylor & Francis, 2020.

Obra sobre epistemologia da Ciência, usado como referência para a apresentação dos conceitos de lei científica e teoria científica.

MILLER JUNIOR, G. T.; SPOOLMAN, S. E. **Living in the environment**. 19. ed. Boston: Cengage, 2018.

Livro de Ciência Ambiental, destinado a cursos de nível superior. Empregado para embasar discussões sobre desenvolvimento sustentável.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of Biochemistry**. 8. ed. Nova York: Freeman, 2021.

Livro universitário de Bioquímica. Apresenta o detalhamento da estrutura de biomoléculas e dos processos bioquímicos. Usado como referência para discutir material genético.

OSTDIEK, V. J.; BORD, D. J. **Inquiry into Physics**. 8. ed. Boston: Cengage, 2018.

Obra que contempla aspectos gerais da Física e suas aplicações. Referência para temas como eletrostática, ondas eletromagnéticas, acústica, óptica, cinemática, dinâmica e gravitação.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M. **Vertebrate life**. 10. ed. Sunderland: Sinauer, 2019.

Livro que aborda anatomia, fisiologia, ecologia e comportamento de animais vertebrados. Fonte de consulta, quanto a este volume, para verificar informações referentes à evolução de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

RAVEN, P. H. et al. **Biology**. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020.

Livro de Biologia Geral destinado a estudantes do ensino superior. Aborda os temas de maior relevância da área. Como referência para este volume, consultado sobre genética, hereditariedade, evolução e ecologia.

ROBINSON, J. K.; MCMURRY, J. E.; FAY, R. C. **Chemistry**. 8. ed. Hoboken: Pearson, 2020.

Livro com informações sobre diversas áreas da Química. Foi utilizado como referência para tratar estrutura da matéria, tabela periódica e ligações químicas.

ROTTNER, R. M. **Making the invisible visible**. Washington: Nasa, 2017.

Livro que relata os trabalhos do projeto que conduziu ao *Spitzer Space Telescope*. Consultado acerca da interpretação do diagrama H-R.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Physics for scientists and engineers: with Modern Physics**. 10. ed. Boston: Pearson, 2019.

Livro universitário que aborda os diversos temas da Física Geral, apresentando também situações cotidianas e diversas utilizações dessa ciência. Fonte de informações para diversos assuntos que envolvem conceitos de Física e suas aplicações tecnológicas.



SHIPMAN, J. T. et al. **An introduction to Physical Science**. 15. ed. Boston: Cengage, 2021.

Obra que discute princípios de Astronomia, Física, Geologia e Química. Referência de importância usada na fundamentação de discussões sobre conceitos físicos, astronômicos e cosmológicos para este volume.

SILBERBERG, M. S. **Chemistry: the Molecular Nature of Matter and Change**. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018.

Livro de Química Geral em nível superior, rico em esquemas, ilustrações e exemplos para elucidar os conceitos. Empregado no embasamento de discussões sobre a composição de substâncias, os tipos de ligação interatômica e a ocorrência de reações químicas.

SOLOMON, E. P. et al. **Biology**. 11. ed. Boston: Cengage, 2019.

Obra universitária de Biologia Geral, que aborda os principais temas da área. Fonte de informações para a apresentação de temas ligados à genética e à evolução.

STOKER, H. S. **General, Organic, and Biological Chemistry**. 7. ed. Boston: Cengage, 2016.

Livro de Química Geral consultado sobre aspectos da estrutura atômica.

TAYLOR, M. R. et al. **Campbell Biology: concepts & connections**. 10. ed. Harlow: Pearson, 2022.

Livro de nível universitário introdutório que apresenta os principais conceitos de Biologia, em linguagem clara, agradável e didática. Destaca-se pela qualidade da diagramação e das esquematizações, sendo importante referência no que tange à interligação entre texto, ilustrações e fotos para auxiliar na construção de conceitos.

TIMBERLAKE, K. **General, Organic, and Biological Chemistry: structures of life**. 6. ed. Harlow: Pearson, 2021.

Obra universitária de Química Geral, Química Orgânica e Bioquímica, que as contextualiza com aspectos inerentes aos seres vivos. Foi consultada principalmente no que diz respeito a temas como estrutura atômica, ligações químicas, estrutura e bioquímica dos ácidos nucleicos.

TRO, N. J. **Principles of Chemistry: a molecular approach**. 4. ed. Harlow: Pearson, 2021.

Livro de Química Geral empregado principalmente para referenciar modelos moleculares e também aspectos da relação entre ligações químicas e propriedades das substâncias.

URRY, L. A. et al. **Campbell Biology**. 12. ed. Hoboken: Pearson, 2021.

Obra universitária de Biologia, de circulação mundial, rica em informações e esquematizações sobre os diversos temas dessa área. Referência utilizada, no que diz respeito a este volume, para conceitos de evolução, genética e ecologia.

WALKER, J. **Halliday & Resnick Fundamentals of Physics**. 10. ed. reeditada e estendida. Hoboken: John Wiley, 2018.

Livro que apresenta a Física em nível universitário. Contém diversas informações conceituais usadas como referência para aspectos conceituais dessa Ciência e de suas aplicações.

WALKER, J. S. **Physics**. 5. ed. Boston: Pearson, 2017.

Destinado ao nível universitário, esse livro de Física Geral foi consultado para pautar algumas discussões sobre conceitos físicos.

YOUNG, D.; STADLER, S. **Cutnell & Johnson Physics**. 11. ed. Hoboken: John Wiley, 2018.

Obra universitária de Física, empregada principalmente como fonte para a elaboração de ilustrações e esquematizações referentes a essa ciência.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **University Physics**. 15. ed. Harlow: Pearson, 2020.

Livro que aborda diversos assuntos da Física, em nível universitário. Abrange informações usadas como referência para aspectos conceituais dessa Ciência e de suas aplicações cotidianas. Para este volume, foi embasamento para discussões sobre eletrostática, ondas eletromagnéticas, acústica, óptica, cinemática, dinâmica e gravitação.

ZHU, W. **Chemical elements in life**. Hackensack: World Scientific, 2021.

Referência consultada na compilação da presença dos elementos químicos em estruturas vivas.

ZUMDAHL, S. S.; ZUMDAHL, S. A.; DECOSTE, D. J. **Chemistry**. 10. ed. Boston: Cengage, 2018.

Obra que expõe conceitos gerais da Química, em linguagem voltada aos anos iniciais do ensino superior. Bibliografia empregada para informações sobre estrutura da matéria, elementos químicos, substâncias, reações e ligações químicas.



**MODERNA**



ISBN 978-85-16-13880-6



9 788516 138806