ORGANIZADORA: Editora Moderna
Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna.

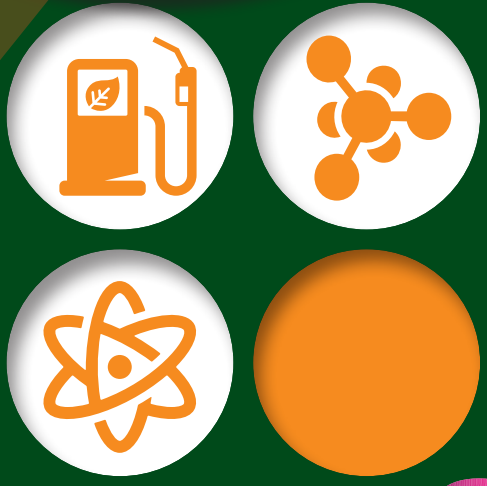
EDITORA RESPONSÁVEL:
Kelly Cristina dos Santos

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0196P21203
Código da obra: 0196P21203138

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

SER HUMANO E MEIO AMBIENTE: RELAÇÕES E CONSEQUÊNCIAS



Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

SER HUMANO E MEIO AMBIENTE: RELAÇÕES E CONSEQUÊNCIAS

Organizadora: Editora Moderna
Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna.

Editora responsável:
Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

MODERNA

Elaboração dos originais:

Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Éverton Amigoni Chinellato
Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atuou como professor de Física em escolas da rede pública de ensino e atualmente é professor de Física em escolas da rede particular de ensino.

Rafael Aguiar da Silva
Licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Norte do Paraná (Unopar).
Atua como professor de Química em escolas da rede particular de ensino.

Marissa Kimura
Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Ana Carolina N. dos Santos Ferraro
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Patologia Experimental pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

André Luis Delvas Fróes
Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Mestre em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Atuou como professor de Física e Matemática em instituições particulares de Ensino Superior.

Marcela Yaemi Ogo
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Biologia Aplicada à Saúde pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Análise e Educação Ambiental em Ciências da Terra pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Vanessa S. Michelan
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Projeto e produção editorial: Scriba Soluções Editoriais
Edição: Leonel Delvai Favalli, Kelly Cristina dos Santos, Maira Dias Balestri
Assistência editorial: Felipe Revoredo Benatti, Kaio Fukahori, Priscila Boneventi Pacheco
Colaboração técnico-pedagógica: Francine Mendonça Nóbrega, Jeferson Felix da Silva, Maria Carolina Bittencourt Gonçalves, Rodrigo Uchida Ichikawa
Gerência de produção: Camila Rumiko Minaki Hoshi
Projeto gráfico: Daniel Messias, Dayane Aparecida Barbieri Ferreira
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha, A-spring/Shutterstock, IhorZigor/Shutterstock
Gerência de arte: André Leandro Silva
Edição de arte: Cynthia Sekiguchi, Keithy Mostachi
Diagramação: Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Daniela Cordeiro de Oliveira
Supervisão de editoração eletrônica: Luiz Roberto Lúcio Correa
Preparação de texto: Equipe Scriba
Revisão de texto: Equipe Scriba
Pesquisa iconográfica: Alessandra Roberta Arias, Alaíde Stein
Tratamento de imagens: Johannes de Paulo

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

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

Diálogo : ciências da natureza e suas tecnologias : manual do professor / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Kelly Cristina dos Santos. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Obra em 6 v.
Conteúdo: O universo da ciência e a ciência do Universo -- Vida na Terra : como é possível? -- Terra : um sistema dinâmico de matéria e energia -- Energia e sociedade : uma reflexão necessária -- Ser humano : origem e funcionamento -- Ser humano e meio ambiente : relações e consequências

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Santos, Kelly Cristina dos.

20-37390 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livros-texto : Ensino médio 373.19

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
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

MODERNA

SUPLEMENTO PARA O PROFESSOR

Atualmente, os estudantes têm acesso a muitas informações, provenientes de diversas fontes. Diante disso, é fundamental a presença do professor como um orientador capaz de incentivar os estudantes a utilizar essas informações na construção do conhecimento científico e relacionar esse conhecimento a situações do cotidiano.

Elaboramos esse suplemento para ajudá-lo nesse aspecto, explicitando como as habilidades e competências da BNCC estão sendo trabalhadas, além de sugerir dicas e ferramentas de avaliação para sua atuação em sala. Você também encontrará sugestões de leituras de textos e de atividades que visam complementar as aulas, contribuindo de forma eficaz para o processo de ensino-aprendizagem.

MODERNA

SUMÁRIO

A estrutura da coleção V

O Livro do estudante V

O suplemento para o professor VII

O Ensino Médio IX

O estudante do Ensino Médio IX

O professor X

O pensamento computacional XI

Promoção da saúde mental dos estudantes XIII

Como a escola pode contribuir na promoção da saúde mental dos estudantes? XIII

A Base Nacional Comum Curricular na etapa do Ensino Médio XIV

As áreas do conhecimento XIV

Competências gerais, competências específicas e habilidades XV

Temas contemporâneos transversais XVI

Fundamentos teórico-metodológicos XVII

Metodologias ativas XIX

Sala de aula invertida XIX

One minute paper (Papel de um minuto) XX

Rotação por estações XX

Debate XX

Seminário XXI

Jigsaw (Quebra-cabeça) XXI

Gallery walk (Caminhada na galeria) XXII

Sorting strips (Tiras de classificação) XXII

Think-pair-share (Pensar-conversar-compartilhar) XXII

Fishbowl (Aquário) XXIII

Quick writing (Escrita rápida) XXIII

Turn and talk (Vire e fale) XXIII

Four corners (Quatro cantos) XXIII

Polling (Sondagem) XXIII

Avaliação XXIV

A avaliação e o trabalho do professor XXIV

Avaliação e prática pedagógica XXIV

Uma prática constante XXIV

Instrumentos de avaliação diversificados XXV

A avaliação nesta coleção XXV

Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos neste volume XXVII

Sugestões de cronogramas XXX

Orientações, sugestões e respostas para cada unidade XXXII

UNIDADE 1 Combustíveis fósseis XXXII

CAPÍTULO 1 Ecologia e biodiversidade XXXIII

CAPÍTULO 2 Ameaças à biodiversidade XXXVIII

CAPÍTULO 3 Conservação e sustentabilidade XLVI

CAPÍTULO 4 Ácidos, bases e sais LV

CAPÍTULO 5 Óxidos LXI

CAPÍTULO 6 Cinética química LXIII

CAPÍTULO 7 Queima de combustíveis fósseis LXX

CAPÍTULO 8 Termodinâmica LXXVI

UNIDADE 2 Saúde humana LXXXIV

CAPÍTULO 1 Cuidados com o corpo humano LXXXV

CAPÍTULO 2 Polímeros XC

CAPÍTULO 3 Sons e audição humana XCIV

CAPÍTULO 4 Luz e visão humana XCIX

Referências bibliográficas complementares comentadas CIII

MODERNA

A ESTRUTURA DA COLEÇÃO

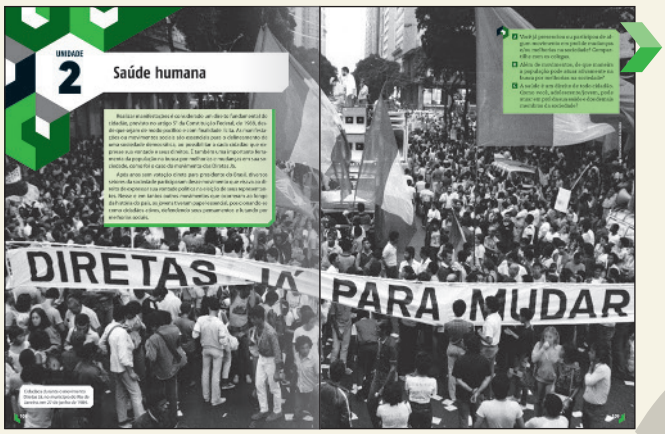
Esta coleção destina-se a estudantes e professores do Ensino Médio e está organizada em seis volumes temáticos independentes e não sequenciais. Cada volume é dividido em unidades, que por sua vez apresentam temas, proporcionando uma organização prática dos conteúdos, para que assim o professor possa desenvolver um trabalho dinâmico e variado ao longo do Ensino Médio.

A cada unidade, os estudantes mobilizam conhecimentos dos componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**, reconhecendo suas inter-relações e ligações com o cotidiano, a fim de desenvolver habilidades, competências específicas e competências gerais propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A organização da coleção foi pensada de modo a possibilitar diferentes planejamentos, de acordo com o projeto pedagógico de cada escola e, principalmente, com as necessidades de aprendizagem específicas em cada contexto escolar.

Veja a seguir como estão organizados o **Livro do estudante** e o **Suplemento para o professor**.

O Livro do estudante



Páginas de abertura de unidade

Cada unidade se inicia com duas páginas de abertura, que apresentam imagens e texto relacionados aos conteúdos abordados. Além de despertar o interesse, esses recursos contextualizam e aproximam os conteúdos do cotidiano dos estudantes.

As questões dessas páginas incentivam os estudantes a refletir sobre a imagem e o texto e a expressar os conhecimentos prévios que têm acerca dos conteúdos que serão estudados.

Conteúdo

Os temas de cada capítulo se iniciam, preferencialmente, com situações contextualizadas e reflexões que, além de incentivar os estudantes a ter uma postura ativa no processo de aprendizagem, buscam uma aproximação entre os conteúdos e o cotidiano.

Além disso, os recursos e atividades sugeridos ao longo dos capítulos permitem aos estudantes trocar ideias e estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e seu cotidiano, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC.

Boxe complementar

Apresenta informações a respeito de alguns assuntos abordados nos capítulos, despertando o interesse dos estudantes e contribuindo para a complementação dos conteúdos. Além disso, as questões desse boxe incentivam os estudantes a refletir sobre os temas abordados e, muitas vezes, a estabelecer relações com seu cotidiano.

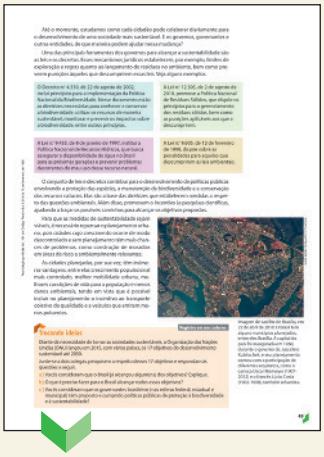
Atividades

Seção em que são propostas atividades com o objetivo de aprofundar os conteúdos abordados, incentivando os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. As atividades dessa seção também procuram estabelecer conexões com outras áreas do conhecimento, favorecendo a integração de saberes.

MODELO

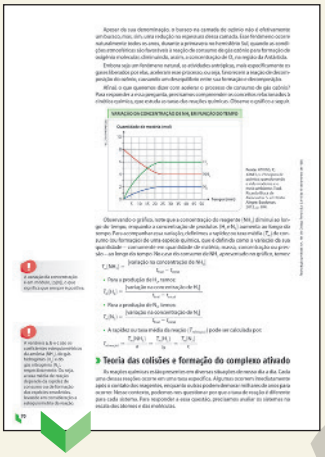
Investigue

Nessa seção, os estudantes são convidados a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Assim, eles têm a oportunidade de levantar hipóteses, desenvolver procedimentos, manipular materiais, observar e analisar resultados e trocar ideias com os colegas, tornando-se agentes ativos no processo de aprendizagem.



Trocando ideias

A partir de uma breve contextualização referente ao tema abordado na página, esse boxe incentiva a troca de ideias entre os estudantes por meio de atividades em duplas ou grupos, envolvendo discussões, debates, troca de experiências pessoais, entre outras estratégias. Além disso, as atividades incentivam os estudantes a divulgar os resultados obtidos.



Dica

Boxe que apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras.

Vocabulário

Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos, com objetivo de auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos.

Retomando o que estudei

Essa seção tem o objetivo de incentivar os estudantes a fazer uma autoavaliação da aprendizagem e a retomar conceitos estudados. Dessa forma, eles realizam uma sistematização dos conceitos essenciais, auxiliando o professor a identificar as principais dúvidas e dificuldades da turma.

Ser consciente

Seção presente no final de cada unidade, aborda temas abrangentes, atuais e que permitem aos estudantes relacionar o conteúdo científico a questões sociais e aos temas contemporâneos transversais da BNCC, mobilizando conteúdos dos componentes curriculares **Física**, **Química** e **Biologia**.

Ampliando seus conhecimentos

Seção com sugestões de livros e filmes que abordam as temáticas principais tratadas no volume. As sugestões são apresentadas no final de cada volume e vêm acompanhadas de uma sinopse.

Siglas

Seção que apresenta os significados das siglas utilizadas no volume.

Respostas

Seção que apresenta aos estudantes as respostas e orientações de questões de provas oficiais e de atividades de múltipla escolha. Além disso, os estudantes podem consultar a resolução de atividades que envolvem cálculos.

Referências bibliográficas comentadas

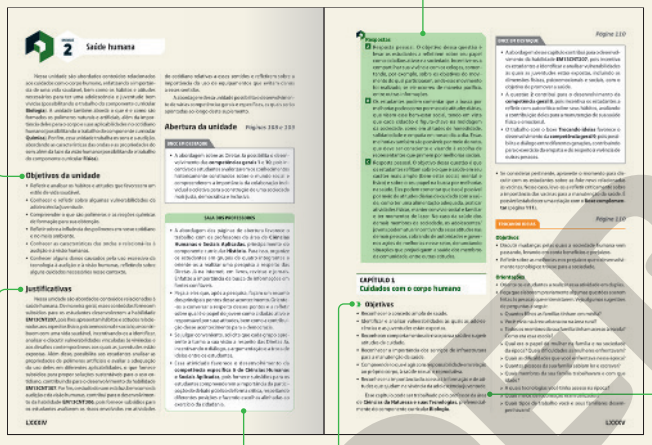
Apresenta ao final de cada volume as principais obras utilizadas para consulta e como referência na produção das unidades do **Livro do estudante**.

CÓPIA

O suplemento para o professor

O livro do professor impresso é composto pelo **Livro do estudante**, com comentários e respostas das atividades, e pelo **Suplemento para o professor**, este dividido em duas partes: a primeira contém pressupostos teóricos e metodológicos que fundamentam a coleção, descrição e orientações sobre as seções e estrutura de conteúdos, bem como suas relações com a BNCC, além de quadros de distribuição dos conteúdos de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**; já a segunda parte apresenta orientações para o professor página a página. Além das versões impressas, cada volume conta com um videotutorial, cujo objetivo é auxiliar professores e estudantes a trabalhar algum tema de maior relevância.

Conheça a seguir as características das orientações página a página do **Suplemento para o professor** impresso.



Respostas
As respostas das questões de páginas de abertura, boxes e seções encontram-se em boxes como esse.

Objetivos da unidade
No início de cada unidade são destacados os principais **objetivos** que os estudantes devem alcançar ao trabalhar os conteúdos da unidade.

Justificativas
Além disso, são apresentadas as habilidades da BNCC que serão desenvolvidas e trabalhadas na unidade.

Sala dos professores
Em abordagens e atividades que permitem relações do conteúdo com outras áreas do conhecimento, você encontrará essa seção, que traz sugestões e subsídios para a construção de aulas em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, como **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, **Linguagens** e **Matemática**.

Objetivos do capítulo
No início de cada capítulo são apresentados seus objetivos.

Em parágrafos como esse, você encontra sugestões de trabalho preferencial com relação aos componentes curriculares (**Física**, **Química** e **Biologia**).

Acompanhamento da aprendizagem
Apresenta sugestões de estratégias de avaliação para que o professor verifique a aprendizagem dos estudantes em momentos oportunos.

Orientações página a página
Orientações e informações complementares importantes durante o desenvolvimento dos conteúdos, bem como atividades e seções encontram-se em tópicos referentes às páginas do **Livro do estudante**.

Destaques da BNCC
No decorrer das unidades são destacadas e comentadas algumas relações entre o que é abordado no **Livro do estudante** e as propostas da BNCC.

No decorrer do desenvolvimento dos conteúdos, sempre que oportuno, são apresentadas citações que enriquecem e fundamentam o trabalho com o conteúdo proposto.

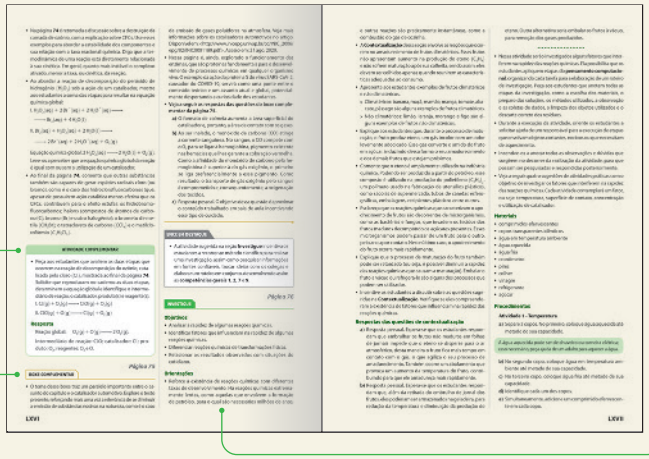
MODELO

Atividades complementares

Apresenta sugestões de atividades que podem ser trabalhadas em sala para complementar os assuntos.

Boxe complementar

Apresenta orientações e as respostas para o **boxe complementar** presente no **Livro do estudante**.



Investigue

Contém sugestões para orientar os estudantes na elaboração e execução de atividades práticas investigativas, considerando-os protagonistas desse processo. Nas orientações, o professor encontra sugestões de atividades práticas roteirizadas.

Ser consciente

Apresenta os objetivos da seção e orientações de como trabalhar com os estudantes, destacando as relações dos temas com o cotidiano e com os temas contemporâneos transversais da BNCC.

Metodologias ativas

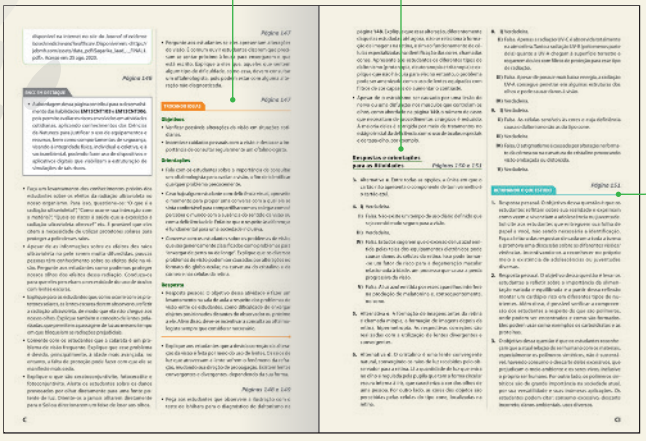
Apresenta sugestões de abordagens por meio de estratégias de metodologia ativa, a fim de colocar os estudantes como protagonistas no processo de aprendizagem. Nas orientações gerais desse suplemento, o professor também encontra orientações sobre as principais estratégias de metodologia ativa sugeridas nesta coleção.

Trocando ideias

Dá sugestões para orientar os estudantes durante o trabalho em grupo e discute os temas sugeridos nessa seção, além da orientar a divulgação das discussões.

Respostas das atividades

Aqui você encontra respostas e resoluções das atividades que envolvem cálculos, assim como respostas e comentários das atividades de provas oficiais.



Retomando o que estudei

Orienta os estudantes para que utilizem a seção **Retomando o que estudei** como ferramenta de avaliação, sugerindo diferentes estratégias, de acordo com o conteúdo trabalhado.

MODELO

Nos últimos anos, o Ensino Médio no Brasil passou por uma reforma que instituiu novos parâmetros e diretrizes para esse segmento da educação. O objetivo dessas mudanças foi combater índices de evasão escolar, promovendo um ensino que atendesse às expectativas dos jovens em relação a seus projetos de vida pessoal e profissional e estivesse alinhado com as necessidades e os anseios desse público. Além disso, buscava-se ampliar o engajamento desses estudantes com os conteúdos, para que pudessem desenvolver maneiras autônomas de lidar com os desafios do mundo contemporâneo.

Com base nessas novas perspectivas educacionais, é necessário compreender o Ensino Médio como uma etapa de grande importância política e social, algo muito além do que apenas uma fase passageira na vida dos jovens. Na verdade, constitui-se como um momento fundamental de protagonismo e desenvolvimento pessoal. É nessa fase que os estudantes ampliam suas perspectivas culturais, convivendo em um espaço de ampla diversidade de ideias e opiniões, e desenvolvem suas capacidades de tomada de decisão, sendo o maior desafio aprender a fazer escolhas coerentes e alinhadas com seu projeto de vida.

Assim, é fundamental que a escola de Ensino Médio desenvolva uma atitude acolhedora das juventudes, estando preparada para os desafios que essa fase requer, principalmente quanto à formação profissional e à construção da cidadania dos jovens. Isso requer condutas que priorizem a construção da autonomia dos estudantes, que em breve estarão atuando na vida pública sem o acompanhamento de adultos. Desse modo, como podemos prepará-los para participar da sociedade de forma responsável?

> A experiência participativa representa uma das formas de os jovens vivenciarem processos de construção de pautas, projetos e ações coletivas. Além disso, a experiência participativa também é importante por permitir a vivência de valores, como os da solidariedade e da democracia, e o aprendizado da alteridade. O que significa, em última instância, aprender a respeitar, perceber e reconhecer o outro e suas diferenças. O exercício da participação pode ser, então, uma experiência decisiva para a vida dos jovens um efetivo contraponto – em uma sociedade que, ao se individualizar, enfraquece ideias, valores e práticas relacionadas à dimensão coletiva da vida social.
>
> BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013. p. 46.

É no Ensino Médio que também ocorre a preparação mais intensa e aprofundada dos estudantes para os exames de larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Esses exames contribuem para monitorar as redes de ensino, oferecendo soluções educacionais viáveis por meio de políticas públicas, pois fornecem inúmeros dados aos gestores.

Esta coleção dá diversos subsídios para auxiliar os estudantes na preparação para esses exames, entre eles o Enem. Na seção **Atividades**, por exemplo, apresentamos questões extraídas diretamente do Enem e de vestibulares atuais para que eles possam se familiarizar com o formato das provas fornecidas por essas instituições. As atividades da seção **Ser consciente**, por sua vez, buscam trabalhar aspectos como a interpretação de textos e imagens, análises críticas de diversos recursos e discussões que envolvem a atualidade. Além disso, há propostas de articulações interdisciplinares, com abordagens que podem contribuir para o desempenho dos estudantes em futuras avaliações.

O estudante do Ensino Médio

Existem diversas maneiras de conceituar a fase da juventude. Época de incertezas e definição identitária, por muito tempo a juventude foi compreendida como um período de passagem, uma etapa prévia da vida adulta, marcada por uma faixa etária delimitada. Porém, de acordo com o estudioso Juarez Dayrell (2016), as pesquisas mais atuais têm demonstrado que esse período deve ser compreendido como uma categoria socialmente construída, na qual os jovens se assumem como verdadeiros sujeitos, ou seja, possuem determinada origem familiar, estão inseridos em relações sociais, apresentam uma historicidade específica, movem-se por desejos e se constituem como seres ativos e produtores de conhecimento.

> A juventude constitui um momento determinado, mas que não se reduz a uma passagem. Ela assume uma importância em si mesma como um momento de exercício de inserção social, no qual o indivíduo vai se descobrindo e descortinando as possibilidades em todas as instâncias de sua vida, desde a dimensão afetiva até a profissional. Essa realidade ganha contornos próprios em contextos históricos, sociais e culturais distintos. As distintas condições sociais (origem de classe, por exemplo), a diversidade cultural (a cor da pele, as identidades culturais e religiosas, os diferentes valores familiares etc.), a diversidade de gênero e de orientação afetiva e até mesmo as diferenças territoriais se articulam para a constituição das diferentes modalidades de se vivenciar a juventude.
>
> DAYRELL, J. (Org.). *Por uma pedagogia das juventudes*: experiências educativas do Observatório da Juventude da UFMG. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2016. p. 27.

MODERNA

Para que as relações possam ser fecundas e mutuamente respeitosas no ambiente escolar, uma opção interessante é investir no trabalho com as diversas manifestações culturais juvenis, ou seja, fazer da escola território de produção cultural da juventude, e não apenas um local de aprendizado de uma cultura externa ou "adulta". Nesse contexto, o jovem deve se identificar com as produções culturais com as quais convive, sentindo-se incluído e, principalmente, valorizado.

> Os jovens sujeitos do Ensino Médio nos trazem cotidianamente desafios para o aprimoramento de nosso ofício de educar. Entre esses desafios, encontra-se a difícil tarefa de compreensão dos sentidos os quais os jovens elaboram no agir coletivo, em seus grupos de estilo e identidades culturais e territoriais que, em grande medida, nos são apenas "estranhos" (no sentido de estrangeiros) e diferem de muitas de nossas concepções (adultas) de educação (escolar ou não), de autoridade, de respeito de sociabilidade "adequada" e produção de valores e conhecimentos.
>
> BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013. p. 20.

Realizar esse trabalho de aproximação e valorização das culturas juvenis exige ainda mais do professor. A primeira etapa é passar a compreender o jovem como um sujeito de interlocução, com o qual podemos aprender e expandir nossos horizontes culturais. Essa aproximação requer uma flexibilidade por parte de professores, que muitas vezes terão de superar visões estereotipadas e superficiais sobre a juventude atual. Assim, deve-se partir do princípio de que os jovens não estão inseridos em uma cultura única. A juventude se constitui como categoria socialmente construída, que deve ser analisada com base no contexto de cada comunidade. Existem jovens, por exemplo, que já estão inseridos no mercado de trabalho e vivenciam a juventude de um modo bem diferente daqueles que têm mais tempo de lazer ou de estudo.

Compreender essas múltiplas culturas juvenis que permeiam o contexto escolar faz parte do processo de inovação que tem marcado o curso educativo nos últimos anos. Em vez de "transmitirmos os saberes" aos jovens, por que não trocarmos e compartilharmos, abrindo espaços e criando condições para que as culturas juvenis se expressem no ambiente escolar? Essas novas práticas compõem um caminho de construção coletiva do conhecimento. Sob esse ponto de vista, a aprendizagem passa a ser encarada como uma via de mão dupla, uma troca, e assim tende a criar um clima mais saudável e menos impositivo, sendo menos propício ao desenvolvimento de problemas indisciplinares e relações conflituosas.

O professor

Diante desses novos desafios educacionais, que envolvem inclusive o trabalho com metodologias ativas e tecnologias, o professor assume cada vez mais o papel de mediador das relações entre os estudantes e o conhecimento, orientando o caminho a ser adotado no processo de ensino-aprendizagem. Essa mediação ocorre de acordo com um planejamento bem definido das aulas, no qual são explicitadas as estratégias de engajamento e protagonismo dos estudantes. Supera-se a postura de um profissional meramente transmissor de informações e almeja-se uma conduta mais interativa e baseada na colaboração.

> O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno.
>
> MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Org.). *Convergências midiáticas, educação e cidadania*: aproximações jovens. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. v. 2. p. 24. (Coleção Mídias Contemporâneas).

Sabe-se que no Brasil as turmas de Ensino Médio são diversificadas, formadas por grupos de estudantes com diferenças nas formas de aprender. O processo de ensino-aprendizagem é complexo e envolve diversas dimensões da vida dos sujeitos. Knud Illeris (2013), por exemplo, descreve a aprendizagem em três dimensões: a de conteúdo, a de incentivo e a da interação. A dimensão de **conteúdo** envolve a aprendizagem cognitiva, relacionada aos conhecimentos que são internalizados. Já a dimensão de **incentivo** se relaciona às sensibilidades, ao equilíbrio mental e às motivações que instigam as pessoas no aprendizado. Por fim, a dimensão de **interação** está ligada à sociabilidade e à comunicação do indivíduo.

Desse modo, uma forma de o professor lidar com a diversidade em sala de aula é identificar em qual dimensão de aprendizagem estão as defasagens dos estudantes. Com esse diagnóstico, pode-se então desenvolver estratégias adequadas ao tipo de dificuldade específica apresentada por eles. Por exemplo, em casos de defasagem na dimensão de interação, o professor poderá desenvolver estratégias de trabalho em grupo e dinâmicas que exijam a troca de ideias. Quando o problema for em relação à dimensão de incentivo, ele poderá repensar as formas como aquele conteúdo instiga os estudantes e se relaciona com o cotidiano deles.

MODELO

Nesse sentido, sabe-se que não é fácil se adequar aos novos parâmetros que vêm sendo delimitados na educação no século XXI. Muitos professores vão precisar de um período de adaptação para renovar e implementar suas práticas. Para contribuir com esse processo, sugerimos a seguir algumas condutas que podem ser utilizadas durante o planejamento e as aulas com turmas do Ensino Médio.

- Observar os estudantes de modo personalizado, adequando desafios e propostas às características de cada um.
- Organizar planejamentos coletivos e individuais/personalizados para lidar com as turmas.
- Relacionar os temas à realidade próxima dos estudantes, problematizando as experiências vivenciadas e alinhando os conteúdos aos interesses da turma.
- Dar importância à significação dos conteúdos que serão trabalhados na turma.
- Propor constantemente atividades de autoavaliação, para que os estudantes possam refletir sobre suas atividades e seu aprendizado.
- Desenvolver flexibilidade para improvisar quando necessário e adequar as propostas metodológicas à realidade de cada turma.
- Acompanhar a evolução de cada grupo ou estudante, avaliando sob uma perspectiva processual.
- Evitar propostas que abordem capacidades meramente interpretativas e que não desafiem os estudantes a desenvolver sua criatividade e seu pensamento crítico.
- Inserir opiniões e sugestões dos estudantes no planejamento das atividades, considerando suas dificuldades e preferências.
- Capacitar os estudantes em determinadas atividades com as quais eles possam não estar acostumados, como a realização de uma pesquisa bem fundamentada ou a produção de um texto-síntese.
- Gerir o tempo de modo mais personalizado, observando os ritmos de aprendizagem específicos das turmas.
- Aderir a dinâmicas que alterem o posicionamento tradicional das carteiras em sala de aula, promovendo atividades em grupo ou em roda e explorando os diversos ambientes da escola.
- Propor trabalhos em grupos, para que os estudantes desenvolvam suas capacidades de expressão e socialização, permeando habilidades não apenas cognitivas e atitudinais, mas também socioemocionais.

O pensamento computacional

Vivemos em uma sociedade em que tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são agentes de importantes transformações em diversos setores, como na economia, na cultura e na educação. Diante disso, pesquisadores de campos relacionados às políticas educacionais enfatizam a importância da implantação da programação e de conceitos oriundos da Ciência da computação no currículo escolar, uma vez que o trabalho realizado no âmbito dessa Ciência desenvolve capacidades relacionadas ao pensamento computacional, que, junto à leitura, à escrita e à aritmética, deveria ser uma das habilidades analíticas inerentes a cada indivíduo (RAABE, 2017).

Mas o que é pensamento computacional?

> [...]
>
> Pensamento computacional é uma forma para seres humanos resolverem problemas; não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores. Computadores são tediosos e enfadonhos; humanos são espertos e imaginativos. Nós humanos tornamos a computação empolgante. Equipados com aparelhos computacionais, usamos nossa inteligência para resolver problemas que não ousaríamos sequer tentar antes da era da computação e construir sistemas com funcionalidades limitadas apenas pela nossa imaginação.
>
> [...]
>
> WING, J. Pensamento computacional: um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. Tradução de Cleverson Sebastião dos Anjos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, maio/ago. 2006. p. 4. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>. Acesso em: 2 abr. 2020.

Um dos eixos do currículo de referência em tecnologia e computação, do Centro de Inovação para a Educação Brasileira, é o pensamento computacional, o qual disserta sobre a resolução de problemas que envolvem tecnologias digitais considerando quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo (CIEB, 2018; BRACKMANN, 2017).

Decomposição: decompor o problema em problemas menores, conhecidos como subproblemas, mais fáceis de serem resolvidos.

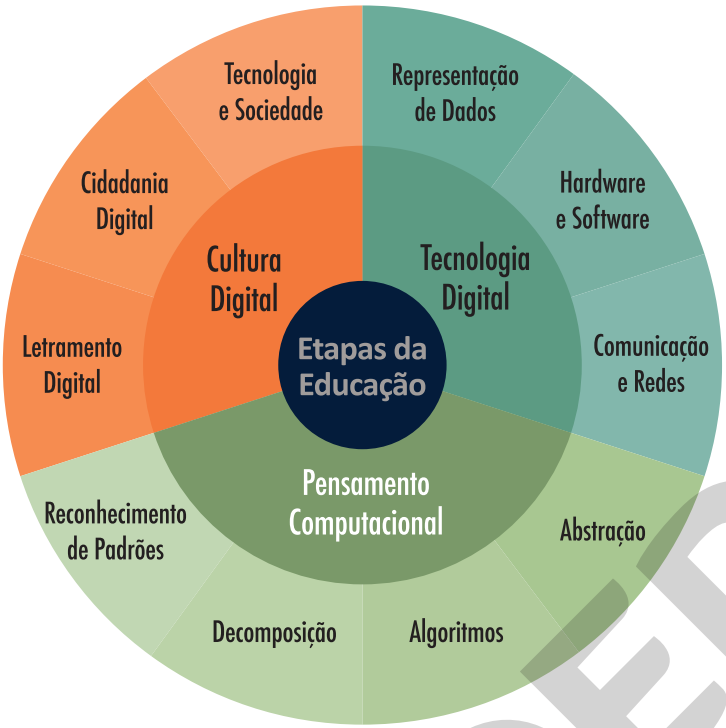
Reconhecimento de padrões: analisar os subproblemas individualmente, com o objetivo de reconhecer padrões e identificar características comuns que ajudem em sua resolução.

Abstração: filtrar, classificar e organizar as informações relevantes, ao considerar apenas os dados essenciais para a resolução do problema, e ignorar as informações irrelevantes, atingindo uma generalização dos padrões identificados.

Algoritmo: construção de estratégias ou instruções claras e ordenadas que auxiliem na resolução dos subproblemas e, consequentemente, na obtenção da solução do problema principal.

MODERNA

Para mais informações a respeito do currículo de referência em tecnologia e computação, acesse o *site* do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (Cieb). Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo_de_Referencia_em_Tecnologia_e_Computacao.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.



Centro de Inovação para a Educação Brasileira. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Além disso, de acordo com a BNCC,

> [...]
>
> pensamento computacional envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos.
>
> [...]

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 469. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Como estratégia didática para o desenvolvimento do pensamento computacional, os conceitos relacionados à linguagem de programação podem ser utilizados de modo contextualizado, a fim de que os estudantes exercitem a aprendizagem e a autonomia para estabelecer relações com situações de seu cotidiano. O uso de simulações, *softwares* ou equipamentos específicos, por exemplo, podem levá-los a estudar determinados fenômenos reais que dificilmente seriam possíveis sem esses recursos.

Ademais, o trabalho com o pensamento computacional sem o auxílio de recursos tecnológicos, conhecido como pensamento computacional desplugado, ou *unplugged*, também pode ser abordado em sala de aula. Segundo Brackmann (2017), essa alternativa, por ser de fácil aplicação em diferentes realidades, foi pensada justamente com o intuito de atender às escolas públicas que não têm condições socioeconômicas para acessar computadores ou outras tecnologias. Nesse caso, o professor pode recorrer a abordagens lúdicas, como truques de mágica e competições entre os estudantes, bem como a objetos manipuláveis, como jogos (de tabuleiro, de cartas, de peças), livros, fichas, figuras e, até mesmo, ao próprio material escolar dos estudantes.

No Ensino Médio, ao trabalhar com abordagens que auxiliam no desenvolvimento do pensamento computacional, deve-se planejar o desenvolvimento das atividades propostas,

MODERNA

considerando diferentes perfis de estudantes, as características de cada turma, além de atentar aos recursos disponíveis no ambiente escolar e aos objetivos que se quer alcançar.

Nesta coleção, o pensamento computacional é incentivado nas atividades práticas investigativas, no registro e na análise de resultados e em atividades que envolvem a identificação e a solução de problemas.

Promoção da saúde mental dos estudantes

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a adolescência é o período que vai dos 10 aos 19 anos. Nessa etapa da vida, vários fatores podem interferir nos comportamentos e na saúde mental dos indivíduos. Trata-se de um período de mudanças e descobertas, no qual o jovem constrói e reconstrói sua identidade. Fatores emocionais, associados às realidades social, econômica, histórica e cultural, tornam essa parcela da população mais vulnerável emocional e mentalmente.

Entre os problemas relacionados à saúde mental que mais afetam os jovens, de acordo com entidades internacionais, como a OMS, estão a violência familiar, o *bullying*, a depressão, a ansiedade e a dependência química.

Os casos de *bullying*, por exemplo, envolvem relações de poder e dominação que provocam violência psicológica e, muitas vezes, física, sem motivos aparentes. Em alguns casos, os indivíduos agressores recebem punição, mas é necessário promover um trabalho de conscientização para que esses jovens possam refletir sobre suas ações e analisar os impactos emocionais que elas acarretam para as vítimas. Os jovens que praticam *bullying* geralmente são atraídos por um imaginário preestabelecido de padrões de beleza, comportamento, consumo e configurações sociais. Por isso, as ações de combate a essa prática devem contribuir para a desconstrução de tais padrões e o respeito à diversidade.

Além disso, é preciso analisar o contexto familiar desses estudantes, que em muitos casos vivem em ambientes onde há violência e/ou negligência. Assim, torna-se imprescindível o papel da escola no cuidado com a saúde mental dos estudantes, combatendo ativamente todas as formas de discriminação e violência.

Para isso, são necessários programas para prevenir o *bullying* e qualquer outra forma de violência, além do abuso de substâncias nocivas. Esses programas devem ter a participação da escola, dos familiares, da comunidade e de profissionais, como psicólogos e psicopedagogos, resultando em uma equipe capaz de contribuir para detectar os sinais de problemas envolvendo a saúde mental dos estudantes e promover ações antes que haja consequências.

Como a escola pode contribuir na promoção da saúde mental dos estudantes?

A escola deve ser um espaço de disseminação do respeito e da proteção social dos jovens, em conjunto com a participação ativa das famílias. Nela, os estudantes podem ser organizados em grupos, a fim de possibilitar a troca de experiências em rodas de conversa mediadas por um psicólogo. Assim, os jovens tendem a se sentir mais à vontade para discutir e relatar sua realidade, compartilhando emoções e descobrindo os gatilhos que os fazem reagir com violência, ansiedade ou tristeza, por exemplo. Trata-se de uma oportunidade para trabalhar o autoconceito, a autoimagem e a autoestima dos estudantes.

Considere a possibilidade de a escola oferecer espaços em horários alternativos para que os estudantes realizem atividades fora da grade curricular comum, como esportes, artes, atividades de cuidado com o espaço escolar e com os colegas, oficinas de teatro, gincanas, competições e simulados. Nesses momentos, é importante incluir os estudantes de diferentes perfis, pois a convivência é essencial para desenvolver o respeito mútuo e a empatia, colaborando com a boa saúde mental de todos.

Atividades envolvendo atitudes solidárias contribuem para que os estudantes se coloquem no lugar de outras pessoas, desenvolvendo a empatia. Como exemplo, podem ser realizadas campanhas de coletas de produtos necessários em instituições sociais do município; ou, em sala de aula, eles podem elaborar objetos ou produtos que auxiliem pessoas em situação de vulnerabilidade social, entre outras ações.

Outras atividades podem, ainda, envolver o futuro dos estudantes, identificando os potenciais de cada um, com um olhar para a construção de um projeto de vida. Mostrar que suas atitudes hoje influenciam o futuro é uma forma de incentivá-los a refletir sobre suas escolhas e opções. A escola, então, tem o papel de ajudá-los a ultrapassar as dificuldades, com atividades que envolvam a autoestima, o autoconhecimento e o autocuidado.

O professor deve ficar atento a sinais que denotem mudança de comportamento dos estudantes e que demandem encaminhamento para avaliação da equipe composta por profissionais que cuidam da saúde mental. Essas ações contribuem para prevenir transtornos. Para isso, é importante conversar com a administração da escola sobre a possibilidade de promover eventos de formação continuada relacionados à saúde mental.

MODERNA

A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR NA ETAPA DO ENSINO MÉDIO

A BNCC é o documento que estabelece os principais conhecimentos, competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio).

Como forma de substituir o currículo do Ensino Médio isolado em componentes curriculares, para essa etapa, a BNCC apresenta as aprendizagens essenciais distribuídas por áreas do conhecimento. Assim, para cada área são definidas competências específicas que se relacionam diretamente com habilidades da área. Essa estrutura constitui a formação geral básica que, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM),

> [...] é composta por competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e articuladas como um todo indissociável, enriquecidas pelo contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo do trabalho e da prática social [...]

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 nov. 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-3-de-21-de-novembro-de-2018-51281310>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Além de estabelecer que os conteúdos sejam apresentados por área (formação geral básica), a BNCC prevê, tendo como documento orientador as DCNEM, os itinerários formativos, em que os estudantes poderão escolher, por exemplo, formação técnica como maneira de complementar sua formação escolar. Veja o esquema a seguir.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 469. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Com essa estruturação, a BNCC do Ensino Médio articula-se às habilidades e competências do Ensino Fundamental, com o objetivo de consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral dos estudantes, possibilitando assim a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

As áreas do conhecimento

O currículo do Ensino Médio deve ser elaborado por área e propõe um trabalho interdisciplinar e transdisciplinar. Isso implica em um currículo que integre não só os conteúdos

MODELO

dos componentes de determinada área (interdisciplinaridade), mas também os de outras áreas, estabelecendo relações transdisciplinares. As áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares são assim divididos na BNCC:

Áreas do conhecimento	Componentes curriculares
Linguagens e suas Tecnologias	> Arte > Educação Física > Língua Inglesa > Língua Portuguesa
Matemática e suas Tecnologias	> Matemática
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	> Biologia > Física > Química
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	> Filosofia > Geografia > História > Sociologia

Competências gerais, competências específicas e habilidades

As dez competências gerais da Educação Básica, previstas na BNCC, têm como principal objetivo formar cidadãos conscientes de seu papel na sociedade e que saibam agir de forma justa. Essas competências se desdobram em construção de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes. São elas:

1 Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2 Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

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

4 Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5 Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6 Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7 Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8 Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9 Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

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

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 9. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MODERNA

Para que os estudantes desenvolvam as competências gerais, é preciso que primeiro adquiram as aprendizagens essenciais de cada área por meio das habilidades, desenvolvendo também os princípios das competências específicas.

Esta coleção foi organizada de maneira a contemplar habilidades e competências específicas relacionadas à área do conhecimento, bem como as competências gerais propostas na BNCC. Tais relações estão presentes nas abordagens dos conteúdos, em textos, seções e atividades. No **Livro do estudante**, as relações entre as habilidades e/ou competências e os conteúdos da área estão destacadas em um quadro, de forma que tanto os estudantes quanto o professor possam verificar como esses elementos são desenvolvidos.

Temas contemporâneos transversais

Os **temas contemporâneos transversais** não são novidade nos documentos oficiais para a Educação Básica. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, eram chamados de **temas transversais** e pressupunha-se que fossem incluídos nos currículos das escolas. Contudo, como os PCN não tinham caráter obrigatório e os seis temas listados não eram pautados em uma legislação ou norma específica, nem sempre essa inclusão acontecia no contexto escolar.

Com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2013, os Temas transversais receberam o nome de **eixos temáticos** ou **norteadores** e pressupunham que professores e estudantes escolhessem temas/assuntos afeitos ao componente curricular que desejassem estudar, contextualizando-os com outros. O trabalho interdisciplinar e transdisciplinar por meio de eixos temáticos tornou-se obrigatório, a fim de conduzir os estudantes na reflexão sobre a vida em sociedade.

Por conta da homologação da BNCC, em 2018, passaram a ser chamados de **temas contemporâneos** e tornaram-se uma referência obrigatória para a elaboração dos currículos. Em 2019, com a publicação do documento *Temas contemporâneos transversais na BNCC*, passaram a ser chamados de **temas contemporâneos transversais**. Essa mudança de nomenclatura é pautada na BNCC, que afirma:

> [...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.
>
> BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 19. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Na BNCC, os **temas contemporâneos transversais** foram distribuídos em seis áreas temáticas, conforme apresentado no quadro a seguir.

TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS		
Ciência e tecnologia > Ciência e tecnologia	**Meio ambiente** > Educação ambiental > Educação para o consumo	**Economia** > Trabalho > Educação financeira > Educação fiscal
Multiculturalismo > Diversidade cultural > Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras	**Cidadania e civismo** > Vida familiar e social > Educação para o trânsito > Educação em direitos humanos > Direitos da criança e do adolescente > Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso	**Saúde** > Saúde > Educação alimentar e nutricional

Os **temas contemporâneos transversais** não pertencem a uma área do conhecimento específica e devem ser abordados por todas de forma integrada e complementar, possibilitando aos estudantes entender melhor a sociedade em que vivem. Seguindo essa premissa e para orientar o professor no trabalho, esta coleção aborda os **temas contemporâneos transversais** por meio de recursos e atividades, tanto no **Livro do estudante** quanto no **Suplemento para o professor**. Essas abordagens percorrem as áreas do conhecimento e proporcionam aos estudantes refletir sobre o papel que exercem na sociedade, contribuindo para sua formação cidadã.

MODERNA

As Ciências Naturais (como a Biologia, a Física, a Química, a Astronomia e a Geologia) nos ajudam a compreender e a responder às questões sobre os fenômenos naturais que nos cercam. Dessa maneira, o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve se pautar na realidade próxima dos estudantes.

Os estudantes trazem consigo conhecimentos que construíram em sua vivência e geralmente se baseiam neles para tentar compreender e explicar os fenômenos naturais. No entanto, na maioria das vezes, eles precisam buscar outras informações para resolver os problemas do cotidiano. O ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve contribuir para que os estudantes obtenham essas informações e estabeleçam as relações necessárias para conhecer o mundo que os cerca, resolver os problemas e opinar e intervir na realidade de maneira consciente.

Diante disso, o ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias deve pautar-se nas necessidades dos estudantes e em sua formação cidadã. Os estudantes devem ter uma postura ativa e crítica na construção de seu conhecimento. Para isso, deve-se romper com a ideia de um professor detentor do conhecimento, que passará a agir como mediador da aprendizagem, oportunizando questionamentos e a expressão de ideias e opiniões e incentivando a análise de situações.

A abordagem teórica e metodológica desta coleção tem como objetivo principal o desenvolvimento de competências e habilidades, por meio de diferentes modelos didático-pedagógicos.

Leia a seguir um trecho da BNCC, o qual trata da área das Ciências da Natureza.

> [...] No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. [...]
>
> BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação. 2018. p. 470.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio busca a integração de diferentes áreas do conhecimento, entre elas os componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**. Para possibilitar esse trabalho, a coleção é dividida em seis volumes, separados em temas. No processo de ensino-aprendizagem de cada tema, os estudantes são motivados a mobilizar conhecimentos não só de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como também de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, de Linguagens e de Matemática e suas tecnologias.

Quando há grandes eventos naturais, descobertas científicas, estudos promissores, grandes epidemias e catástrofes ambientais, a sociedade, especialmente os jovens, tende a cobrar respostas imediatas. Cabe aos professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a atualização constante e a didática adequada, capazes de responder as indagações dos estudantes, permitindo que eles construam o conhecimento concreto e crítico.

A abordagem desta coleção visa enfatizar as relações entre os contextos socioculturais, a história da Ciência e a experimentação. Na perspectiva sociocultural, a aprendizagem envolve a apropriação cultural, que depende de diferentes linguagens (internet, cultura digital, gráficos, tabelas e gêneros textuais diversos). É preciso lembrar que o jovem vive imerso em um mundo de signos, utilizados para construir significados. O tipo de ferramenta ou signo mediador regulará a forma como os conceitos são internalizados, o que se dá quando o sujeito constrói seus próprios significados sobre o mundo, associando-os a ideias de seu contexto sociocultural. A aprendizagem se estabelece quando os estudantes são capazes de abandonar uma visão concreta do mundo e passar a observá-lo de forma abstrata, generalizando o conceito estudado e aplicando-o na análise de diversas situações. É importante lembrar que eles ainda podem ter concepções alternativas, e cabe ao professor identificá-las e trabalhá-las individualmente.

A história da Ciência possibilita aos estudantes que conheçam os caminhos da Ciência, como ela se desenvolveu e de que forma os estudiosos elaboram suas teorias, das primeiras até chegarmos às atuais. Ela auxilia os estudantes a perceber que a Ciência se desenvolve com base em problemas e questionamentos que devem ser solucionados seguindo determinados passos. Assim, eles devem perceber que as descobertas ocorreram com dificuldades, dúvidas e equívocos. Essa visão pode contribuir para a formação de um indivíduo com potencial de análise reflexiva e analítica, percebendo que a Ciência é uma construção humana, dinâmica e mutável e que o conhecimento científico pode ser provisório, isto é, aberto a reformulações.

Um ponto fundamental nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias é a experimentação, a qual permite aos estudantes vivenciar atividades práticas, colocando-se no papel central da construção do conhecimento, além de tornar as aulas mais dinâmicas e participativas. Nesta coleção, procuramos sugerir atividades práticas simples e acessíveis, que visam desenvolver conteúdos procedimentais e atitudinais. Os experimentos ou demonstrações podem ser realizados no início das aulas ou durante seu desenvolvimento. Com essas atividades, os estudantes podem desenvolver as etapas do método científico: observação, levantamento de hipóteses, elaboração de um plano de trabalho, montagem e coleta e análise de dados.

Para que esse ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias seja efetivo, também é importante considerar a realidade próxima dos estudantes, incluindo suas vivências e experiências. Junto com as situações-problema, o uso de conhecimentos e experiências prévias pode incentivá-los a se tornar protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

MODERNA

O professor deve auxiliá-los a construir opiniões próprias e a se posicionar, desenvolvendo o raciocínio e uma postura crítica, por meio da argumentação. Todas essas capacidades proporcionam a formação integral dos estudantes como cidadãos atuantes e participantes das questões sociais relevantes.

Nesta coleção, utilizamos diferentes perspectivas teórico-metodológicas, pois entendemos que os professores precisam utilizar uma pluralidade de perspectivas teórico-práticas. Esse trabalho permite que sejam oferecidas aos estudantes abordagens variadas, dependendo do assunto e do campo do saber observados.

São oferecidas orientações de como desenvolver o pensamento acerca de Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

A coleção integral como é aqui proposta contribui para que esse pensamento seja desenvolvido, visto que o ensino não é compartimentado, mas interdisciplinar.

> [...] A grande finalidade da educação em Ciências numa perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. [....]
>
> FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência e Educação*, v. 24, n. 4, out./dez. 2018. p. 876. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n4/1516-7313-ciedu-24-04-0875.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Para que o desenvolvimento do pensamento computacional seja adequado, é preciso que o docente seja capaz de identificar as carências dos estudantes, especialmente no conhecimento matemático e na linguagem. Os raciocínios lógico-matemático e linguístico são essenciais na formação desse cidadão. Por isso, defasagens desses conhecimentos podem comprometer sua aprendizagem.

O professor deve atuar como um mediador, auxiliando-os a fazer pesquisas de forma segura na internet, orientando-os a buscar informações cientificamente corretas e mostrando ferramentas mais simples, como áudios e vídeos, que podem ilustrar a construção do conhecimento. A presente coleção pode contribuir para esse trabalho, pois sugere a pesquisa na internet, bem como incentiva a visualização de textos e vídeos.

> [...] o PC [pensamento computacional], também, envolve a resolução de problemas, o pensar sistemas e a compreensão do comportamento humano, com base nos conceitos fundamentais da ciência da computação. [...]
>
> MARTINS, C; GIRAFFA, L. M. M. Gamificação, pensamento computacional e cultura maker: potencialidades advindas de estratégias docentes alinhadas à cultura digital. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA, 10., 2018, Porto Alegre. *Anais*... Porto Alegre: PUCRS, out./nov. 2018. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/acessolivre/anais/cidu/assets/edicoes/2018/arquivos/210.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Assim, esta coleção apresenta alguns pilares. Veja abaixo.

Ferramentas	Recursos	Metas
> Integração de conhecimentos (Biologia, Química e Física) > Análise de situações > Experimentação > História da Ciência > Cultura digital > Divulgação científica > Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	> Imagens diversas (esquemas, ilustrações e fotografias) > Gêneros textuais diversos (textos de fontes diversas, reportagens, tirinhas, cartuns) > Tabelas > Gráficos > Mapas > Materiais diversos e acessíveis > Recursos audiovisuais (*sites*, vídeos)	> Desenvolvimento de habilidades e competências > Leitura e interpretação de textos e dados > Cidadania > Protagonismo no processo de ensino-aprendizagem > Desenvolvimento da alfabetização científica > Apropriação do método científico (observação, análise, levantamento e teste de hipóteses) > Argumentação e comunicação científica > Desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e do pensamento computacional > Desenvolvimento do raciocínio linguístico

MODERNA

Nas últimas décadas, o advento da tecnologia e as discussões envolvendo novos métodos de ensino têm gerado grandes desafios aos professores e às escolas. Estruturas de ensino tradicionais, nas quais professores transmitem conhecimentos aos estudantes, têm sido cada vez mais questionadas quanto a seu papel efetivo no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, as metodologias ativas são uma forma de transformar essa realidade, engajando os estudantes e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo. As estratégias e metodologias ativas são ferramentas do processo de ensino-aprendizagem em que os estudantes são protagonistas da construção do conhecimento, tendo o professor como mediador para atingir um objetivo de aprendizagem de modo interativo, dinâmico, reflexivo e colaborativo.

Nesse tipo de abordagem, o professor deixa de ser o transmissor do conhecimento, passando a ser um mediador, ao planejar suas aulas com foco em orientar e incentivar os estudantes a explorar os conteúdos.

> As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do estudante, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor [...].
>
> MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4.

As dez competências gerais propostas pela BNCC estão alinhadas a situações de aprendizagem que podem ser conduzidas por meio da aplicação de estratégias e metodologias ativas, incentivando o protagonismo dos estudantes e colocando-os como produtores efetivos de conhecimento. Assim, as competências visam à mobilização de conhecimentos com o intuito de atender às demandas cotidianas e também solucionar problemas sociais mais complexos, sempre conferindo aos estudantes um papel central e ativo nesse processo.

> [...]
>
> No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.
>
> [...]
>
> BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 14. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Ao empregar estratégias e metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, os estudantes são incentivados a construir o conhecimento de modo integrado às necessidades de seu cotidiano. Nesse processo, é possível agregar o uso de recursos diversos, como o livro didático utilizado em sala de aula, os livros disponíveis na biblioteca e os recursos provenientes da tecnologia, como computador, celular, internet e plataformas digitais.

Considerando esse contexto, esta coleção busca explorar diferentes estratégias de metodologias ativas por meio de atividades que incentivem o protagonismo dos estudantes. Neste suplemento, você encontrará o boxe **Metodologias ativas**, que sugere como algumas estratégias podem ser aplicadas em determinados momentos da sequência didática. A seguir, explicamos algumas metodologias ativas que poderão ser utilizadas no decorrer da obra.

Sala de aula invertida

Na estratégia sala de aula invertida, os estudantes são orientados primeiro a estudar em casa, com base em materiais indicados pelo professor; depois, em sala de aula, tiram as dúvidas sobre o que estudaram previamente e fazem atividades de aplicação dos conteúdos. O modelo surgiu para aumentar o aproveitamento do tempo das aulas, utilizando-o para o esclarecimento de dúvidas e debates sobre o conteúdo.

A abordagem pode ser considerada um facilitador para estudantes que têm dificuldades em acompanhar a explicação do professor em sala de aula, pois, em casa, podem impor seu próprio ritmo ao aprendizado e levar as dúvidas para serem

MODERNA

discutidas em classe. Assim, o professor assume um papel de orientador e tutor no processo de aprendizagem.

Nessa estratégia, o professor pode utilizar recursos tecnológicos digitais, como vídeos, animações, simulações e aplicativos para orientar o estudo em casa. No entanto, é possível aplicar essa prática sem envolver tecnologias digitais, utilizando, por exemplo, o próprio livro didático.

One minute paper (Papel de um minuto)

One minute paper é uma estratégia em que, durante a explicação de um conteúdo ou ao final dela, o professor solicita aos estudantes que escrevam em um pedaço de papel, no período de um minuto, a resposta para uma pergunta. A técnica contribui para o desenvolvimento da agilidade e da habilidade de síntese.

A pergunta pode ter diversos objetivos, portanto, a estratégia pode ser utilizada em diversos momentos da aula. Veja algumas possibilidades no quadro a seguir.

Momento da abordagem	Objetivo	Exemplo
Início da aula ou do trabalho com algum conteúdo.	Explorar os conhecimentos prévios dos estudantes.	O que você sabe sobre o aquecimento global?
Durante a aula ou durante a abordagem do conteúdo.	Verificar se os estudantes compreenderam o conteúdo estudado.	Explique o que é e dê um exemplo de fenômeno químico.
Ao final da aula ou após a abordagem dos conteúdos.	Identificar as dificuldades dos estudantes ou os pontos que não ficaram claros nos conteúdos estudados. Receber um retorno dos estudantes sobre determinadas atividades ou abordagens.	Em que parte da aprendizagem do conteúdo você teve mais dificuldade? O que você achou do experimento realizado?

Após reunir os papéis com as respostas dos estudantes, o professor deve lê-las e dar um retorno à turma sobre suas percepções gerais.

One minute paper também pode ser utilizado de maneira *on-line*, por meio de aplicativos diversos. A desvantagem dessa versão é que, dependendo do aplicativo escolhido, nem sempre é possível manter a anonimidade, que geralmente é apreciada pelos estudantes ao escreverem no papel.

Rotação por estações

A estratégia rotação por estações propõe o estudo de um conteúdo por meio de diferentes modos de aprendizagem. A prática consiste em organizar a turma em grupos que participam de um rodízio por um circuito de estações.

Cada estação deve propor um tipo de atividade sobre o tema da aula. Como a rotação por estações é uma prática que favorece o ensino híbrido, isto é, tanto *on-line* como *off-line*, é recomendável que ao menos uma das estações envolva o trabalho *on-line*. As estações devem ser independentes entre si e as atividades propostas em cada uma delas deve ter início, meio e fim. Cada grupo deve passar por uma estação durante dez ou quinze minutos – ou o tempo que for possível de acordo com a duração da aula – e seguir para a próxima.

É necessário reservar um tempo antes do início do rodízio, para que o professor possa explicar a dinâmica e tirar as dúvidas da turma, e também após a rotação de todos os grupos por todas as estações, para que seja feita uma sistematização do que foi trabalhado. Esse tipo de atividade desenvolve o trabalho colaborativo e a capacidade de se organizar e de resolver tarefas com agilidade.

Dependendo da quantidade de estudantes em sala, o professor pode adaptar a estratégia e, em vez de organizar os estudantes em grupos, circular em cada estação com a turma inteira.

Debate

O debate como atividade educacional tem como objetivo explicitar diferentes pontos de vista e favorecer o desenvolvimento de habilidades de argumentação. Entre as diversas estratégias que englobam as metodologias ativas, pode ser uma das mais abrangentes e adaptáveis.

Os estudantes devem analisar o tema escolhido reunindo argumentos fundamentados, indo além do senso comum. A atividade deve ser orientada de modo a estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de posicionar-se diante de temas e situações.

Dicas para a organização de um debate

- O professor e os estudantes escolhem um tema.
- A turma é organizada em dois grupos de opiniões contrárias.
- Os estudantes devem pesquisar o assunto em fontes relevantes e confiáveis.
- Os estudantes podem organizar anotações para guiar seus argumentos e contra-argumentos.
- O professor apresenta as regras do debate.
- Os estudantes expressam seus argumentos seguindo as regras do debate.
- Ao professor cabe as funções de mediar e avaliar os argumentos apresentados.

Nesse tipo de estratégia, o professor deve cuidar para que as opiniões contrárias sejam respeitadas e os argumentos não sejam substituídos por ofensas. É importante lembrar que, embora em alguns debates seja determinado o lado vencedor, os objetivos das atividades que trabalham com essa estratégia são fundamentar pontos de vista e desenvolver a argumentação e a defesa de ideias, e não chegar a um consenso ou vitória.

Seminário

O seminário como estratégia de ensino consiste em um grupo de estudos para pesquisar e debater um ou mais temas que, posteriormente, podem ser apresentados por um ou mais estudantes sob a mediação de um professor.

É comum à prática escolar atribuir o nome seminário a qualquer apresentação feita por um estudante ou grupo que envolva um relato de caso ou resumos de artigos ou livros. No entanto, considerando as características dessa estratégia, é importante ressaltar que tais apresentações não devem ser identificadas dessa forma, pois seminário pressupõe um trabalho de pesquisa, coleta de dados, debate em grupo e apresentação de resultados que contribuam para a ampliação de ideias e a construção de conhecimentos.

Os seminários, geralmente, são organizados em duas etapas que envolvem tarefas tanto aos estudantes quanto ao professor.

	Etapa 1: Preparação	Etapa 2: Apresentação oral
Professor	Definir tema e objetivos, explicitando as justificativas para o trabalho. Recomendar bibliografia e orientar a importância de buscar fontes de pesquisa confiáveis.	Organizar as apresentações e estabelecer o debate e o diálogo crítico entre os integrantes. Avaliar o processo com foco na construção de conhecimento proporcionada pelo trabalho.
Estudantes	Realizar pesquisa de maneira crítica, reunindo dados e informações sobre o tema. Ler sobre o tema, debater e preparar a apresentação para a turma.	Expor oralmente o resultado das pesquisas e debates do grupo. Apresentar ao professor um trabalho escrito (relatório ou síntese). Disponibilizar-se para esclarecer eventuais dúvidas levantadas ou buscar respostas para elas.

Fonte de pesquisa: MALUSÁ, S.; MELO, G. F.; BERNARDINO JÚNIOR, R. Seminário: da técnica de ensino à polinização de ideias. In: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. *Revolucionando a sala de aula*: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. São Paulo: Atlas, 2017. p. 75.

Entre as habilidades desenvolvidas por meio do trabalho com seminários estão a comunicação, o planejamento, o trabalho em equipe, a pesquisa e a criticidade.

Jigsaw (Quebra-cabeça)

O *jigsaw* – ou quebra-cabeça, em português – é uma estratégia de aprendizagem cooperativa que se realiza com base na organização de grupos estruturados em etapas.

A técnica é composta de três etapas. Veja no esquema abaixo como ocorre cada uma delas.

1ª ETAPA • Grupos de base

Na primeira etapa, a turma deve se organizar em grupos de base. O professor deve dividir um texto ou conteúdo de acordo com a quantidade de estudantes de cada grupo. Portanto, se foram formados grupos de cinco integrantes, o conteúdo deverá ser dividido em cinco partes. O professor deve entregar uma parte do conteúdo ou texto a cada estudante e disponibilizar um tempo para que eles leiam a sua parte do assunto. É importante que os estudantes de cada grupo tenham acesso somente à sua parte do trabalho.

2ª ETAPA • Grupos de especialistas

Na segunda etapa, os grupos são reconfigurados para grupos de especialistas, ou seja, devem-se formar novos grupos, integrados apenas por estudantes responsáveis pelas mesmas partes do conteúdo, os quais devem debater o que compreenderam do fragmento sob responsabilidade deles.

ILUSTRAÇÕES: LAÍS GARBELINI

MODERNA

3ª ETAPA • Grupos de base

Grupo A **Grupo B** **Grupo C** **Grupo D** **Grupo E**

Na terceira e última etapa, os estudantes voltam para o seu grupo de base e explicam aos colegas no que consistem as partes discutidas nos grupos de especialistas. Durante a dinâmica, o professor deve circular entre os grupos e, se perceber que algum estudante está com dificuldades em se comunicar com a equipe, pode intervir auxiliando-o a se expressar.

Uma das principais características dessa estratégia é possibilitar um trabalho em grupo sem dispensar o trabalho individual. A dinâmica incentiva uma interdependência positiva na qual os estudantes se sentem responsáveis por sua própria aprendizagem e pela dos colegas.

Gallery walk (Caminhada na galeria)

A estratégia *gallery walk* desenvolve a habilidade de síntese e estimula a interação, o trabalho em equipe e a socialização do conhecimento. Nela, os estudantes exibem seus trabalhos em cartazes afixados nas paredes, como obras de arte em uma galeria. Em seguida, os estudantes circulam pela sala, observando os cartazes afixados, trocando informações entre si e refletindo sobre o tema proposto.

Há diversas possibilidades de condução dessa estratégia: trabalhos individuais apresentados enquanto a turma percorre a galeria em conjunto; circulação livre dos estudantes pela "galeria", colando nos cartazes notas adesivas com dúvidas ou sugestões; entre outras.

Essa dinâmica pode ser aplicada na apresentação, na revisão ou mesmo na avaliação de conteúdos. Cabe ao professor definir os objetivos e o tema a ser trabalhado, orientando os estudantes em relação à atividade. Durante o processo, o docente assume o papel de observador, deixando que os estudantes se organizem e orientando e intervindo somente se necessário. Ao final, é importante promover um debate geral com a turma ou fazer uma breve explanação sobre os trabalhos e o processo da *gallery walk*.

Sorting strips (Tiras de classificação)

Na estratégia *sorting strips*, trechos de informações ou conteúdos são separados em tiras de papel para serem organizados em sequência ou classificados em categorias.

Essa dinâmica auxilia a sistematização da aprendizagem de modo colaborativo, incentivando a troca de ideias entre os estudantes e possibilitando a discussão de ideias opostas, complementares ou sequenciais ao conteúdo das tiras.

A estratégia pode ser utilizada para trabalhar a compreensão de processos, o encadeamento de ideias e os métodos de classificação.

Think-pair-share (Pensar-conversar-compartilhar)

Think-pair-share é uma estratégia de aprendizagem cooperativa que consiste em pensar individualmente sobre uma questão ou problema levantado pelo professor, compartilhar o raciocínio individual com um colega e, em seguida, socializar com um grupo maior os pensamentos e conclusões aos quais a dupla chegou.

Essa estratégia favorece os estudantes que não se sentem à vontade em compartilhar suas opiniões ou conhecimentos com a turma ou com um grande grupo, pois podem pensar sozinhos e conversar com um colega sobre uma situação antes de se posicionar diante de um grupo maior.

Think

O professor apresenta o problema e o estudante reflete individualmente sobre a situação.

Pair

O estudante reúne-se com um colega para trocar percepções sobre a situação.

É interessante que as duplas sejam definidas antes da questão ser exposta, a fim de que as reflexões dos estudantes não sejam interrompidas para que eles encontrem um par.

Share

As duplas se unem em grupos maiores para compartilhar as conclusões a que chegaram após a discussão conjunta. O grupo discute todas as percepções e chega a uma nova síntese das ideias com base na discussão coletiva.

Em outro modelo de socialização, o professor pode pedir a algumas duplas que compartilhem suas conclusões com toda a turma.

ILUSTRAÇÕES: LAÍS GARBELINI

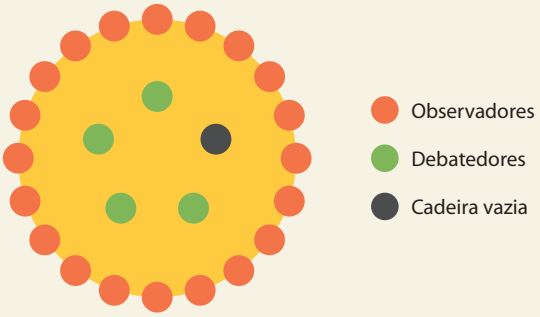
Essa estratégia desenvolve habilidades de oralidade e argumentação, além de incentivar os estudantes a ouvir e respeitar diferentes opiniões.

MODERNA

Fishbowl (Aquário)

Na estratégia *fishbowl*, um pequeno grupo de estudantes participa de uma discussão sobre determinado assunto ou conteúdo proposto pelo professor, enquanto o restante da turma observa e anota.

Para realizar essa dinâmica, as cadeiras da sala devem estar organizadas em dois círculos: um deles deve ser menor, cerca de cinco ou seis cadeiras, e ficar no centro; o outro deve ser maior, com a quantidade de cadeiras necessárias para acomodar o restante da turma.



LAÍS GARBELINI

Na dinâmica, o círculo interno é visto como um aquário, daí o nome *fishbowl*. Nele, sentam-se os estudantes que vão participar do debate. É importante que sempre haja uma cadeira vazia. Se o círculo formado tiver cinco cadeiras, por exemplo, apenas quatro estarão disponíveis. No círculo externo, ficam os estudantes que vão iniciar a atividade como observadores. Só os participantes do círculo interno podem se manifestar. Se um observador quiser acrescentar algo à discussão, ele deve se levantar, ocupar a cadeira vazia e então poderá participar. Nesse caso, a fim de manter uma cadeira vazia no círculo interno, um dos debatedores deve se voluntariar a se sentar na cadeira liberada pelo antigo observador. Fica à escolha do professor se todos os observadores deverão participar como debatedores ou não, em algum momento.

Essa estratégia promove a argumentação, o debate, a troca de experiências e o respeito ao direito e às opiniões dos colegas.

Quick writing (Escrita rápida)

Quick writing é uma estratégia que consiste em escrever uma resposta relacionada a um conteúdo em, no máximo, cinco minutos.

Essa dinâmica desenvolve a fluência na escrita e a capacidade de síntese. A pergunta é feita pelo professor e pode se relacionar tanto aos assuntos estudados como à vivência dos estudantes. É possível aplicar essa estratégia partindo de abordagens como: explicação de conceitos ou vocabulários de um texto, formulação de hipóteses ou inferências e explanação de conhecimentos prévios.

Turn and talk (Vire e fale)

Na estratégia *turn and talk*, o professor faz uma pergunta aos estudantes, que se viram para discutir a resposta com o colega ao lado. A dinâmica os auxilia a organizar suas ideias ao mesmo tempo em que compartilham e acolhem as contribuições dos colegas.

Não é necessário que o professor acompanhe as conversas, pois os objetivos principais dessa estratégia são: promover a interação, resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e desenvolver a oralidade, a argumentação e o respeito às opiniões diferentes.

Four corners (Quatro cantos)

Four corners, ou "quatro cantos", é uma estratégia que desenvolve a argumentação e a capacidade de se posicionar diante de uma questão.

Nessa dinâmica, o professor deve fazer uma pergunta com quatro possibilidades de resposta, que podem ser posicionamentos sobre algum tema, modos de resolver um problema, hipóteses sobre determinado conteúdo, entre outras opções. A turma deve ser avisada que os quatro cantos da sala de aula correspondem cada um a uma possível resposta para a questão. Então, os estudantes devem escolher o canto que acharem mais adequado e se encaminhar para ele. Quem tiver dúvidas ou não se identificar com nenhuma resposta, pode ficar no centro da sala. Assim, os estudantes que se posicionaram podem debater com os outros as razões de terem escolhido aquele canto. Caso alguém mude de ideia durante a discussão, é possível trocar de canto.

Além do exercício de argumentação e de tomada de decisão, essa estratégia também pode ser utilizada para formar grupos heterogêneos, pois evidencia a diversidade da turma.

Polling (Sondagem)

A estratégia *polling* consiste em solicitar aos estudantes que votem na resposta que consideram mais adequada a uma pergunta. Ela pode ser utilizada tanto como avaliação de um processo ou de uma atividade como para dinamizar aulas expositivas, levando os estudantes a responder a questões relacionadas ao conteúdo enquanto a aula é ministrada.

Nessas sondagens, as respostas dos estudantes podem indicar novos direcionamentos para o professor durante as aulas. A votação pode ser feita com os estudantes levantando as mãos ou utilizando placas coloridas para responder. Também é possível votar de modo *on-line*, com o auxílio de aplicativos, permitindo que a atividade seja realizada anonimamente.

MODERNA

A etapa escolar do Ensino Médio busca o desenvolvimento integral dos jovens estudantes. Os objetivos pedagógicos, portanto, de acordo com as orientações da BNCC, devem propiciar aos jovens o desenvolvimento de competências, não apenas no sentido do saber, mas principalmente do saber fazer. Desse modo, nesta coleção, os estudantes são envolvidos em situações de estudo que perpassam suas necessidades e interesses, ampliam seus conhecimentos e permitem a mobilização desses conhecimentos visando atender às demandas do mundo em que vivem.

A avaliação das aprendizagens desses estudantes, portanto, como parte indissociável do processo de ensino-aprendizagem, deve estar alinhada a esses objetivos na atividade escolar.

A prática avaliativa tem sido cada vez mais reconhecida por sua importância como auxiliar no trabalho do professor e por seu caráter legítimo na validação da condução didático-pedagógica. Desse modo, faz-se necessário compreender a essência de algumas modalidades de avaliação e implementá-las de acordo com os objetivos definidos para cada momento do processo de ensino-aprendizagem.

Avaliação diagnóstica

Toda avaliação tem caráter diagnóstico, pois tenciona obter informações sobre o conhecimento ou a aprendizagem dos estudantes. Essa é uma prática muito importante ao se iniciar um assunto, pois permite identificar seus conhecimentos prévios. Desse modo, é possível tomar decisões sobre seu planejamento de ensino, caso seja necessário complementá-lo ou resumi-lo.

Avaliação somativa

Em geral, é realizada ao final do estudo de um assunto ou período e pode utilizar diferentes tipos de instrumento. Fornece dados ou informações que sintetizam os avanços na aprendizagem dos estudantes em relação a determinado assunto ou período. Busca, de forma pontual e conclusiva, sintetizar e registrar os resultados verificados, com finalidade informativa ou classificatória.

Avaliação formativa

É parte integrante de todo o processo de ensino-aprendizagem, pois busca melhorias no processo em curso. Oferece subsídios que respaldam a interferência no processo de atuação do professor e aprendizagem dos estudantes, com vistas ao seu aprimoramento. Desse modo, permite a retomada de conceitos e temas, a revisão e o ajuste da prática pedagógica.

A avaliação e o trabalho do professor

Alguns fatores são fundamentais para que a prática avaliativa possa auxiliar de modo efetivo o professor em seu trabalho diário.

Avaliação e prática pedagógica

É possível observar casos de práticas avaliativas que se limitam a uma verificação, na maioria das vezes, resumida a notas, seguidas de progressão e certificação. Essas práticas, em geral, estão relacionadas a encaminhamentos pedagógicos em que o professor é um transmissor de conhecimento e o estudante, um mero receptor. Por outro lado, em algumas metodologias nas quais os estudantes assumem o protagonismo no processo de construção e ampliação de seu conhecimento, a avaliação preocupa-se mais com "como" os estudantes aprendem e menos com "o que" eles aprendem. Portanto, o acompanhamento das aprendizagens está intrinsecamente relacionado à opção teórico-metodológica escolhida, ou seja, o modo como se avalia diz muito sobre o modo como se ensina, e vice-versa.

Uma prática constante

A avaliação não deve ser estanque ou limitada a determinados momentos. Uma prova ao final do estudo de um conteúdo não é suficiente para obter todas as informações necessárias sobre a aprendizagem de cada estudante. Desse modo, é necessário que haja a diversificação de dinâmicas e instrumentos de avaliação, assim como o registro das informações que elas fornecem sobre o processo de aprendizagem, e os dados obtidos devem ser analisados e confrontados constantemente, a fim de embasar o prosseguimento do trabalho do professor.

Há diferentes maneiras de se registrar a trajetória dos estudantes em relação à sua aprendizagem. Muitos professores utilizam relatórios de observação diária, construção de portfólio ou mesmo comentários em um diário de aulas. Esses registros, individuais, de pequenos grupos ou de toda a turma, podem conter descrições ou conceitos que indicam o progresso ou as dificuldades dos estudantes. Com base nesses apontamentos, é possível decidir sobre a retomada de explicações, sugestões de leituras ou atividades paralelas, auxiliando o acompanhamento dos estudantes em relação aos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Esse aspecto qualitativo da prática avaliativa exige do professor uma postura ativa, reflexiva e reguladora em relação ao processo de ensino-aprendizagem. E, portanto, é inevitável que a avaliação seja constante, estando inserida em diversos momentos desse processo.

MODERNA

Na próxima página, apresentamos um modelo de relatório que pode auxiliar no acompanhamento da aprendizagem dos estudantes. O modelo traz itens de verificação diferentes em cada linha a fim de exemplificar as várias possibilidades de aplicação desse documento. É possível utilizar os objetivos de aprendizagem do estudo de cada unidade ou outros propostos em seus planejamentos. Também é possível acompanhar o desempenho dos estudantes em relação a uma habilidade a ser desenvolvida. Outra alternativa é registrar os indicadores de aprendizagem obtidos por meio de determinada atividade proposta ao grupo ou individualmente. O campo de observações é muito importante para que comentários e lembretes de detalhes sejam registrados e auxiliem nas decisões tomadas com base nos relatórios.

Lembramos que esse relatório figura como modelo que pode (e deve) ser adaptado de acordo com as necessidades e com a realidade de trabalho de cada turma ou escola.

Instrumentos de avaliação diversificados

Independentemente do instrumento de avaliação que o professor decida utilizar, é fundamental que estejam bem definidos os objetivos que se quer atingir por meio deles. Obter indicadores da aprendizagem dos estudantes deve ser a essência de cada instrumento de avaliação elaborado pelo professor. Portanto, provas objetivas ou discursivas, seminários, produções de textos, sínteses de pesquisas, debates, dramatizações, produções de esquemas ou desenhos e trabalhos em grupo ou individuais estão entre as variações possíveis.

Para o professor, é preciso estar claro os objetivos de ensino a ser investigados em relação à aprendizagem dos estudantes, os quais devem receber toda e qualquer orientação possível sobre a dinâmica proposta, de modo que estejam conscientes a respeito de como e quando serão avaliados.

Mas por que a avaliação deve ter essa diversificação? Porque os estudantes são diferentes, aprendem de diversas maneiras e expressam-se também de maneiras distintas. Alguns têm mais facilidade em aprender ouvindo explicações, outros precisam ler textos, resumos ou esquemas. Há estudantes que demonstram o que sabem por meio de conversas ou debates, mas têm dificuldade de se expressar por meio da escrita. Enquanto alguns têm facilidade em compreender raciocínios lógico-matemáticos, outros demonstram destreza na produção de textos.

A variedade de estratégias, como dinâmicas em grupo, individuais ou de participação anônima, por exemplo, também são recursos que auxiliam no trabalho com grupos de diferentes perfis. O incentivo à socialização, a junção de grupos heterogêneos, a relevância dos temas de estudos e o envolvimento dos jovens também podem tornar eficaz o trabalho de professores e estudantes no processo de ensinar, aprender e avaliar.

A avaliação nesta coleção

A presente coleção apresenta oportunidades constantes de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, privilegiando dinâmicas diversificadas.

Para tanto, ao longo das unidades temáticas, são apresentadas dinâmicas e atividades variadas, com a exploração de diversos recursos (textuais e imagéticos), ocasiões que permitem o acompanhamento do professor em relação à aprendizagem dos estudantes.

O professor também dispõe, neste suplemento, de diversas orientações com dicas pontuais, alinhadas aos objetivos de ensino e a uma avaliação formativa. Destacamos o boxe **Acompanhamento da aprendizagem**, que apresenta, em geral, orientações específicas sobre momentos de avaliação, com sugestões sobre como o professor pode obter informações a respeito da aprendizagem dos estudantes e as possibilidades de como melhor proceder estando de posse dessas informações.

A autoavaliação também é uma ferramenta que colabora coerentemente com o propósito de que os estudantes assumam o protagonismo no processo de formação do conhecimento. Ao final de cada unidade temática, sugerimos questões relacionadas às competências que buscamos desenvolver ao longo do estudo da unidade e que permitem a sistematização de conhecimentos, necessária para um bom desempenho em exames de larga escala. O professor pode acompanhar essa proposta por meio das orientações específicas apresentadas neste suplemento.

MODERNA

Modelo de relatório de acompanhamento da aprendizagem							
NOME DO ESTUDANTE							
Componente curricular			**Ano**		**Turma**		
Objetivos/habilidades ou atividades propostas	**Período letivo do registro**			**Apresentou progressos durante o período letivo indicado?**			
	NÃO consegue executar	**Executa com DIFICULDADE**	**Executa com FACILIDADE**	**SIM**	**NÃO**		
Conhecer e analisar modelos científicos que explicam a posição dos astros no Universo.							
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.							
Pesquisar e analisar informações sobre os diferentes modelos que explicam as posições e os movimentos dos astros e discutir os contrapontos e como a sociedade reagiu diante da apresentação de cada modelo.							
OBSERVAÇÕES							

MODERNA

COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E CONTEÚDOS DESENVOLVIDOS NESTE VOLUME

Os conteúdos abordados nesta coleção são distribuídos de maneira que os temas referentes aos componentes curriculares de **Biologia**, **Física** e **Química** para o Ensino Médio sejam contemplados de maneira articulada, constituindo a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A sequência de conteúdos é proposta de acordo com a BNCC do Ensino Médio, de forma a contemplar todas as habilidades e competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias descritas nesse documento. Além disso, o trabalho com os temas é realizado de forma a desenvolver as competências gerais e os Temas contemporâneos transversais da BNCC do Ensino Fundamental, que continuam válidos para o Ensino Médio, além de possibilitar estabelecer relações com habilidades referentes à área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Veja a seguir um quadro que apresenta os principais conteúdos, habilidades, competências e temas contemporâneos transversais desenvolvidos em cada unidade e capítulo.

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 1	1	> Dependência da sociedade dos combustíveis fósseis. > Comparação da matriz energética brasileira com a mundial. > Níveis de organização dos seres vivos. > Crescimento populacional e fatores limitantes.	> CG1; CG4; CG7. > CECNT2; CECNT3; CEMAT4; CECHSA2.	> EM13CNT202; > EM13CNT203; > EM13CNT206; > EM13CNT309; > EM13CHS202; > EM13MAT407.	> Educação ambiental; > Consumo consciente.
	2	> Perda da biodiversidade. > Consequências dos desmatamentos e das queimadas. > Poluição do ar. > Intensificação do efeito estufa. > Inversão térmica. > Poluição do solo e da água. > Superexploração de espécies. > Introdução de espécies exóticas. > Interferência nos fluxos de matéria e energia no ambiente. > Mudanças climáticas. > Biodiversidade e segurança alimentar.	> CG7; CG8; CG9. > CECNT2; CECHSA3; CEMAT4.	> EM13CNT202; > EM13CNT203; > EM13CHS301; > EM13MAT407.	> Educação ambiental; > Saúde; > Diversidade cultural.
	3	> Conservação do ambiente e sustentabilidade. > Convenção sobre Diversidade Biológica. > Proteção legal de espécies. > Unidades de Conservação. > Restauração de ambientes degradados. > O papel da sociedade e do governo na conservação ambiental. > Consumo consciente dos recursos naturais. > Tecnologia e sustentabilidade. > Monitoramento de áreas via satélite. > Equipamentos que reduzem a emissão de poluentes.	> CG2; CG3; CG4; CG5; CG7; CG8; CG10. > CECNT2; CECNT3; CEMAT1.	> EM13CNT206; > EM13MAT101.	> Educação ambiental; > Ciência e tecnologia.
	4	> Chuva ácida: causa, consequências e possíveis soluções. > Ácidos e bases de acordo com Arrhenius. > Ácidos e bases segundo Brønsted-Lowry. > Ácidos e bases segundo Lewis. > Características, classificação e nomenclatura dos ácidos. > Principais ácidos e suas aplicações. > Características, classificação e nomenclatura das bases. > Principais bases e suas aplicações. > Características, classificação e nomenclatura dos sais. > Indicadores ácido-base naturais.	> CG1; CG2; CG4; CG5; CG7; CG9. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT104; > EM13CNT105; > EM13CNT302; > EM13CNT307; > EM13CNT309.	> Educação ambiental.
	5	> Branqueamento de corais. > Características dos óxidos. > Classificação e nomenclatura dos óxidos. > Principais óxidos e suas aplicações.	> CG7; CG9. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT104; > EM13CNT105; > EM13CNT307.	> Educação ambiental.

MODERNA

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 1	6	> Taxa média de uma reação química. > Teoria das colisões e formação do complexo ativado. > Rapidez de uma reação química. > Fatores que influenciam a taxa de uma reação química: concentração, temperatura, superfície de contato e catalisadores. > Funcionamento do conversor catalítico automotivo. > Lei cinética das reações químicas.	> CG1; CG2; CG4; CG7; CG8; CG9. > CECNT1; CECNT2; CECNT3; CECHSA3.	> EM13CNT101; > EM13CNT104; > EM13CNT105; > EM13CNT203; > EM13CNT205; > EM13CNT206; > EM13CNT301; > EM13CHS305.	> Saúde.
	7	> Máquinas a vapor e motores de combustão interna. > Transformações gasosas (isobáricas, isotérmicas, isométricas, isovolumétrica e adiabática). > Lei geral dos gases.	> CG1; CG2; CG5; CG7; CG9; CG10. > CECNT1; CECNT3; CECHSA2; CECHSA4.	> EM13CNT101; > EM13CNT104; > EM13CNT105; > EM13CNT301; > EM13CNT305; > EM13CNT306; > EM13CNT307; > EM13CNT309; > EM13CHS201; > EM13CHS403.	
	8	> Trabalho em uma transformação gasosa. > Energia interna de um gás. > Primeira lei da Termodinâmica. > Primeira lei da Termodinâmica e fenômenos meteorológicos. > Segunda lei da Termodinâmica. > Rendimento de uma máquina térmica e o ciclo de Carnot. > Outros ciclos termodinâmicos.	> CG1; CG4; CG5; CG6; CG8; CG9. > CECNT1.	> EM13CNT102.	> Educação ambiental; > Saúde; > Ciência e tecnologia; > Trabalho.
Unidade 2	1	> Conceito de saúde. > Estilo de vida saudável. > Infraestrutura e saúde. > Adolescência e juventude. > Vulnerabilidades das adolescências e das juventudes. > Alimentação inadequada e sedentarismo. > Transtornos alimentares. > Consumo de álcool e outras drogas. > Saúde reprodutiva e sexual. > Violência. > Adolescências e juventudes bem vividas.	> CG1; CG6; CG7; CG8; CG9; CG10. > CECNT2; CECNT3; CECHS1; CECHS4.	> EM13CNT104; > EM13CNT207; > EM13CNT306; > EM13CNT307; > EM13CNT310; > EM13CHS401.	> Educação financeira e fiscal; > Trabalho; > Educação alimentar e nutricional; > Saúde.
	2	> Micronutrientes e macronutrientes. > Polímeros naturais. > Proteínas. > Carboidratos. > Polímeros sintéticos. > Polímeros de adição. > Polímeros de condensação. > Polímeros biodegradáveis.	> CG1; CG2; CG6; CG7; CG8; CG9; CG10. > CECNT1; CECNT2; CECNT3; CECHS2; CECHS3.	> EM13CNT104; > EM13CNT206; > EM13CNT207; > EM13CNT302; > EM13CNT306; > EM13CNT309.	> Saúde.
	3	> Ondas sonoras. > Características das ondas. > Velocidade de propagação de uma onda. > Ondas gravitacionais. > Características do som. > Propriedades do som. > Reflexão do som. > Refração do som. > Difração do som. > Interferência das ondas sonoras. > Ressonância das ondas sonoras. > Efeito Doppler.	> CG2; CG7; CG8; CG9. > CECNT2; CECNT3.	> EM13CNT207; > EM13CNT301; > EM13CNT302.	> Saúde.
	4	> Uso da tecnologia e olhos humanos. > Como enxergamos as imagens. > Estrutura dos olhos. > Características da luz solar. > Problemas nos olhos. > Alterações da visão.	> CG3; CG9. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT103; > EM13CNT104; > EM13CNT306.	> Diversidade cultural; > Direitos das crianças e dos adolescentes; > Vida social e familiar.

MODERNA

Veja a seguir os textos das habilidades trabalhadas neste volume.

EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT102	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
EM13CNT103	Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
EM13CNT202	Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT203	Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT205	Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
EM13CNT206	Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
EM13CNT207	Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT305	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
EM13CNT309	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
EM13CNT310	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.
EM13CHS201	Analisar e caracterizar as dinâmicas das populações, das mercadorias e do capital nos diversos continentes, com destaque para a mobilidade e a fixação de pessoas, grupos humanos e povos, em função de eventos naturais, políticos, econômicos, sociais, religiosos e culturais, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a esses processos e às possíveis relações entre eles.
EM13CHS202	Analisar e avaliar os impactos das tecnologias na estruturação e nas dinâmicas de grupos, povos e sociedades contemporâneos (fluxos populacionais, financeiros, de mercadorias, de informações, de valores éticos e culturais etc.), bem como suas interferências nas decisões políticas, sociais, ambientais, econômicas e culturais.
EM13CHS301	Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e comunidades com diferentes características socioeconômicas, e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental, o combate à poluição sistêmica e o consumo responsável.
EM13CHS305	Analisar e discutir o papel e as competências legais dos organismos nacionais e internacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis.
EM13CHS401	Identificar e analisar as relações entre sujeitos, grupos, classes sociais e sociedades com culturas distintas diante das transformações técnicas, tecnológicas e informacionais e das novas formas de trabalho ao longo do tempo, em diferentes espaços (urbanos e rurais) e contextos.
EM13CHS403	Caracterizar e analisar os impactos das transformações tecnológicas nas relações sociais e de trabalho próprias da contemporaneidade, promovendo ações voltadas à superação das desigualdades sociais, da opressão e da violação dos Direitos Humanos.

PROVA

SUGESTÕES DE CRONOGRAMAS

Apresentamos, a seguir, uma proposta de cronograma que o professor pode utilizar para elaborar seu planejamento. No entanto, cabe ao professor decidir de que modo utilizar o livro didático como apoio pedagógico, seguindo critérios de seleção dos temas das unidades conforme o projeto pedagógico da escola, as condições de cada turma, a carga horária e a grade curricular. Da maneira como a coleção está estruturada, o professor tem autonomia pedagógica para decidir como vai proceder: quais unidades pretende ou não abordar, se serão trabalhadas no todo ou em partes, se vai seguir a ordem apresentada ou reagrupar as unidades pelos critérios organizativos que preferir, como fará as pontes entre as unidades dentro desses critérios etc.

Sugestão de cronograma semestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 6 semestres, este volume pode ser trabalhado em 1 semestre.

Sugestão de cronograma semestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 4	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 5	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 6	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 7	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 8	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 9	Unidade 1 • Capítulo 5
Semana 10	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 11	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 12	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 13	Unidade 1 • Capítulo 7
Semana 14	Unidade 1 • Capítulo 7
Semana 15	Unidade 1 • Capítulo 8
Semana 16	Unidade 1 • Capítulo 8
Semana 17	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 18	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 19	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 20	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 21	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 22	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 23	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 24	Unidade 2 • Capítulo 4

Sugestão de cronograma trimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 9 trimestres, este volume pode ser trabalhado em 1 trimestre e meio, ou seja, aproximadamente 14 semanas.

Sugestão de cronograma trimestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 4	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 5	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 6	Unidade 1 • Capítulo 5
Semana 7	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 8	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 9	Unidade 1 • Capítulo 7
Semana 10	Unidade 1 • Capítulo 8
Semana 11	Unidade 2 • Capítulo 1

MODERNA

Semana 12	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 13	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 4

Sugestão de cronograma bimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 12 bimestres, este volume pode ser trabalhado em 2 bimestres, ou seja, aproximadamente 16 semanas.

Sugestão de cronograma bimestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 4	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 5	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 6	Unidade 1 • Capítulo 4
Semana 7	Unidade 1 • Capítulo 5
Semana 8	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 9	Unidade 1 • Capítulo 7
Semana 10	Unidade 1 • Capítulo 8
Semana 11	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 12	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 13	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 15	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 16	Unidade 2 • Capítulo 4

MODERNA

ORIENTAÇÕES, SUGESTÕES E RESPOSTAS PARA CADA UNIDADE

Neste tópico do **Suplemento para o professor**, serão apresentados os objetivos das unidades, bem como as justificativas da pertinência do trabalho com os temas dessas unidades e os conteúdos apresentados ao longo dos capítulos. Para os conteúdos trabalhados em cada capítulo, serão apresentados ao professor comentários e sugestões de atividade e de materiais complementares às informações apresentadas no **Livro do estudante**, assim como estratégias de avaliação e de metodologias ativas. Além disso, serão propostas sugestões de como o professor pode abordar e trabalhar o conteúdo das páginas de abertura das unidades. Dessa maneira, esse tópico fornece subsídios para o professor ministrar sua aula.

UNIDADE 1

Combustíveis fósseis

Nessa unidade são abordados conteúdos relacionados à Ecologia, destacando os níveis de organização da vida e o crescimento populacional, além de serem trabalhadas as principais ameaças à biodiversidade e possíveis estratégias para sua conservação. Todos esses conteúdos viabilizam o trabalho com o componente curricular **Biologia**.

A unidade também aborda os conceitos de ácidos, bases, sais e óxidos, com destaque para as principais características dessas funções e suas relações com o ambiente. Além disso, serão abordados fatores que influenciam a rapidez das reações químicas. Esses assuntos viabilizam o trabalho com o componente curricular **Química**.

A análise do funcionamento de máquinas térmicas, transformações gasosas e as leis da Termodinâmica complementam o estudo dos combustíveis fósseis e as principais consequências de seu uso no cotidiano. Todos esses assuntos viabilizam o trabalho com o componente curricular **Física**.

Objetivos da unidade

- Analisar a dependência da sociedade em relação aos combustíveis fósseis e identificar os principais impactos gerados no ambiente pela queima desses combustíveis.
- Conhecer os conceitos básicos de Ecologia e identificar os diferentes níveis de organização da vida.
- Identificar fatores que influenciam o crescimento das populações.
- Analisar os efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas.
- Discutir sobre a importância da biodiversidade para a segurança alimentar e a saúde das populações humanas.
- Identificar fatores que interferem na biodiversidade.
- Reconhecer a importância das Unidades de Conservação para a biodiversidade e classificá-las.
- Analisar criticamente o papel do governo e da sociedade na conservação do ambiente e como as atitudes humanas interferem na biodiversidade.
- Aplicar o conceito de cidades sustentáveis.
- Conhecer a importância da tecnologia na conservação da biodiversidade.
- Compreender os conceitos de ácidos e bases pelas definições de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, aplicando-as para analisar as propriedades dos compostos inorgânicos.
- Conceituar óxidos, classificá-los e reconhecer algumas de suas aplicações.
- Identificar fatores que influenciam na velocidade de uma reação química e relacionar esses fatores ao processo de destruição da camada de ozônio.

Justificativas

Essa unidade incentiva os estudantes a analisar a dependência da sociedade atual em relação a recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis, discutindo sobre a necessidade de alternativas e novas tecnologias energéticas; atribui importância ao ambiente natural e seus recursos, reconhecendo a diversidade de formas de vida na Terra a partir da análise da organização dos ecossistemas e como ocorrem as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente. Esses temas contribuem para desenvolver as habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT203**, **EM13CNT206** e **EM13CNT309**.

Além disso, com base no estudo dos conceitos de Ecologia, no estudo das funções químicas – ácidos, bases, sais e óxidos –, na análise da rapidez das reações químicas e no estudo do funcionamento de máquinas relacionadas à queima de combustíveis fósseis, os estudantes podem argumentar sobre a importância da conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, buscando avaliar os impactos das ações humanas e das políticas ambientais para a sustentabilidade do planeta. Esses temas e esses objetivos estão relacionados ao desenvolvimento das habilidades **EM13CNT102**, **EM13CNT104**, **EM13CNT105**, **EM13CNT203**, **EM13CNT301** e **EM13CNT309**.

Essas abordagens favorecem o trabalho com os componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**.

Abertura da unidade *Páginas 12 e 13*

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com essas páginas incentiva os estudantes a refletir sobre questões socioambientais, políticas e econômicas ligadas à dependência do mundo atual em relação ao uso de recursos naturais não renováveis, especialmente os combustíveis fósseis, contemplando

MODERNA

a habilidade **EM13CNT309**, além das **competências gerais 1** e **7**.

- O tema dessas páginas permite desenvolver os temas contemporâneos transversais **Educação ambiental** e **Consumo consciente**.

- Inicie a abordagem dessas páginas verificando se os estudantes já ouviram falar do fenômeno conhecido como *Great smog*, que ocorreu em Londres em 1952. Caso algum estudante tenha conhecimento, peça a ele que exponha o que sabe e onde ouviu falar sobre esse fenômeno. Peça também que pesquisem o significado do termo *Great smog*. Verifique se eles relacionam o termo à "grande poluição". Solicite em seguida que descrevam como ficou a parte da cidade de Londres retratada na fotografia. Verifique se eles percebem que o local estava com grande quantidade de fumaça proveniente da queima de combustíveis fósseis, diminuindo a visibilidade.
- Sugira aos estudantes que pesquisem mais informações sobre o fenômeno retratado nessas páginas. Com a Revolução Industrial, as indústrias passaram a queimar grandes quantidades de combustíveis fósseis, principalmente carvão, para o funcionamento das máquinas nas indústrias. Na época, a população até considerava a poluição do ar como um "mal necessário", referindo-se à importância das indústrias para a geração de empregos e o desenvolvimento das cidades da Europa.
- Com a chegada de uma frente fria, em dezembro de 1952, aumentou-se ainda mais a queima de carvão para manter o conforto térmico da população. Consequentemente, aumentou-se também a emissão de gases e partículas poluentes na atmosfera.
- Na ocasião, a frente fria causou o fenômeno conhecido como inversão térmica, na qual uma camada de ar de baixa temperatura se posiciona acima da camada de gases e partículas poluentes, impedindo que eles se dispersem na atmosfera, aprisionando-os próximo à superfície. Isso provocou o aumento da concentração de poluentes, prejudicando a visibilidade e, principalmente, a saúde da população. O fenômeno é considerado um dos piores casos de poluição já ocorridos. Com uma resposta lenta do governo britânico, durante esse fenômeno, cerca de 4 mil pessoas morreram de problemas respiratórios. Estima-se que mais de 9 mil pessoas morreram de complicações respiratórias nos meses seguintes.
- Após esse episódio, o governo britânico criou, em 1956, a Lei do Ar Limpo, que restringia a queima de carvão em algumas regiões do Reino Unido.

Respostas

A O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema. Espera-se que eles comentem que a queima dos combustíveis fósseis libera gases tóxicos e material particulado, que promovem a poluição atmosférica, ou seja, que alteram as características do ar atmosférico, tornando-o prejudicial aos seres vivos.

B Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre as fontes de emissão de poluentes na sociedade atual e, com base nesses conhecimentos, proponham medidas de redução da poluição atmosférica. Espera-se que eles comentem que, atualmente, a principal fonte de emissão de poluentes atmosféricos é o setor de transportes, por causa da queima de combustíveis fósseis, como *diesel* e gasolina. Sendo assim, eles podem propor medidas que reduzam o uso desse meio de transporte, como dar prioridade ao transporte coletivo e a meios de transporte menos poluentes, como bicicletas. A geração de energia elétrica por termelétrica e as indústrias também são importantes fontes de emissão de poluentes atmosféricos. Nesses casos, podem ser citadas medidas como consumo consciente tanto de produtos industrializados quanto de energia elétrica.

C Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois embora tenham ocorrido diversos avanços e mudanças nos setores de transporte e de geração de energia, por exemplo, as fontes de emissão desses poluentes não foram eliminadas. Pelo contrário, o aumento populacional observado ao longo dos anos promoveu a elevação do nível de emissão desses gases, causando diversos efeitos, como poluição atmosférica, chuva ácida e alterações climáticas.

CAPÍTULO 1
Ecologia e biodiversidade

Objetivos

- Avaliar a dependência da sociedade atual por combustíveis fósseis.
- Analisar os impactos ambientais gerados pela dependência de combustíveis fósseis.
- Refletir sobre a necessidade de alternativas energéticas mais sustentáveis.
- Discutir sobre a composição da matriz energética brasileira.
- Conhecer conceitos básicos de Ecologia.
- Identificar os níveis hierárquicos que compõem um ecossistema.
- Interpretar diferentes formas de manifestação da vida, considerando os diferentes níveis de organização.
- Identificar fatores limitantes ao crescimento de uma população.
- Reconhecer que as espécies e populações apresentam faixas de tolerância.
- Reconhecer que as populações de diferentes espécies apresentam diferentes limites de tolerância.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

Páginas 14 e 15

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT203**, **EM13CNT206**, **EM13CNT309**, pois incentiva os

EXCLUSIVA

estudantes a analisar a dependência da sociedade atual em relação a recursos como combustíveis fósseis, fomentando a discussão sobre a necessidade de alternativas e novas tecnologias energéticas, reconhecendo a necessidade de políticas ambientais que garantam a sustentabilidade do planeta.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Para iniciar o estudo desse capítulo, resolva com os estudantes a questão **1** da página **20**. Tome nota das respostas, destacando os conceitos em que os alunos apresentarem maior dificuldade para desenvolver a fim de enfatizá-los durante o trabalho com os conteúdos do capítulo. Ao final do estudo desse capítulo, retome essa questão com os estudantes e oriente-os a corrigir ou complementar suas respostas. Utilize essa estratégia para acompanhar a aprendizagem.

- Se julgar conveniente, explore com os estudantes as questões apresentadas na página **14**, formando uma roda de conversa, na qual todos possam expor seus argumentos e opiniões. Ao final, faça uma conclusão coletiva com eles. Aproveite para averiguar os conhecimentos prévios deles, além de estimular a exposição de opiniões e a troca de ideias. Um questionamento interessante a se fazer, ao abordar a reportagem da página **14**, sobre a greve dos caminhoneiros, é o aumento do preço de combustíveis e o impacto que isso tem na população em geral. Espera-se que os estudantes concluam que isso ocorre porque diversos produtos são fabricados em locais distintos de onde são consumidos. Como resultado, eles precisam ser transportados até os mercados consumidores via rodovias nas quais o meio de transporte é movido por derivados de petróleo, especialmente *diesel*. Assim, o custo deste transporte aumenta conforme ocorre aumento no preço dos combustíveis. Como resultado, o preço excedente do transporte é parcialmente repassado ao preço dos produtos e, consequentemente, ao consumidor.
- A interpretação dos gráficos apresentados nas páginas **14** e **15** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 4** da BNCC, pois incentiva os estudantes a analisar informações expressas na linguagem matemática sobre o consumo de petróleo e seus derivados, e sobre matrizes energéticas para responder às questões e partilhar informações.
- A leitura e interpretação dos gráficos apresentados nas páginas **14** e **15** possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Matemática e suas Tecnologias**, pois é possível tratar as informações por meio de gráficos. Se considerar interessante, peça aos estudantes que coloquem as informações dos gráficos em tabelas.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem sobre o porquê de o transporte de pessoas e cargas no Brasil ser predominantemente do tipo rodoviário, apresentada na página **14**, possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente dos componentes curriculares **Geografia** e **História**, pois é possível abordar características desse sistema de transporte bem como as questões históricas envolvidas na escolha e implantação desse tipo de sistema no país. Para explorar esse assunto, acesse o *site* indicado a seguir, o qual apresenta uma síntese sobre a história do transporte no Brasil, incluindo o ferroviário, o hidroviário e o rodoviário; explore essas informações com os estudantes.

  > BRASIL. Transportes no Brasil - Síntese Histórica. *Ministério da Infraestrutura*. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transportes-no-brasil-sintese-historica>. Acesso em: 22 ago. 2020.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Explore com os estudantes o tema transporte rodoviário *versus* transporte ferroviário, utilizando a estratégia ativa debate. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento.
- Para isso, organize os estudantes em duplas e peça que pesquisem vantagens e desvantagens dos dois tipos de transporte. Oriente-os na pesquisa em fontes confiáveis. Peça que busquem dados sobre cada um deles. Os estudantes devem conhecer argumentos sobre cada um dos tipos de transporte.
- Organize a turma em dois grupos. Um deles deve defender o uso de transporte rodoviário, e o outro, o transporte ferroviário. Os estudantes devem usar as informações que pesquisaram para defender o tipo de transporte do seu grupo e refutar o outro.
- Ao final, os estudantes devem elaborar uma conclusão coletiva sobre o assunto, avaliando a viabilidade de cada sistema de transporte, bem como as vantagens e desvantagens de cada um deles, tanto para cargas quanto para pessoas. Pergunte sobre os motivos que levam o Brasil a manter a maior parte do transporte como rodoviário e o que inviabilizaria a implantação de transporte ferroviário nos dias atuais na maior parte do território brasileiro.

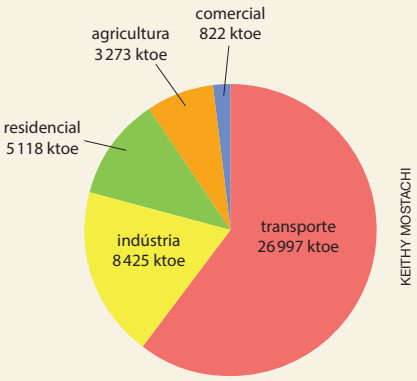
- A questão **7** apresentada na página **15** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 7**, pois incentiva os estudantes a argumentar sobre como a dependência por combustíveis fósseis pode interferir no ambiente, nos âmbitos local, regional e global, visando defender ideias que promovam a consciência socioambiental e o consumo responsável.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Aproveite o gráfico da página **14**, com dados de 2017, e compare-o com dados de 1990. Veja a seguir o gráfico com os dados sobre o consumo final de derivados do petróleo no Brasil em 1990.

EM MODERNA

CONSUMO FINAL DE DERIVADOS DO PETRÓLEO NO BRASIL EM 1990



Fonte: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Explore energy data by category, indicator, country or region. *IEA*. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=BRAZIL&fuel=Oil&indicator=Oil%20products%20final%20-consumption%20by%20sector>. Acesso em: 3 ago. 2020.

- Peça aos estudantes que comparem os dados entre 1990 e 2017 e pergunte a que conclusões chegaram. Solicite que reflitam sobre o aumento populacional e de veículos nas cidades. Aproveite e questione sobre o aumento da emissão de poluentes e os impactos disso sobre a saúde das pessoas e do ambiente.
- É importante que os estudantes constatem que houve aumento dos derivados de petróleo e que, entre 1990 e 2017, a população brasileira também aumentou, o que levou ao crescimento do consumo no setor de transportes, que foi muito maior que nos demais setores, mais que dobrando no período. Isso evidencia que o transporte, seja de cargas ou de pessoas, aumentou ao longo do tempo, o que também está relacionado ao desenvolvimento das regiões, ao aumento populacional e à implementação de mais estradas e rodovias.
- Verifique se os estudantes percebem que, com o aumento do consumo de derivados de petróleo, também houve maior emissão de gás carbônico (CO_2) e de outros gases poluentes para o ambiente, provenientes da queima desse combustível. O aumento de CO_2 na atmosfera pode contribuir para intensificar o efeito estufa natural, contribuindo para o aquecimento global; além disso, gases emitidos na queima de combustíveis fósseis também podem levar à ocorrência de chuva ácida e à poluição do ar, prejudicando a saúde das pessoas, principalmente as que apresentam algum problema respiratório, como asma ou bronquite.

- Se considerar pertinente, proponha aos estudantes uma conversa sobre a importância do desenvolvimento de fontes energéticas alternativas, principalmente as renováveis. O objetivo dessa conversa é levar os estudantes a refletir criticamente sobre o tema, expondo seus pontos de vista e opiniões a respeito da atual matriz energética e do que se espera para ela no futuro. É esperado que eles reconheçam que o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas é essencial para mudar a atual matriz energética, tornando-a mais focada em recursos naturais renováveis que reduzam os danos causados tanto ao meio ambiente quanto aos seres vivos, bem como reduzam a dependência de combustíveis fósseis. O rompimento dessa dependência é essencial, pois é possível que a sociedade entre em colapso caso essas fontes venham a se esgotar, fazendo-se essencial existirem alternativas energéticas para que isso não ocorra. Além disso, o aumento da população mundial e o desenvolvimento das sociedades têm aumentado o uso desses combustíveis, que impactam diretamente o ambiente e seus seres vivos, inclusive os seres humanos.
- Esse trabalho possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT206** e da **competência geral 7** da BNCC, uma vez que desperta para as questões socioambientais e a consciência ambiental.
- Se julgar interessante, utilize a estratégia ativa *think-pair-share*. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.

Páginas 16 e 17

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, pois leva os estudantes a interpretar formas de manifestação da vida, incluindo seus diferentes níveis de organização, desde célula até biosfera. Além disso, também permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**, pois incentiva os estudantes a avaliar e prever os efeitos de intervenções humanas nos ecossistemas com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

- Ao abordar as questões **9** e **10** da página **16**, cite os impactos do desaparecimento de abelhas na diversidade de plantas. Como muitas espécies de abelhas são polinizadoras, elas estão relacionadas à reprodução de diversas espécies de plantas. Entretanto, algumas populações de abelhas têm sofrido declínio em virtude das ações humanas. O trabalho com esse tema permite o desenvolvimento da **competência geral 7**, pois incentiva os estudantes a argumentar sobre como a extinção de espécies pode interferir nos ambientes e na vida do ser humano, o que contribui para a reflexão de ideias que promovam a consciência socioambiental e o consumo responsável.
- Ao trabalhar com a biodiversidade na página **16**, leia os trechos a seguir para os estudantes.

Biodiversidade: Um Recurso Crucial

A biodiversidade da Terra é um recurso renovável vital encontrado na variedade de genes, espécies, ecossistemas e processos ecológicos. A diversidade biológica, ou biodiversidade, é um dos recursos renováveis mais importantes. [...]

A biodiversidade da Terra é a riqueza ou capital biológico que ajuda a nos manter vivos. Ela nos fornece alimento, madeira, fibras, energia, matérias-primas,

EDIÇÃO DE PROVA

elementos químicos industriais e medicamentos – recursos que derramam bilhões de dólares na economia mundial todos os anos. A biodiversidade também auxilia na preservação da qualidade do ar e da água, na manutenção da fertilidade dos solos, descarte de resíduos e controle de populações de pestes que atacam plantações e florestas.

A biodiversidade é um recurso renovável, contanto que vivamos daquilo que ela nos fornece, preservando o capital natural que provê tais elementos. [...]

MILLER, G. T. *Ciência ambiental*. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 47-8.

- Se considerar interessante, apresente os nomes científicos de algumas espécies do ecossistema Rio Negro (página **16**): tucunaré (*Cichla temensis*), boto-cor-de-rosa (*Inia geoffrensis*), piranha (*Serrasalmus elongatus*), pirarucu (*Arapaima gigas*), peixe-cachorro (*Acetrorhynchus falcirostris*), tracajá (*Podocnemis unifilis*), raia (*Paratrygon aiereba*) e jacaré-açu (*Melanosuchus niger*).
- Diga aos estudantes que o termo "ecologia" foi proposto em 1869, pelo biólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919), um dos mais influentes estudiosos do século XIX. Ele era naturalista, filósofo, médico, professor e artista, contribuindo para diversas áreas das Ciências. Ele apoiou veementemente as ideias evolutivas propostas pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) e foi responsável pela disseminação das ideias darwinistas na Alemanha.
- Enfatize aos estudantes que o ecossistema (página **16**) é formado por todas as comunidades de organismos de determinada área e os fatores abióticos a ela associados. Ele pode ser natural ou pode ser criado pelo ser humano e ter diferentes tamanhos. Os ecossistemas podem apresentar tamanhos extremamente variáveis, desde a biosfera como um todo, que atua como um grande ecossistema, até um rio, uma pequena poça de água ou, até mesmo, uma gota de água. Logo, qualquer sistema que apresente componentes bióticos e abióticos, que interajam uns com os outros trocando energia e materiais, e que possuam uma fonte de energia, podem ser considerados ecossistemas. Desse modo, todo ecossistema inclui componentes bióticos e abióticos, suas interações e uma fonte de energia. O Sol é a fonte de energia mais importante para a biosfera, sustentando diretamente a maioria dos ecossistemas. A energia que flui neles tem direção única e segue ao longo de uma sequência de organismos interligados por relações alimentares. Ela precisa ser constantemente inserida no biossistema. Pode-se dizer, assim, que os ecossistemas são sistemas abertos, ou seja, há constante entrada e saída de materiais. Explique que a transição entre ecossistemas é gradual e que a região de sobreposição de dois ecossistemas é chamada **ecótono**. Sua existência pressupõe que dois ou mais ecossistemas interajam ativamente uns com os outros, resultando em propriedades únicas nessas áreas e inexistentes em ambos os ecossistemas adjacentes.
- Explique aos estudantes que os organismos (página **17**) que compõem uma população se assemelham uns aos outros quanto à aparência, ao comportamento, à composição genética, ao hábitat, e geralmente compartilham o mesmo nicho ecológico. Os organismos são responsáveis por transformar energia e processar materiais, modificando as condições do ambiente e os recursos disponíveis. Assim, os organismos que compõem uma população contribuem para os fluxos de energia e para o ciclo de elementos na natureza.
- Relembre os estudantes o que são cromossomos, genes e DNA. Explique que a molécula de DNA é formada pelo ácido desoxirribonucleico, sendo cada unidade formada por um açúcar (desoxirribose) e uma base nitrogenada (adenina, timina, guanina ou citosina), juntamente com um grupamento fosfato. Quando essas unidades estão ligadas formam filamentos duplos ligados entre si por pontes de hidrogênio, lembrando uma hélice. Relembre que o DNA é a molécula responsável pelas informações genéticas de um indivíduo, uma vez que contém os genes, que são trechos do DNA que podem ser transcritos em moléculas de RNA. Assim, as informações para determinadas características de um indivíduo estão nos genes. Os cromossomos são estruturas formadas por cromatina compactada/enovelada. A cromatina é composta de DNA associado a proteínas. Na ilustração da página **17** é possível observar a estrutura em dupla-hélice do DNA: o DNA associado a proteínas formando a cromatina e a cromatina se enovelando/condensando formando o cromossomo.
- Relembre os estudantes como é formado o sistema circulatório de peixes (página **17**). O sistema circulatório dos osteíctes é fechado e completo, formado por um coração com duas cavidades, sendo um átrio e um ventrículo, além de artérias, veias e capilares. O sangue passa somente uma vez pelo coração antes de seguir para o corpo.

Páginas 18 e 19

- A situação apresentada na página **18** é um excelente exemplo de como os conhecimentos sobre os fatores limitantes e sobre os diferentes cultivos estudados pelos engenheiros agrônomos são fundamentais para a produção de alimentos e também para evitar perdas econômicas. É importante valorizar os profissionais que lidam com a agricultura, reconhecendo seus conhecimentos e sua experiência e sua importância para a economia brasileira. Essa abordagem permite o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois ajuda a valorizar diferentes saberes e vivências.

SALA DOS PROFESSORES

- A leitura e interpretação dos gráficos apresentados na página **19** possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Matemática e suas Tecnologias,** pois pode-se abordar a expressão de informações e

REPRODUÇÃO

dados por meio de gráficos, no caso, gráficos de crescimento exponencial e de crescimento sigmoide.

- Ao abordar o gráfico de linha de crescimento sigmoide, explique aos estudantes que a fase de rápido crescimento atinge um limite, chamado ponto de inflexão, em que a taxa de crescimento é máxima e a partir do qual começa a desacelerar. Isso ocorre porque as interações entre os indivíduos e a redução na disponibilidade de recursos passam a limitar a taxa de natalidade e a aumentar a taxa de mortalidade. Assim, no crescimento sigmoide ele é retardado por efeitos dependentes da densidade.
- Ao abordar o gráfico de segmento exponencial, explique aos estudantes que o crescimento exponencial apresenta uma curva em J, a qual representa o crescimento de populações com pouca ou nenhuma restrição ambiental, pelo menos por certo tempo. O padrão de crescimento exponencial é passageiro e característico de algumas populações na natureza. Como exemplos disso podemos citar as florações de algas e de plantas anuais, além do crescimento das populações de espécies que povoam novos hábitats, ricos em recursos e desprovidos de interações negativas, como a predação e a competição. Nenhuma população real pode manter um crescimento exponencial por muito tempo, porque as limitações ambientais fazem a taxa de natalidade diminuir e a taxa de mortalidade aumentar.
- Explique aos estudantes que, após completar seu crescimento, as populações com curvas em J e em S passam a apresentar um crescimento flutuante, próximo à capacidade de suporte do ambiente, que varia acima e abaixo dessa capacidade. Tais flutuações na densidade populacional ocorrem porque as populações estão sujeitas a várias formas de controle, como temperatura, chuva, disponibilidade de recursos, doenças, predação e competição.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 14 e 15

1. Espera-se que os estudantes reconheçam que o setor de transporte é o que mais consome produtos derivados do petróleo.

2. Espera-se que os estudantes comentem que o setor de transportes é basicamente do tipo rodoviário, dependendo, portanto, do uso de veículos, principalmente caminhões, para o transporte e escoamento de mercadorias no Brasil.

3. Espera-se que os estudantes respondam que, enquanto o gráfico apresenta a participação de cada setor no consumo de produtos derivados do petróleo, destacando o setor de transportes como maior consumidor desses produtos, o trecho da reportagem reflete a dependência desse setor em relação aos combustíveis fósseis, um dos produtos derivados do petróleo. Nesse caso, mais especificamente o *diesel*, utilizado como combustível por caminhões que realizam o transporte de mercadorias no Brasil.

4. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois a greve dos caminhoneiros levou ao desabastecimento de muitos setores em um período curto de tempo, em razão da dependência desse tipo de transporte de cargas no Brasil. Como os caminhoneiros deixaram de transportar cargas no território brasileiro, muitos setores não receberam matéria-prima e produtos, inclusive o setor de venda de combustíveis para os consumidores. Nesse caso, outros setores, como o do transporte público, foram prejudicados em algumas regiões, impedindo que as pessoas chegassem até o trabalho e que muitas crianças fossem à escola, por exemplo.

5. Espera-se que os estudantes reconheçam que essa atual dependência do país em relação aos combustíveis fósseis é resultado de diferentes fatores, como o predomínio de malha rodoviária e, consequentemente, de transporte e escoamento de mercadorias via veículos automotores; falta de incentivos fiscais para o desenvolvimento e o uso de tecnologias mais sustentáveis, bem como para a manutenção e o crescimento desse tipo de fonte de energia no país. Como consequência dessa dependência, a população fica refém dos preços desse tipo de combustível e se vê forçada a pagar os preços impostos para a realização de diversas tarefas. Além disso, a queima excessiva desses combustíveis libera gases poluentes na atmosfera terrestre, prejudicando a saúde humana.

6. Espera-se que os estudantes comentem que a matriz energética mundial é composta predominantemente por fontes não renováveis de energia, como carvão mineral, petróleo e derivados e gás natural, que correspondem a cerca de 81% dessa matriz. Já no caso do Brasil, apesar de a maior parte das fontes de energia ser de recursos não renováveis, o uso de fontes renováveis de energia é maior do que o apresentado para a matriz energética mundial. Nesse caso, esse tipo de recurso corresponde a cerca de 45,3% das fontes de energia (hidráulica 12,6%; biomassa da cana 17,4%; lenha e carvão vegetal 8,4%; lixívia e outras renováveis 6,9%).

7. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre os impactos ambientais gerados pelo uso intensivo de combustíveis fósseis. Entre as consequências eles podem citar que os gases gerados durante a queima desses combustíveis podem causar poluição atmosférica, levar à intensificação do efeito estufa e à ocorrência de chuva ácida, por exemplo.

Página 16

9. Espera-se que os estudantes mencionem que, em um ecossistema, os componentes bióticos e abióticos interagem entre si, de modo a haver uma interferência mútua entre eles (as condições ambientais interferem nos seres vivos, assim como estes modificam o ambiente, seja construindo abrigo, utilizando os recursos disponíveis ou liberando substâncias no ambiente, por exemplo). Além disso, as espécies se relacionam umas com as outras, visando a reprodução, abrigo, proteção, reprodução ou recursos alimentares. Assim, todos os elementos de um ecossistema estão interligados, havendo um constante fluxo de energia e de matéria entre seus componentes. Dessa forma, a eliminação de um ou mais desses componentes, como

MODERNA

ocorre na extinção de espécies, perturba tais relações e, consequentemente, o equilíbrio do ecossistema como um todo, o que pode se manifestar de diferentes maneiras, como o aumento exagerado de determinadas populações, a redução de outras e até mesmo a degradação de alguns componentes do ambiente, como o solo e a água.

10. Espera-se que os estudantes comentem que a eliminação de espécies de seres vivos e o consequente desequilíbrio dos ecossistemas podem prejudicar a disponibilidade de recursos que o ser humano obtém do ambiente, como alimentos, o qual depende direta e indiretamente de outras espécies, como polinizadores, bem como de outros recursos naturais utilizados para os mais variados fins, como econômicos e energéticos.

Página 20

1. Espera-se que os estudantes comentem que cada ambiente, com suas características, apresenta uma resistência, determinada pela quantidade de recursos disponíveis aos seres vivos, como alimento e área de nidificação. Assim, cada ambiente tem uma capacidade de suporte que limita o crescimento das populações e comunidades de seres vivos, restringindo o potencial biótico das espécies. Além disso, os seres vivos apresentam exigências distintas, ou seja, uma faixa de tolerância distinta que os faz habitar em locais com características específicas. Fora desta faixa de tolerância, o crescimento/desenvolvimento dos seres vivos é prejudicado.

2. Alternativa **b**. Os experimentos com as bolhas de ar aprisionadas no gelo mostraram que as concentrações de CO_2 permaneceram inalteradas por milênios, aumentando a partir do século XIX. Isso coincidiu com a Revolução Industrial, a qual utilizou combustíveis fósseis como o carvão mineral para gerar energia e mover as máquinas a vapor, desenvolvendo também outras máquinas. A queima de combustíveis fósseis como o carvão emite CO_2 para a atmosfera, o que explica o aumento desse gás a partir da Revolução Industrial.

CAPÍTULO 2
Ameaças à biodiversidade

Objetivos do capítulo

- Constatar a progressiva perda de biodiversidade nos ecossistemas.
- Avaliar os efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas.
- Relacionar algumas atividades humanas, como o desmatamento, as queimadas, a superexploração de espécies e a fragmentação de hábitats, à perda de biodiversidade.
- Relacionar a perda de biodiversidade a impactos ao ambiente e aos seres humanos.
- Explicar algumas das consequências da fragmentação dos hábitats, como o efeito de borda e a deriva genética.
- Reconhecer as consequências de algumas atividades humanas, como a poluição do ar, da água e do solo.
- Identificar os efeitos da intensificação do efeito estufa, da inversão térmica e da chuva ácida.
- Relacionar o uso inadequado de fertilizantes e pesticidas à contaminação do solo.
- Refletir sobre a superexploração de espécies e seus impactos para a biodiversidade.
- Discutir sobre a relação da biodiversidade com a segurança alimentar e a saúde das populações humanas.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

Página 21

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem desse capítulo contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**, pois incentiva os estudantes a avaliar os efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas. Ela também leva ao desenvolvimento da **competência geral 7** e do tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, pois incentiva os estudantes a argumentar sobre a importância da biodiversidade para a conservação das espécies e o equilíbrio dos ecossistemas, visando promover a consciência socioambiental, levando-os a se reconhecerem como parte integrante do ambiente e dependentes da biodiversidade.

- Sobre o declínio das populações de abelhas, exemplificado na página **21**, leia o artigo a seguir.
  > BERINGER, J.; MACIEL, F. L.; TRAMONTINA, F. F. O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <http://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1686>. Acesso em: 23 ago. 2020.

Páginas 22 a 29

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem deste tópico contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**, pois incentiva os estudantes a avaliar os efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas. Também contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, pois estimula-os a interpretar condições ambientais favoráveis e limitantes à vida, como as causadas pelo desmatamento e pelo efeito de borda.
- Além disso, a abordagem dessas páginas incentiva os estudantes a argumentar, com base em informações confiáveis, sobre assuntos relacionados a problemas ambientais, contribuindo para desenvolver a **competência geral 7**, e também permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.

METODOLOGIAS ATIVAS

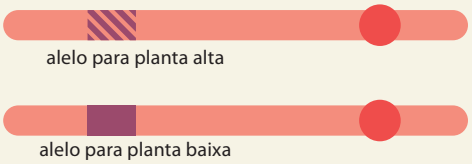
- Antes de iniciar o trabalho sobre o desmatamento e as queimadas (página **22**), organize os estudantes em

MODERNA

grupos e utilize a metodologia ativa da sala de aula invertida. Veja mais orientações na página **XIX** deste suplemento. Previamente, peça a eles que pesquisem reportagens e informações sobre o desmatamento e as queimadas nos biomas brasileiros. Essa metodologia permite aos estudantes que apresentam dificuldades em acompanhar as aulas que consigam reelaborar a aprendizagem por meio da pesquisa escolar e do estudo prévio de conteúdos, desenvolvendo a aprendizagem ativa. Após as pesquisas, na sala de aula, questione se os estudantes têm dúvidas sobre o tema e auxilie-os em caso afirmativo.

- Em sala, organize uma mesa redonda com os estudantes e peça que compartilhem suas conclusões. Aproveite para perguntar sobre a legislação ambiental e sua efetiva aplicação. Peça que discutam entre si sobre a exploração dos biomas e as justificativas utilizadas para o exercício de atividades agropecuárias e de mineração, inclusive os garimpos. Questione sobre a posição dos órgãos de defesa ambientais governamentais e não governamentais acerca desses problemas. Essa discussão é importante para o desenvolvimento da consciência socioambiental, como parte da **competência geral 7**.

- Incentive os estudantes a analisar o exemplo dos macacos-barrigudos (página **22**) e a responder as questões **3** e **4**. Esse trabalho contribui para o desenvolvimento da **competência geral 7** e do tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, pois os incentiva a argumentarem sobre ações humanas como o desmatamento e suas consequências para o ambiente, visando defender ideias que promovam a consciência socioambiental, levando-os a se posicionarem eticamente em relação ao cuidado com o planeta.
- Na página **22**, diga aos estudantes que a fragmentação pode intensificar o efeito de borda; além disso, quando não há corredores ecológicos ligando os fragmentos, pode levar ao isolamento de populações e reduzir o território de grandes mamíferos, como a onça-pintada, prejudicando esses animais. Os corredores ecológicos são faixas com vegetação que têm por objetivo ligar fragmentos florestais, por exemplo. Em geral, esses fragmentos são gerados pela ação antrópica. Os corredores ecológicos contribuem para manter o território de diversas espécies e o fluxo gênico entre populações.
- Ao abordar a redução na variabilidade genética, na página **22**, em razão da fragmentação de hábitat e da redução no fluxo gênico, relembre os estudantes sobre o que são alelos. Nos organismos diploides, os genes se apresentam aos pares, em que um está presente no cromossomo que foi herdado da mãe, e o outro, presente no cromossomo herdado do pai. Esses genes estão presentes no mesmo lócus, que é a mesma posição em cada um dos cromossomos, e podem apresentar formas alternativas, chamadas alelos. Observe a representação a seguir e a reproduza na lousa para explicar aos estudantes o conceito de alelos.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de cromossomos de ervilha-de-jardim com destaque aos genes relacionados à altura. Esses genes se localizam em um lócus gênico. Por isso, o alelo relacionado à altura alta está em um cromossomo na mesma posição do alelo relacionado à altura baixa no outro cromossomo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Na página **23**, ao mencionar a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, faça um estudo mais aprofundado desse tipo de texto, avaliando, juntamente com os estudantes, a estrutura, a linguagem, os objetivos, entre outras informações. A lei apresentada pode ser acessada no *site* do *Planalto*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- Ao trabalhar a poluição do solo e da água por agrotóxicos, proponha aos estudantes um estudo mais aprofundado sobre os efeitos desses produtos no meio ambiente e nos seres vivos. Para isso, leiam o texto do *Instituto Nacional de Câncer* (Inca). Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- Ao abordar a poluição causada pelo descarte incorreto de esgoto, na página **24**, explique aos estudantes que a composição do esgoto é extremamente variável; além da fração líquida (água, detergente, óleos e gorduras), o esgoto doméstico é composto de partículas macroscópicas, como fragmentos de rochas, restos de vegetação e dejetos humanos, além de diversos microrganismos que podem causar doenças. Explique aos estudantes que, dessa maneira, o esgoto é composto de diferentes nutrientes, que espalhados na água podem causar a eutrofização. Nesse processo, esses nutrientes orgânicos podem desencadear a proliferação de seres vivos aeróbios que decompõem a matéria orgânica. Isso pode causar redução nos níveis de gás oxigênio (O_2) no meio, comprometendo a sobrevivência de outros seres vivos.
- Comente com os estudantes que, além desses efeitos nocivos, grande parte dos materiais presentes no esgoto não é completamente retirada nas estações de tratamento, indicando que as tecnologias atuais ainda não são capazes de reverter complemente as alterações causadas pelos seres humanos a esse recurso natural. Entre esses materiais, podemos citar, por exemplo, fármacos, cosméticos, agrotóxicos e cafeína, os quais, quando injetados no ambiente aquático, prejudicam os seres vivos desses locais. Além disso, como a água é constantemente captada para consumo humano, é possível que muitos desses materiais retornem aos seres humanos, por meio da água distribuída à população, causando-lhes danos à saúde.

  Leve os estudantes a discutir e a refletir sobre esse tema, alertando-os sobre a importância do descarte adequado de determinados materiais, como medicamentos, por exemplo, os quais muitas vezes são descartados incorretamente nas redes de esgoto.

EM OFERTA

Para mais informações sobre o tema, leia o artigo científico *Poluentes emergentes como desreguladores endócrinos*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276214267_Poluentes_Emergentes_como_Desreguladores_Endocrinos>. Acesso em: 1º set. 2020.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem sobre o esgoto doméstico (página **24**) possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente do componente curricular **História**, pois é possível abordar a história do saneamento básico no Brasil e no mundo. Se julgar interessante, solicite aos estudantes uma pesquisa sobre esse assunto.
- Explique aos estudantes que, por muito tempo, a humanidade viveu sem condições básicas de higiene e de esgotamento sanitário. Acredita-se que os primeiros banheiros com esgoto canalizado tenham surgido no século IV a.C., na Índia. Naquela época, as pessoas não associavam as práticas de higiene à prevenção de doenças, porque não acreditavam que a água pudesse veicular doenças. Na Europa, durante a Idade Média, os resíduos se acumulavam ao redor das cidades, ocasionando a proliferação de vetores de doenças, como os ratos, responsáveis pela transmissão da bactéria *Yersinia pestis*, causadora da peste bubônica.
- Entre os séculos XII e XIV, algumas cidades europeias, como Paris e Praga, passaram a receber pavimentação para que ficassem limpas e alinhadas. Junto com essas obras, foram construídos sistemas de drenagem pública para escoar a água de origem doméstica.
- No entanto, a distribuição de água só passou por melhorias com o Renascimento. Somente no século XIX, na Europa, iniciou-se um sistema de tratamento dos efluentes de origem doméstica, pois as pessoas perceberam que a destinação inadequada das fossas ocasionava a contaminação da água e o aparecimento de doenças. Tal fato foi comprovado quando o médico inglês John Snow (1813-1858) demonstrou que a cólera era transmitida por meio da água proveniente de um poço localizado no centro de Londres. Naquela época, mais de 500 pessoas haviam falecido em decorrência da cólera.
- Aproveite para discutir com os estudantes a importância de levar tratamento de água e esgoto a toda a população brasileira. Apesar de serem um direito e fazer parte do saneamento básico, esses serviços não estão disponíveis a toda a população, o que pode estar relacionado à ocorrência e à disseminação de doenças. Trata-se de uma maneira de despertar a importância do saneamento básico para a saúde da população, estimulando o desenvolvimento da **competência geral 8** e o tema contemporâneo transversal **Saúde**.

- Acesse com os estudantes o texto no *site* da *Renctas* sobre tráfico de animais silvestres (página **25**) no Brasil. Disponível em: <https://www.renctas.org.br/ambientebrasil-trafico-de-animais-silvestres/>. Acesso em: 23 ago. 2020. Nesse endereço, há mais informações sobre esse problema no Brasil. Explique aos estudantes que a retirada de animais dos ambientes naturais causa redução de populações, perda de variabilidade genética entre os animais e também pode impactar as cadeias alimentares e a reprodução desses seres vivos. Com isso, há o risco de extinção de espécies e, assim, perda da biodiversidade.
- Na página **25**, ao abordar a pesca predatória, leia com os estudantes o artigo da *National Geographic*. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/10/o-mar-esta-ficando-sem-peixe-apesar-da-promessa-dos-paises-de-controlarem>. Acesso em: 23 ago. 2020. Após a leitura, discuta com eles os fatores que estão levando à retirada indiscriminada de peixes do meio aquático. Questione se as políticas que envolvem a pesca deveriam ser repensadas ou se deveria haver mudanças na fiscalização, visto que isso terá consequências em toda a cadeia alimentar aquática.
- Leia com os estudantes um texto sobre a introdução de javalis no Brasil (página **26**) e os impactos gerados por essa espécie nos ecossistemas, da *Ciência Hoje*, disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/a-invasao-do-javali/>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- Aproveite o momento e retome com os estudantes os problemas relacionados a populações reduzidas, como a baixa variabilidade genética, a alteração na frequência de alelos na população e a maior probabilidade de sofrer perdas com alterações ambientais e adversidades, como doenças, o que prejudica sua manutenção no ambiente. Ou seja, a manutenção de populações em tamanho adequado e com variabilidade genética é essencial para a manutenção da espécie no ambiente.
- Relembre aos estudantes que, como estudado anteriormente, populações pequenas estão mais sujeitas à deriva genética e à perda de diversidade genética. Isso está relacionado com a maior suscetibilidade a bactérias e vírus, por exemplo. Diga que populações pequenas não apenas têm menos mutações que aumentariam a variabilidade genética, mas também perdem mais variabilidade pela deriva genética. Relembre aos estudantes que a variabilidade genética é necessária para a evolução dos seres vivos.
- Ao abordar as cadeias alimentares (página **27**), relembre aos estudantes sobre os conceitos abaixo.
  - Níveis tróficos: as cadeias alimentares são formadas por um número variado de níveis tróficos e podem envolver, basicamente, três tipos de organismos: produtor, consumidor e decompositor.

    Produtores: são seres vivos autótrofos, como a maioria das plantas e o fitoplâncton, capazes de fixar a energia luminosa na forma de energia química, transformando moléculas inorgânicas em moléculas orgânicas por meio da fotossíntese, ou seja, são capazes de produzir seu próprio alimento. Eles ocupam o primeiro nível trófico.

EM OBRA

Consumidores: são seres vivos heterótrofos, que obtêm a energia de que necessitam dos produtores, por meio da ingestão dos próprios organismos vegetais, no caso de consumidores primários. Alternativamente, eles podem se alimentar de outros organismos ou de restos orgânicos, no caso de consumidores secundários, terciários, quaternários e assim por diante.

Decompositores: são seres vivos, como alguns fungos e bactérias, responsáveis por transformar a matéria orgânica em matéria inorgânica. Parte dos nutrientes liberados da decomposição da matéria orgânica permanece no organismo dos decompositores, enquanto o restante é disponibilizado no ambiente para ser absorvido pelos autótrofos.

> Herbívoros: são seres vivos que se alimentam essencialmente de plantas ou partes delas. Eles são classificados como consumidores primários.

> Carnívoros: são seres vivos que se alimentam essencialmente de outros animais. Eles podem ser consumidores secundários, terciários, quaternários e assim por diante.

> Onívoros: são seres vivos que se alimentam tanto de plantas quanto de animais.

SALA DOS PROFESSORES

- A leitura e a interpretação do gráfico apresentado na página **28** possibilitam o trabalho conjunto com os professores da área de **Matemática e suas tecnologias**, pois é possível abordar a expressão de informações e dados por meio de gráficos. Explore com os estudantes esse conteúdo, explicando a eles que os pontos se referem à média anual de temperaturas e a linha contínua liga os valores da média, facilitando a observação dos dados. Relembre com eles a Revolução Industrial, no final do século XIX. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

  [...]

  Um importante elemento da Revolução Industrial foi a passagem do uso de combustíveis sustentáveis para o emprego do carvão (e, mais tarde, petróleo) como fonte de energia. Entre a metade do século XIX e a metade do século XX, a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento extensivo acrescentaram cerca de $9 \cdot 10^{10}$ toneladas de dióxido de carbono (CO_2) à atmosfera, e muito mais foi adicionado desde então. A concentração de CO_2 na atmosfera antes da Revolução Industrial [...] era de 280 ppm [partes por milhão], [...] mas ela aumentou para aproximadamente 370 ppm na virada do milênio e ainda está crescendo [...].

  BEGON, M; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia*: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 52.

- Aproveite o texto para discutir os benefícios e os malefícios da implantação de fábricas à população da época. Explique que, apesar de gerar renda, criando empregos e promovendo o desenvolvimento das cidades, isso prejudicou a vegetação, que precisou ser retirada para a construção das cidades, e pode ter afetado os animais que lá viviam.
- Converse com os estudantes sobre como o aumento de poluentes na atmosfera levou ao aumento da temperatura global. Questione como os seres vivos podem ser afetados por esse problema ambiental. Explique a eles que não são somente os animais que vivem nos polos que serão afetados com o aumento da temperatura global. Comente que o degelo nos polos pode levar ao aumento do nível do mar, o que invadiria áreas costeiras.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Tome nota das respostas dos estudantes às questões da página **28**, destacando os conceitos em que apresentarem maior dificuldade para desenvolver a fim de enfatizá-los durante o trabalho com os conteúdos do capítulo. Ao final do estudo desse capítulo, retome essas questões com os estudantes e oriente-os a corrigir ou complementar suas respostas. Utilize essa estratégia para verificar a aprendizagem.

- Para iniciar a abordagem das mudanças climáticas (página **29**), assista com os estudantes ao vídeo *Global warming from 1880 to 2019* (Aquecimento global de 1880 a 2019) no *site* da *Agência Espacial Norte-Americana* (NASA, sigla em inglês). Disponível em: <https://climate.nasa.gov/climate_resources/139/video-global-warming-from-1880-to-2019/>. Acesso em: 22 ago. 2020. Essa animação possibilita aos estudantes visualizar o aumento da temperatura global ao longo do tempo. Averigue se eles relacionam as mudanças ao aumento da industrialização e da circulação de veículos. Aproveite para verificar os conhecimentos prévios deles a respeito da intensificação do efeito estufa.
- Para mais informações sobre aquecimento global, acesse o documento a seguir com os estudantes.
  > Aquecimento Global de 1,5 °C. *Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.
- Após a leitura, questione os estudantes se já é possível perceber a ocorrência de mudanças climáticas no local em que vivem e quais são os indícios desse fenômeno.
- Comente com os estudantes que o ciclone bomba retratado na fotografia da página **29** é um ciclone extratropical, que surgiu próximo ao Paraguai e passou pelo Brasil. Ele se formou por causa do encontro de uma massa de ar quente que estava próxima ao Mato Grosso do Sul e ao Paraguai, com outra de ar frio, proveniente do Norte da Argentina. Esse fenômeno causou ventos fortes, chuva e a formação de frentes frias na região Sul do Brasil. No Rio Grande do Sul, foram registradas rajadas de vento de 50 a 100 km/h. Esse ciclone deixou grande prejuízo nos estados afetados.
- Na página **29**, explique aos estudantes que a baixa umidade do ar pode prejudicar a saúde, ressecando as vias aéreas e

MODERNA

reduzindo a produção de muco no nariz, tornando o corpo humano mais suscetível à infecção por vírus e bactérias, por exemplo. Esses agentes causadores de doenças também se propagam mais facilmente quando a umidade do ar é baixa.

- Ao trabalhar a atividade **2** da página **30**, sobre a obsolescência programada, acesse com os estudantes a reportagem *Por que a economia circular é vantajosa para as empresas?*. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/por-que-a-economia-circular-e-vantajosa-para-as-empresas,8b6658d97a3e5fae6c9178a613594190yxe32kgn.html>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Página 32

BNCC EM DESTAQUE

- O assunto dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**, pois incentiva os estudantes a relacionar a biodiversidade à alimentação humana, além de valorizar a cultura alimentar da população brasileira.

- A questão **1** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 7**, pois incentiva os estudantes a argumentar sobre ações humanas como a degradação ambiental e suas consequências para os próprios seres humanos, como os impactos gerados na produção de alimentos, visando defender ideias e tomar decisões que respeitem e promovam a consciência socioambiental, levando-os a se posicionarem eticamente em relação ao cuidado consigo mesmo, com os outros e com o planeta.
- Ao explorar a imagem do fruto do cupuaçu, explique aos estudantes que a Lei n.º 11.675, de 19 de maio de 2008, reconhece legalmente o cupuaçu como um fruto nacional. Essa lei foi criada porque, anteriormente, uma empresa japonesa havia patenteado o cupuaçu, recebendo direitos por ele, além de impedir que o Brasil o exportasse.
- Ao abordar o extrativismo sustentável, explique aos estudantes que, em geral, essa atividade é realizada por comunidades tradicionais. Estas são formadas por grupos que têm identidade cultural, organização social e modo de vida próprios e que ocupam e usam territórios e recursos naturais para sua subsistência, reprodução cultural, social, religiosa e econômica. Os conhecimentos nessas comunidades são passados de uma geração para outra. Promova uma conversa entre os estudantes sobre a importância dos conhecimentos tradicionais para o extrativismo sustentável. O objetivo dessa conversa é levar os estudantes a refletir sobre a importância dos conhecimentos tradicionais e valorizá-los. Espera-se que eles reconheçam que essas comunidades possuem território próprio e buscam fazer uso sustentável dos recursos desse local, uma vez que dependem desses para sobreviver, sendo assim inviável que eles sejam degradados ou extinguidos. No material indicado a seguir, você encontra mais informações sobre esse assunto.
  > LOPES, L. F. B. Proteção de conhecimentos tradicionais associados à diversidade biológica: possibilidades e desafios. *Revista de Estudos e Pesquisas*, v. 4, n. 1, jul. 2007. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/cogedi/pdf/revista_estudos_pesquisas_v4_n1/07-Luciana_Figueredo_Bomfim_Lopes-Protecao_de_conhecimentos_tradicionais_associados_a_diversida.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Página 32

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer algumas espécies de plantas comestíveis nativas do Brasil.
- Descobrir o valor nutricional de alimentos de plantas do Brasil.
- Valorizar os saberes populares sobre as plantas nativas brasileiras.

Orientações

- Se julgar conveniente, organize as duplas propiciando que os estudantes interajam com colegas diferentes dos que estão acostumados a realizar trabalhos. Essa estratégia favorece a socialização e o contato com opiniões diversas.
- Oriente os estudantes a pesquisar sobre os itens indicados nas questões em fontes confiáveis, como *sites* de universidades e de órgãos especializados no assunto.
- Para a entrevista, oriente-os a fazer um roteiro de perguntas antecipadamente para direcionar a conversa com os entrevistados. Peça que entrevistem pessoas de diferentes idades.
- Peça que os estudantes construam um livreto incluindo informações sobre as plantas nativas e receitas. Oriente-os a ilustrar o livreto com desenhos, fotografias ou imagens recortadas das plantas nativas e dos pratos feitos com elas.
- Realize a exposição dos livretos. Esse momento pode ser acompanhado com a degustação de alguns desses pratos preparados pelos estudantes. Oriente-os a colocar placas com informações sobre os ingredientes nativos tradicionais, valorizando a cultura popular.
- Essa atividade contribui para o desenvolvimento da **competência geral 9** e do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**, pois incentiva os estudantes a exercitar a empatia e o diálogo, com valorização da diversidade de saberes, ao abordar o consumo e o preparo de alimentos regionais. Explore com eles as tradições envolvidas no consumo desses alimentos, bem como os valores culturais agregados em seu preparo.

Resposta

- Os alimentos são fontes de nutrientes do organismo. Cada alimento é rico em determinados tipos de nutrientes (carboidratos, lipídios, sais minerais, proteínas e vitaminas), assim, quanto mais variada e equilibrada a alimentação, mais nutritiva ela é, ou seja, capaz de fornecer maior variedade de nutrientes.

- Para mais informações sobre as espécies nativas brasileiras que podem ser utilizadas na alimentação, acesse o livro *Biodiversidade brasileira:* sabores e aromas. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MODERNA

Páginas 33 e 34

BNCC EM DESTAQUE

- O assunto dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**, pois incentiva os estudantes a relacionar a biodiversidade ao tema contemporâneo transversal **Saúde**.

- Para iniciar o assunto, acesse a reportagem indicada a seguir e a leia com os estudantes.
  > LIMA, R. R. A Covid-19 e a relação entre humanos e animais: zoonoses e zooterapias. Fundação Oswaldo Cruz, 2 jul. 2020. Disponível em: <http://www.coc.fiocruz.br/index.php/pt/todas-as-noticias/1816-especial-covid-19-a-covid-19-e-a-relacao-entre-humanos-e-animais-zoonoses-e-zooterapias.html#.XzcgKihKiUl>. Acesso em: 14 ago. 2020.
- Promova uma conversa para discutir o conteúdo apresentado. Permita que os estudantes expressem o que compreenderam e exponham suas opiniões sobre o tema. Aproveite para questioná-los sobre as relações de proximidade entre animais silvestres e seres humanos no Brasil, e se o desmatamento e o tráfico de animais silvestres poderiam levar à ocorrência de uma nova pandemia com origem no Brasil. O objetivo dessas questões é levar os estudantes a refletir sobre o tema e formar opinião com base em informações e dados confiáveis, além de refletir sobre os impactos das ações humanas sobre a natureza.
- Para mais informações sobre o número de casos e os lugares afetados pelo SARS-Cov-2 (página **33**), acesse com os estudantes o *site* da *Organização Mundial da Saúde* (OMS). Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- Aproveite para explicar que muitas doenças que acometem os seres humanos são zoonoses (página **34**). Para mais informações, acesse o *site* das *Nações Unidas no Brasil*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/80498-mais-de-60-dos-organismos-causadores-de-doencas-chegam-aos-humanos-por-animais-vertebrados>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 21

1. Espera-se que os estudantes respondam que a biodiversidade é importante para o equilíbrio do meio ambiente e para a manutenção das espécies, inclusive a humana, tendo em vista que todos os elementos do ambiente se relacionam entre si, direta ou indiretamente, havendo uma dependência mútua para sua manutenção no ambiente. Sendo assim, a redução dessa biodiversidade implica em prejuízos nesse equilíbrio e nessas relações, os quais se manifestam, por exemplo, por meio de redução da disponibilidade de recursos, pelo aumento da vulnerabilidade a pragas e doenças e por alterações locais e globais do clima.

2. Espera-se que os estudantes comentem que a espécie humana, além de fazer parte dessa biodiversidade, depende dela, assim como as demais espécies, de diferentes maneiras. É essencial que eles reconheçam que a Terra é um grande sistema e que cada componente é essencial para que ele se mantenha em equilíbrio, auxiliando, por exemplo, na manutenção do clima terrestre e das fontes de alimentos de muitos seres vivos, inclusive dos seres humanos.

Página 22

3. Espera-se que os estudantes citem que o hábitat natural de uma espécie está intimamente relacionado às condições ambientais toleradas e exigidas pela espécie, como temperatura, umidade, disponibilidade de alimentos e locais para se abrigar e se reproduzir. A perda do hábitat interfere nesses fatores, alterando o ambiente e suas características, tornando-o inadequado à espécie, que pode não tolerar as novas características locais e ter dificuldade em encontrar recursos alimentares e abrigo, por exemplo. Por isso, a perda do hábitat pode levar ao desaparecimento da espécie na região, seja pela morte dos indivíduos ou por seu deslocamento para outras áreas.

4. Espera-se que os estudantes respondam que não, pois, como mencionado no texto, o macaco-barrigudo é essencial para a manutenção da floresta, atuando como semeador. Sendo assim, a eliminação dessa espécie prejudica a manutenção da floresta e, consequentemente, do hábitat de outros seres vivos. Além disso, o desmatamento da floresta Amazônica implica na perda direta de hábitat por diversas outras espécies do local, bem como em interferência no regime de chuvas de diversas áreas do Brasil, sendo, portanto, essencial para a manutenção das condições climáticas. Soma-se a isso o fato de a existência dessa floresta ser a fonte de recarregamento de diversos corpos d'água na região Amazônica.

Página 26

11. Espera-se que os estudantes citem em suas respostas que, em virtude da grande capacidade de se adaptar aos ambientes e por apresentar uma dieta ampla, os javalis podem interferir nas cadeias alimentares dos ambientes, competindo com espécies nativas e podendo reduzir drasticamente algumas populações por serem predadores. Como os javalis costumam revirar o solo, podem interferir na dinâmica desse componente do ambiente e na vida de seres que vivem no solo. Além disso, como se alimentam também de produtos agrícolas, podem invadir propriedades rurais e se alimentar dos cultivares, gerando grandes prejuízos e até mesmo perda de plantações.

Página 27

12. Como a comunidade é o conjunto de populações de determinada área, ao interferir direta e indiretamente na quantidade de indivíduos de uma espécie, a presença do *D. melanostictus* na ilha possibilita que algumas populações aumentem de tamanho enquanto outras se tornem reduzidas ou até mesmo sejam eliminadas do ambiente. Assim, tanto o tamanho das populações quanto sua diversidade no ambiente podem ser alteradas pela espécie invasora.

13. A ingestão do sapo-asiático, um anfíbio venenoso, pelo falcão pode reduzir a população dessas aves no ambiente,

MODERNA

as quais são utilizadas como fonte de alimento pelas fossas. Com a redução na quantidade de falcões na ilha, as fossas poderiam consumir mais lêmures, o que provocaria a redução de suas populações e, consequentemente, diminuiria a quantidade de indivíduos que ingerem os frutos da lichia, prejudicando sua dispersão e, consequentemente, sua capacidade de formar novos indivíduos. Além disso, como lêmures e sapos asiáticos consomem besouros e suas larvas, a presença desse anfíbio exótico pode reduzir essa fonte de alimento dos lêmures, cuja população pode ser prejudicada, interferindo, assim, na dispersão da lichia.

Página 28

15. Espera-se que os estudantes comentem que esses gases são responsáveis por reter parte do calor na atmosfera terrestre. Assim, o aumento de sua concentração aumenta também a quantidade de calor retido pela atmosfera, resultando na elevação da temperatura média terrestre, a qual foi representada no gráfico.

16. O objetivo dessa questão é que os estudantes avaliem os dados do gráfico. Espera-se que eles comentem que entre os anos de 1880 e 1910, aproximadamente, a temperatura terrestre sofria uma sequência de aumento e redução de temperatura, havendo uma queda acentuada dessa variável entre 1900 e 1910. A partir desse ano, observa-se um aumento relativamente constante da temperatura média, com o primeiro pico de elevação da temperatura na década de 1940. A partir da década de 1970, observa-se um aumento constante da temperatura média global, sendo o ano de 2020 o que apresenta a maior temperatura desde que se iniciou o acompanhamento da temperatura global.

Páginas 30 e 31

1. a) O desmatamento na Amazônia brasileira.

b) Os estudantes podem comentar que, em geral, o desmatamento ocorre visando a venda de madeira das árvores, para "limpar" o solo e criar áreas de pasto ou para a agricultura e, dependendo da região, para a prática da mineração.

c) Espera-se que os estudantes comentem que os indígenas são povos tradicionais que retiram da floresta os recursos para sua subsistência. Com o conhecimento passado de geração para geração, aprenderam formas sustentáveis de explorar a floresta e seus recursos, conservando-a, uma vez que dependem dela para viver. As terras demarcadas por indígenas contribuem para evitar que estas sejam desmatadas por grileiros ou outras pessoas. Embora as terras indígenas ainda sejam invadidas e desmatadas, isso ocorre em menor proporção do que em territórios não indígenas.

d) Espera-se que os estudantes respondam que as plantas da Floresta Amazônica, assim como as demais plantas, captam CO_2 atmosférico durante a fotossíntese e o incorporam em sua estrutura na forma de matéria orgânica. Esse processo contribui para retirar o CO_2 livre da atmosfera terrestre. Uma vez que o CO_2 é um dos gases do efeito estufa e seu aumento na atmosfera promove a intensificação desse efeito, sua captação pelas plantas contribui para a redução desse efeito e, consequentemente, do aquecimento global, o qual é responsável pelo aumento da temperatura média do planeta, levando a mudanças climáticas.

e) A conservação das florestas está diretamente relacionada à desaceleração das mudanças climáticas e do aquecimento global. As mudanças climáticas podem impactar a sociedade de diferentes formas, como ambiental, social e economicamente, o que leva autoridades a pressionar o governo brasileiro pela conservação das florestas, contribuindo para desacelerar essas mudanças. Por exemplo, o aumento da temperatura média do planeta pode prejudicar plantações, polinizadores e outros animais, colocando em risco a segurança alimentar da população. A intensificação e o prolongamento dos períodos de estiagem podem afetar a qualidade de vida das pessoas, assim como o aumento de episódios de fenômenos naturais como tempestades, tornados e furacões podem prejudicar a economia e levar a perdas materiais e de vidas.

2. a) Os estudantes podem citar quaisquer equipamentos eletrônicos, como televisores, computadores, *tablets* e impressoras.

b) Espera-se que os estudantes respondam que esse tipo de lixo pode conter elementos tóxicos extremamente prejudiciais ao meio ambiente e aos seres vivos. Quando descartados incorretamente, esses elementos podem contaminar o solo e os corpos d'água e, consequentemente, os seres vivos.

c) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes e seus familiares façam uma autoavaliação de seus hábitos em relação aos equipamentos eletrônicos e seu descarte. Caso algum estudante relate um hábito incorreto em relação ao descarte de lixo eletrônico, leve-o a refletir sobre a importância do descarte correto, incentivando-o a rever seus hábitos.

3. Alternativa **c**. O uso de fertilizantes e aterros sanitários podem poluir os lençóis freáticos; o desmatamento retira a proteção natural do solo e pode diminuir sua umidade; a impermeabilização do solo não permite que ele absorva a água da chuva, provocando enchentes e inundações.

4. a) Espera-se que os estudantes respondam que sim. Os danos ambientais estão relacionados à introdução de uma espécie exótica que se tornou invasora, prejudicando as espécies nativas e o equilíbrio ambiental. Além disso, a introdução de *A. fulica* também representa danos à saúde humana, tendo em vista que esse caracol é vetor de agentes causadores de doenças, como a angiostrongilíase abdominal e a angiostrongilíase meningocefálica, as quais podem acometer seres humanos.

b) Espera-se que os estudantes respondam que essa interferência pode ocorrer porque, por suas características, o caracol-africano passou a competir com as espécies nativas por recursos, como alimento. Por apresentar alimentação variada e elevada taxa de reprodução, ele pode ser favorecido na obtenção de recursos alimentares, além de poder

MODERNA

prejudicar a permanência da espécie nativa, interferindo, assim, de maneiras distintas nas cadeias alimentares e, consequentemente, no fluxo de matéria e de energia.

c) As verminoses citadas são causadas por nematódeos que se encontram no muco do caramujo. Em busca de alimentos, o caramujo passa por vegetais, deixando neles seu muco com as larvas dos nematódeos. Caso esses vegetais não sejam lavados antes do consumo, as larvas são liberadas no interior do corpo do ser humano e iniciam seu ciclo de vida. A angiostrongilíase abdominal é causada pelo nematódeo *Angiostrongylus costaricensis*. As larvas migram para o intestino e penetram na mucosa da porção terminal do íleo, apêndice e colo. Elas se transformam em vermes adultos nos vasos sanguíneos e linfáticos locais. As fêmeas liberam ovos levando a reações que causam edemas e lesões do intestino. No entanto, não há a presença de ovos nas fezes do hospedeiro humano. Os principais sintomas dessa doença são: dor abdominal, vômito, febre, obstrução intestinal e sangramento gastrointestinal.

A angiostrongilíase meningocefálica é causada pelo nematódeo *Angilostrongylus cantonensis*. Após ser ingerida, a larva desse nematódeo migra para pequenos vasos das meninges resultando em sintomas como reação inflamatória, febre baixa, rigidez de nuca, dor de cabeça, aumento anormal de células de defesa no líquido cefalorraquidiano, estrabismo, paralisias transitórias e vômito. A prevenção dessas doenças ocorre por meio de hábitos de higiene, como a lavagem dos alimentos consumidos crus, por exemplo frutas e verduras, coleta e destruição dos caramujos. Além disso, são necessárias medidas de saneamento ambiental nas cidades visando ao controle da população de roedores, uma vez que esses animais fazem parte do ciclo dessas doenças.

Ao final da atividade peça aos estudantes que troquem suas tirinhas com os colegas, a fim de compartilhar as produções. Se considerar conveniente, as tirinhas elaboradas pelos estudantes podem ser digitalizadas e divulgadas por meio de aplicativos a familiares e amigos, visando a divulgação de informações.

Se considerar pertinente, aproveite para conversar com os estudantes sobre a importância da internet na divulgação de informações, as quais podem atingir rapidamente um grande número de pessoas, independentemente da distância física. Aproveite também para comentar que a divulgação digital ajuda a reduzir o uso de papel na elaboração de panfletos impressos, por exemplo, e, consequentemente, reduzir a retirada de matéria-prima da natureza e seu descarte no ambiente. Pontue também que, apesar das inúmeras vantagens, há a desvantagem de as pessoas que não têm acesso à internet serem prejudicadas por esse tipo de divulgação de informações, sendo necessário, nesses casos, o material impresso ou uma explicação presencial, por exemplo.

5. a) Espera-se que os estudantes mencionem as intervenções humanas na agricultura, o sistema de monocultura, a estiagem prolongada e o aumento da temperatura.

b) Espera-se que os estudantes respondam que as intervenções humanas na agricultura incluem, por exemplo, o sistema de monoculturas, que favorece a criação de extensas áreas agrícolas sem barreiras florestais, as quais apresentam características distintas das áreas agrícolas e desfavoráveis aos gafanhotos, e o uso excessivo de agrotóxicos, que pode ser responsável por eliminar os predadores naturais dos gafanhotos, por exemplo. No que diz respeito à estiagem prolongada e ao aumento da temperatura, essas são resultado das alterações climáticas resultantes de atividades humanas diversas, como aquelas relacionadas à emissão de gases de efeito estufa, a remoção de áreas verdes, interferindo diretamente no ciclo hidrológico, entre outras.

c) Espera-se que os estudantes mencionem em suas respostas que a nuvem de gafanhotos não causa danos diretos à saúde humana, mas tais insetos são capazes de destruir plantações inteiras de diferentes tipos de cultivos, colocando em risco a segurança alimentar de diversas pessoas e gerando grandes prejuízos econômicos, principalmente em regiões onde a atividade agrícola é essencial ao setor econômico.

d) Espera-se que os estudantes mencionem que os agrotóxicos são produtos químicos tóxicos aos seres humanos e demais seres vivos, cuja ingestão (via água e alimentos contaminados), inalação ou cujo contato com pele e mucosas pode causar graves problemas de saúde, a depender do tipo de agrotóxico. Além disso, eles podem contaminar o solo e as fontes de água superficiais (por escoamento e lavagem das plantas) e subterrâneas (por infiltração). O uso desses produtos em grandes quantidades também poderia matar outros insetos importantes para o equilíbrio ambiental, como os polinizadores, além de interferir nas cadeias alimentares. Todos esses impactos podem ser ainda mais significativos com a aplicação de agrotóxicos por meio de aviões, técnica prevista para a contenção desses insetos. Isso porque, nesse tipo de aplicação, grande parte do produto pode ficar disperso no ar, contaminando-o e aumentando as taxas de contaminação do solo e dos corpos d'água.

Páginas 32 e 33

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e levá-los a refletir sobre o tema. Espera-se que eles comentem que a interferência na produção de alimentos pode ocorrer por diferentes motivos. Um deles é a redução da produtividade como resultado de solos desgastados, alterações climáticas, propagação de pragas, redução de polinizadores (por causa do uso inadequado e excessivo de defensivos agrícolas e da perda de hábitat), entre outros motivos. Há também a possibilidade de redução de produtividade como resultado da perda de biodiversidade, que abrange desde a eliminação de espécies de cultivares no ambiente, como a redução da diversidade genética, que torna as populações mais suscetíveis a pragas, doenças, entre outros. Por fim, as alterações climáticas podem interferir nas cadeias produ-

EM MODERNA

tivas, submetendo plantas e animais a temperaturas que prejudicam seu desenvolvimento, por exemplo.

3. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre a influência das atividades humanas na disseminação de doenças. Eles podem comentar que o crescimento populacional está associado ao aumento da degradação do meio ambiente e da exploração de seus recursos de maneira não sustentável. Como resultado, direto e indireto, aumenta-se o contato dos seres humanos com animais silvestres, que podem portar agentes causadores de doenças para as quais os seres humanos não são imunes.
4. Espera-se que os estudantes relacionem que a invasão das florestas em busca do pangolim e sua caça e apreensão para tráfico ilegal a situações que possibilitam um contato próximo do ser humano com esse animal silvestre, favorecendo a transmissão do vírus.

Página 35

1. **a)** Espera-se que os estudantes respondam que a incidência de malária é maior nas regiões tropicais, possivelmente, porque estas abrigam um ambiente mais favorável para a reprodução do mosquito vetor da doença, em virtude das temperaturas altas e do clima úmido.

   b) Espera-se que os estudantes respondam que tais informações possibilitam afirmar que a malária é uma doença que acomete o país ao longo dos anos, não sendo do tipo esporádica e não tendo sido possível controlar ou reduzir sua ocorrência no Brasil.

   c) A malária é transmitida por mosquitos-prego, do gênero *Anopheles*. A fêmea do mosquito suga o sangue de uma pessoa infectada e adquire o parasita, que passa a se reproduzir sexuadamente em seu organismo. Os parasitas formados migram para as glândulas salivares do inseto, por onde infectam outras pessoas por meio da picada da fêmea. Ao serem introduzidos na circulação sanguínea, os parasitas infectam primeiramente o fígado e, em um segundo instante, os glóbulos vermelhos do hospedeiro.

   Possíveis respostas para a prevenção da malária: utilizar repelente para manter os insetos afastados, colocar telas e redes nas janelas e portas das casas para frear a entrada dos mosquitos e evitar deixar água parada, local onde o mosquito coloca seus ovos durante a reprodução.

   d) A atividade de garimpo leva ao desmatamento, o que altera as populações de mosquito, podendo espantar espécies nativas predadoras do *Anopheles*, como aranhas, levando ao desequilíbrio ambiental. Além disso, essa atividade costuma abrir crateras no solo e impacta o leito dos rios, podendo ocasionar água parada, ambiente ideal para a reprodução do mosquito transmissor da malária. Dessa maneira, a atividade garimpeira não só impacta a saúde de populações que vivem próximas como também prejudica o ambiente.

   e) Os estudantes podem citar que a causa é falta de fiscalização e de punições mais graves para as pessoas que praticam esse tipo de crime. Por isso, para mitigá-lo, é necessário aumentar a fiscalização dessas terras e punir de forma mais severa quem o pratica.

CAPÍTULO 3
Conservação e sustentabilidade

Objetivos

- Identificar fatores que alteram as condições do meio ambiente.
- Avaliar a importância da biodiversidade.
- Reconhecer a importância das estratégias de conservação para a manutenção da biodiversidade.
- Analisar a importância das Unidades de Conservação.
- Conhecer e diferenciar as categorias de Unidades de Conservação.
- Reconhecer a importância da restauração dos ambientes para a biodiversidade.
- Relacionar a restauração ao estudo da Ecologia.
- Analisar criticamente o papel do governo e da sociedade na conservação do ambiente.
- Avaliar como as atitudes humanas interferem na biodiversidade.
- Refletir sobre atitudes sustentáveis no dia a dia.
- Conhecer a importância da tecnologia em atitudes que promovem o monitoramento de problemas ambientais e de espécies ameaçadas de extinção.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

Páginas 36 e 37

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT206**, pois possibilita aos estudantes compreender a necessidade da conservação da biodiversidade.
- A análise e a interpretação dos gráficos da página **36** favorecem o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois fornecem subsídios para os estudantes obterem informações e conhecimento da linguagem matemática.
- Em geral, o trabalho desse capítulo favorece o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, bem como o desenvolvimentos da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das **competências gerais 7** e **10**, pois fornece subsídios e incentiva os estudantes a investigar situações-problema relacionadas ao meio ambiente e a propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, promovendo consciência socioambiental e reflexão sobre a importância do agir coletivo e individual com base sustentável.

SALA DOS PROFESSORES

- O trabalho com os gráficos da página **36** possibilita o estudo conjunto com a área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, especialmente o componente curricular **Geografia**. É importante relembrar com os estudantes os fatores que contribuem para o crescimento populacional.

EM MODERNA

- Auxilie-os na interpretação dos gráficos dessa página. Ambos mostram crescimento nos últimos anos. Averigue se os estudantes concluem que, de modo geral, o crescimento populacional é diretamente proporcional ao aumento na emissão de poluentes atmosféricos. É importante discutir aspectos da dinâmica populacional, como condições de saúde, moradia e empregabilidade.
- Sobre a relação entre o aumento da população e a poluição, leia com os estudantes o texto presente no *site* da *Associação Brasileira de Estudos Populacionais* (Abep). Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/download/2045/2003>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- Esse trabalho favorece o desenvolvimento da **competência geral 7**, pois analisa as condições socioambientais e sua relação com o crescimento da população e o aumento da concentração de poluentes atmosféricos.

- Diga aos estudantes que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira aumenta a cada 20 segundos. Para conhecer a projeção e a estrutura da população brasileira e de cada um dos Estados Federativos ao longo dos anos, acesse o *site* do *IBGE*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- Comente que o crescimento populacional da Nigéria e do Brasil foi semelhante ao longo dos anos, no entanto, a emissão de poluentes não seguiu esse padrão, mostrando-se maior em nosso país. Pergunte aos estudantes como eles explicariam esses fatos. Averigue se eles constatam que essas diferenças podem estar relacionadas às variações no crescimento econômico desses países, tendo em vista que este está intimamente relacionado à ampliação de áreas industriais, uso de máquinas e veículos, favorecendo o aumento da poluição atmosférica.
- Comente com os estudantes que a emissão de poluentes diminuiu durante o isolamento social, o qual envolveu diversos países em 2020, durante a pandemia de COVID-19. Acesse com eles as imagens que mostram essas mudanças no *site* da *Agência Espacial Norte-Americana* (NASA, sigla em inglês). Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>. Acesso em: 22 ago. 2020. Nessas imagens pode ser observada a redução da emissão de poluentes na China, comparando os anos de 2019 e 2020. Explique que observações similares foram encontradas em outros países. Converse com os estudantes sobre essas mudanças e o que elas significam para a qualidade do ar do planeta.
- Aproveite o conteúdo para que os estudantes realizem uma autoavaliação. Questione o que entendem por sustentabilidade e como esse conceito se relaciona à biodiversidade. Divida a lousa em duas partes. No lado esquerdo, escreva "Atitudes sustentáveis" e, no lado direito, "Atitudes não sustentáveis". Peça a eles para citar atitudes que têm no dia a dia e se encaixam nesses campos. A cada item, solicite que ergam as mãos os que têm atitudes semelhantes. Realize a contagem e marque na lousa. Após essa atividade, peça aos estudantes que respondam se suas atitudes são realmente sustentáveis ou se ainda poderiam modificar algumas delas em seu cotidiano para contribuir com a manutenção da biodiversidade.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Questione os estudantes se algum deles apresenta problemas respiratórios e, em caso afirmativo, peça que compartilhem qual é. Pergunte se eles sentem os efeitos da poluição, sobretudo em dias em que a umidade do ar está baixa.
- Aproveite para avaliar se os estudantes percebem que há poluentes atmosféricos em todos os ambientes.
- Ao abordar os gráficos sobre gás carbônico, relembre os estudantes de que os gases poluentes também afetam a saúde humana. Sobre isso, leia o texto presente no *site* das *Nações Unidas Brasil*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83324-cinco-razoes-pelas-quais-voce-deve-se-preocupar-com-poluicao-do-ar>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- Após a leitura do texto, pergunte aos estudantes por que os poluentes atmosféricos não afetam somente pessoas que têm problemas respiratórios. Pergunte se eles entendem por que, segundo o texto, mulheres e crianças de baixa renda tendem a ser mais suscetíveis à poluição atmosférica. É importante constatar a relação entre a pobreza e a ocorrência de doenças. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da **competência geral 8**, visto que possibilita estabelecer conexões entre a poluição do ar e a saúde coletiva.
- Pergunte se eles percebem a ação do poder público em relação ao combate à poluição atmosférica. É importante desenvolver a visão crítica acerca dos problemas socioambientais e perceber que eles interferem na sociedade, seja na economia ou saúde, e estão associados às condições em que a população vive. Esse trabalho promove a consciência socioambiental, o que favorece o desenvolvimento da **competência geral 7**.

- Diga aos estudantes que os recursos naturais podem ser divididos em perenes, renováveis e não renováveis. Os recursos naturais perenes se renovam em intervalos de tempo, como é o caso da luz solar, dos ventos e da água corrente, e independem das ações humanas. Os recursos renováveis são repostos continuamente, como o ar e a água (limpos) e o solo. Os recursos não renováveis não são repostos, como os combustíveis fósseis e metais extraídos da crosta terrestre.
- Caso os estudantes questionem o uso do termo conservação em vez de preservação, esclareça que os termos surgiram de linhas conceituais diferentes, o preservacionismo e o conservacionismo. Explique que existe uma terceira linha, o socioambientalismo, abordada nesse capítulo.

  No século XIX, houve o surgimento da linha preservacionista, segundo a qual a natureza e seus recursos naturais deveriam

EM OBRA

permanecer intocados. O centro dessa linha é a natureza, admitindo uma visão biocêntrica. O pensamento biocêntrico foi responsável pela criação de parques, em que as pessoas e suas construções (indústrias, cidades, agricultura) permanecem afastadas da natureza e de seus recursos a fim de preservá-los. Essa linha influenciou estudos em Ecologia.

Ainda no século XIX, surgiu a linha conservacionista, a qual se pauta na defesa do uso racional dos recursos naturais, sem esgotá-los. Ela também defende que os recursos naturais sejam utilizados em benefício da sociedade, evitando o desperdício e mantendo-os para as gerações futuras.

No século XX, surgiu o socioambientalismo, que defende a presença de alguns grupos (indígenas, seringueiros, quilombolas, ribeirinhos, entre outros) em áreas protegidas, uma vez que eles dependem dos recursos ambientais para sobreviverem. Além disso, suas atividades estão relacionadas física e culturalmente a essas populações. Essa linha defende o desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade. Esse é o pensamento preponderante atualmente, influenciando as políticas públicas ambientais.

- Ao abordar a fotografia da Reserva Extrativista Chico Mendes na página **37**, explique aos estudantes que, apesar de ser uma Unidade de Conservação, isso não impede que seja afetada pelas ações humanas. Acesse com eles uma reportagem no *site* da revista *National Geographic*. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/08/na-reserva-chico-mendes-no-acre-um-retrato-da-destruicao-da-amazonia>. Acesso em: 22 ago. 2020. Leia o texto com eles e questione o que percebem ao visualizar as fotografias desse local. Questione as pressões que esse ambiente sofre, como o desmatamento e a criação de gado nesse bioma, o qual apresenta a maior biodiversidade no planeta. Pergunte o que poderia ter sido feito para evitar danos ao bioma e à reserva. Aproveite para questionar se a criação de uma Unidade de Conservação é uma estratégia de conservação eficiente ou se é necessário aprimorar sua instalação e até mesmo fiscalizar esses locais. Trata-se de uma maneira de abordar criticamente os aspectos envolvendo o desmatamento em áreas consideradas protegidas, o que possibilita o desenvolvimento da **competência geral 7**.

Páginas 38 a 43

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT206**, pois possibilita aos estudantes compreender a necessidade de atitudes que visem à conservação de biomas e espécies, bem como a importância das Unidades de Conservação nesse processo.

- Diga aos estudantes que projetos de pesquisa permitem mapear os seres vivos, rastreá-los, conhecer sua biologia, seus comportamentos e, assim, estabelecer medidas de conservação e de proteção. Cite como exemplo o Projeto Toninhas, que ajuda a conservar os cetáceos no litoral brasileiro. Acesse com os estudantes um vídeo que explica brevemente esse projeto no *site* do *Projeto toninhas*. Disponível em: <https://projetotoninhas.org.br/educacao-ambiental>. Acesso em: 22 ago. 2020. Aproveite para questioná-los sobre possíveis soluções para os problemas enfrentados pela espécie, como a captura acidental em redes de pesca e a poluição. É importante que eles analisem criticamente os problemas ambientais e proponham soluções, o que os torna sujeitos ativos no processo de aprendizagem.
- Ao abordar as páginas **40** e **41**, é importante relembrar os biomas brasileiros. Se considerar necessário, acesse com os estudantes o *site* do *Ministério do Meio Ambiente*. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas.html>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- Para consultar Unidades de Conservação e seus dados, acesse o *site* do *Ministério do Meio Ambiente*. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.consultarFicha>. Acesso em: 9 ago. 2020.
- Questione os estudantes sobre as medidas necessárias para proteger as áreas que não fazem parte das Unidades de Conservação. Averigue se os estudantes constatam que é necessário que os órgãos ambientais realizem suas funções, fiscalizando e multando aqueles que descumprem as leis ambientais e causam degradação dos biomas. Aproveite para perguntar se isso ocorre e o que poderia ser modificado para que esse trabalho fosse mais eficiente, protegendo os ecossistemas efetivamente. É importante desenvolver a criticidade, bem como a busca de soluções viáveis para as questões ambientais.
- Enfatize sobre a importância da proteção legal de espécies dentro e fora das Unidades de Conservação. Se considerar conveniente, apresente algumas reportagens para os estudantes sobre o tráfico de animais, um problema encontrado dentro e fora das Unidades de Conservação, que causa grande impacto na biodiversidade e tem prejudicado as interações ecológicas. Veja algumas sugestões a seguir.
  - > CAETANO, R. Meu vizinho tem uma naja: tráfico de serpentes dispara no Brasil. *Exame*, 29 jul. 2020. Disponível em: <https://exame.com/esg/meu-vizinho-tem-uma-naja-trafico-de-serpentes-dispara-no-brasil/>. Acesso em: 22 ago. 2020.
  - > SANTOS, N. S. Mata Ciliar acolhe animais traficados. *Jornal de Jundiaí*, 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.jj.com.br/jundiai/mata-ciliar-acolhe-animais-traficados>. Acesso em: 9 ago. 2020.
  - > Resgate de animais silvestres e marinhos em São Vicente aumenta mais de 900% em um ano. *Diáriodolitoral.com.br*, 17 fev. 2020. Disponível em: <https://www.diariodolitoral.com.br/sao-vicente/resgate-de-animais-silvestres-e-marinhos-em-sao-vicente-aumenta-mais/132407/>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- Leia as reportagens com os estudantes e questione por que é necessário proteger espécies e quais são os impactos que atividades como o tráfico de animais podem ter sobre a diversidade biológica. Esse trabalho pode ajudar na sensibilização dos estudantes acerca da retirada de espécies

nativas do seu hábitat e suas consequências, desenvolvendo a **competência geral 7**.

- Sobre a restauração de ecossistemas, apresentada na página **43**, aborde com os estudantes o Desafio de Bonn. Mais de 50 países se comprometeram com esse tratado, que visa restaurar 350 milhões de hectares até 2030. O Brasil é um dos signatários e se comprometeu com a restauração e a regeneração de 12 milhões de hectares de vegetação natural até o fim da década.
- Sobre a restauração da fauna, uma maneira é reintroduzir espécies nativas. Um exemplo disso é o *Projeto Refauna*. Para mais informações sobre esse assunto, acesse o *site* do projeto. Disponível em: <https://refauna.wixsite.com/site>. Acesso em: 22 ago. 2020. Relembre os estudantes de que a retirada de espécies nativas modifica as interações entre as espécies nas relações ecológicas. O restabelecimento dessas interações juntamente com a recuperação do ambiente é fundamental para a manutenção da biodiversidade.
- Ao trabalhar as sucessões ecológicas apresentadas na página **43**, explique aos estudantes que durante esse processo há aumento da biomassa e da diversidade biológica.

  Explique que, quando os estágios de sucessão ecológica atingem a maturidade, eles alcançam a comunidade clímax, que é o estágio terminal. Mesmo que uma comunidade clímax sofra grande perturbação, se estiver estável, ela pode resistir e persistir no ambiente. Esse tipo de comunidade geralmente tem crescimento mais lento e produz menor quantidade de sementes, o que influencia na capacidade de dispersão. As sementes possuem maior quantidade de nutrientes, o que favorece sua germinação em um ambiente competitivo. Diga aos estudantes que, na comunidade clímax, a biomassa torna-se estável, pois o consumo e a produção se igualam.

Página 44

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com essa seção possibilita o desenvolvimento das **competências gerais 2** e **9**, pois incentiva os estudantes a realizar uma investigação por meio da elaboração e do teste de hipóteses, a fim de resolver problemas e criar soluções, levando em consideração a importância da empatia e do diálogo em uma atividade em grupo.
- Além disso, essa atividade possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, e, ao propor aos estudantes a análise de um problema ambiental e a avaliação e indicação de soluções, também favorece o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.

Página 44

INVESTIGUE

Objetivos

- Compreender a importância do acesso à informação sobre o problema antes de propor medidas mitigadoras.
- Avaliar uma situação-problema, como a degradação ambiental de um determinado ambiente.
- Propor medidas mitigadoras após analisar a situação-problema.

Orientações

- Comece o trabalho dessa seção perguntando aos estudantes o que eles sabem sobre a pandemia de COVID-19. Pergunte-lhes quais foram as principais medidas de contenção dessa doença e como a comunidade científica chegou a essas medidas.
- Incentive-os a perceber que para chegar ao diagnóstico dessa doença e propor medidas de contenção da pandemia, assim como possíveis tratamentos aos doentes, foi preciso o desenvolvimento de pesquisas em todo o mundo. Foi necessário que a comunidade científica se unisse a fim de obter a maior quantidade de informações e conhecimento a respeito do vírus SARS-CoV-2 para então propor soluções para a pandemia.
- Em relação à pandemia da COVID-19, se julgar interessante, leve os estudantes a refletir sobre as perguntas a seguir.
  - > Quais são as características (estrutura, tipo de material genético, proteínas de superfície) desse vírus?
  - > Que sistema(s) do corpo humano esse vírus parasita? Como ele invade as células?
  - > Como esse vírus é transmitido de uma pessoa a outra?
  - > Como as defesas do corpo humano agem contra o vírus (células, linfócitos, proteínas, anticorpos)?
  - > Como evitar que uma pessoa transmita o vírus para outras?
  - > Por que algumas pessoas têm sintomas severos enquanto outras são assintomáticas?
  - > Como combater? Imunidade natural, produção de anticorpos ou vacina? Que medicamentos podem ajudar a combater os sintomas?
  - > Em caso de agravamento dos casos, o que acontece no corpo humano? Nessa fase, que medicamentos fazem efeito?
- Explique a eles que, assim como na situação da pandemia COVID-19, diante de uma situação-problema, é fundamental ter conhecimento das causas e consequências dessa situação antes de propor medidas que contribuam para a amenização ou a solução desse problema.
- Incentive os estudantes a refletir sobre problemas como a degradação ambiental. Leve-os a refletir sobre tipos de degradação ambiental que eles conhecem e quais são as suas principais causas e consequências.
- Em seguida, peça a eles para responder às questões de **Contextualização**. Oriente-os a primeiro ler e refletir sobre a resposta, e, em seguida, compartilhar suas respostas com um colega.

Respostas das questões de contextualização

a) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância de conhecer os problemas, por exemplo, o agente causador e as consequências, para então propor medidas que minimizem ou solucionem o problema.

MODERNA

b) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre os aspectos que devem ser levados em consideração ao avaliar a degradação de um determinado ambiente para depois propor medidas mitigadoras. Eles devem citar, por exemplo, conhecer a área degradada, verificar os componentes abióticos e bióticos dessa área, qual é a origem dessa degradação, o efeito dessa degradação nos componentes desse ambiente, entre outros aspectos.

- Veja a seguir uma sugestão do processo de montagem da investigação.

Materiais

- Caderno
- Lápis
- Borracha
- *Smartphone* ou câmera fotográfica

Procedimentos

a) O primeiro passo dessa investigação é realizar a visita de campo e encontrar uma área que apresente algum tipo de degradação ambiental, como terrenos com lixos descartados de maneira incorreta, com focos de incêndio e com acúmulo de entulhos e água parada.

b) Após os estudantes determinarem a área de estudo e detectarem o problema, eles devem fazer questionamentos e respondê-los utilizando fontes de pesquisa confiáveis.

Veja a seguir algumas questões que os estudantes devem responder para conseguir propor soluções eficientes para o problema detectado.

- Qual é o problema detectado na área visitada?
- Qual é a origem desse problema?
- Quais fatores estão causando esse problema?
- Quais são os efeitos desse problema sobre os componentes bióticos e abióticos desse ambiente?

c) Após obter as respostas para esses questionamentos, incentive os estudantes a fazer uma pesquisa e conversar sobre as medidas que eles podem propor para minimizar ou solucionar o problema em questão.

d) Oriente-os a fotografar a área visitada destacando os principais problemas encontrados.

e) Peça que façam um relatório final para ser entregue ao professor.

- Ao final, oriente-os a montar um fôlder utilizando um *software* de edição e exibição de apresentações gráficas. Peça que insiram nesse fôlder as fotografias da área visitada, enfatizando o problema e as medidas propostas para minimizar ou solucioná-lo.

Respostas para as questões

1. Resposta pessoal. A resposta a essa questão vai depender da área visitada pelos estudantes e do problema ambiental detectado nesse local.

2. Resposta pessoal. A resposta a essa questão vai depender da área visitada pelos estudantes e do problema ambiental detectado nesse local.

3. Resposta pessoal. A resposta a essa questão vai depender da área visitada pelos estudantes e do problema ambiental detectado nesse local.

4. Resposta pessoal. A resposta a essa questão vai depender da área visitada pelos estudantes e do problema ambiental detectado nesse local. Mas espera-se que eles percebam que as soluções só serão de fato efetivas se for realizada uma análise completa do problema ambiental detectado por eles na visita de campo.

5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre outras situações do dia a dia nas quais as medidas mitigadoras só devem ser sugeridas após a análise e o conhecimento de todo o problema detectado.

Destino dos resíduos

- Essa atividade investigativa não gera nenhum tipo de resíduo.

Páginas 46 a 51

BNCC EM DESTAQUE

- A temática abordada nas páginas **50** e **51** favorece o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**, pois enfatiza a importância do uso de tecnologias no monitoramento da fauna e da flora.

- Aproveite para trabalhar a mobilidade sustentável fazendo um levantamento entre os estudantes. Divida a lousa em quatro colunas: transporte público, a pé/bicicleta, transporte escolar particular e carro particular. Peça a eles que respondam qual é o meio de transporte utilizado para irem e voltarem da escola. Após as respostas, faça a contagem e discuta sobre o resultado com os estudantes. Pergunte se os meios de transporte escolhidos são sustentáveis quanto às fontes de energia, à emissão de poluentes atmosféricos e à quantidade de pessoas transportadas de uma só vez. Em seguida, peça que avaliem o uso de veículos no município. Pergunte sobre a quantidade de pessoas em cada veículo, os veículos de transporte de carga e a quantidade de pessoas se locomovendo de bicicleta. Questione se há incentivo dos governantes locais para que a população utilize meios de transporte menos poluentes, se os veículos de transporte público são movidos a biocombustíveis ou energia elétrica, se há ciclovias e sinalização adequada para pedestres e ciclistas, entre outros fatores. Permita que conversem sobre o que poderia ser melhorado no município quanto à mobilidade para que se torne mais sustentável. Incentive a proposição de soluções para os problemas.
- Se considerar interessante, apresente aos estudantes a Lei n.º 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que dispõe sobre a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 24 ago. 2020.

MODERNA

Página 46

BOXE COMPLEMENTAR

- Abordar a "pegada ecológica" é uma maneira de contabilizar os territórios produtivos. Ela é composta de carbono, áreas de cultivo, pastagens, florestas, áreas construídas, entre outros. Sendo assim, ela considera o consumo de produtos como carnes, peixes, fibras, vegetais, grãos e madeira. Explique aos estudantes que as sociedades mais industrializadas utilizam recursos de diferentes partes do planeta, o que aumenta sua pegada ecológica. No entanto, isso também leva à maior geração de resíduos causando impactos ambientais. Questione os estudantes se estaríamos atingindo o limite do planeta de se autorregular ou se esse limite já foi atingido.
- Após a leitura do texto sobre a pegada ecológica, questione os estudantes se podemos considerá-la uma ferramenta que ajuda a interpretar a realidade ou não. Averigue se eles percebem que a pegada ecológica, além de mostrar o modo como o ser humano se relaciona com o ambiente e os recursos naturais, também evidencia que o modo de vida atual pode ser prejudicial à biodiversidade. A análise crítica acerca das pegadas ecológicas pode evidenciar alguns problemas sociais, visto que há grandes desigualdades no acesso e na exploração dos recursos naturais.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 46.**
  - **a)** Resposta pessoal. É importante que os estudantes percebam que seu modo de vida causa impactos no ambiente direta ou indiretamente, uma vez que não sobrevivem sem a extração ou uso dos recursos naturais.
  - **b)** Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes analisem criticamente seus hábitos diários, com base em sua pegada ecológica, e identifiquem possíveis ações que têm impactos sobre o meio ambiente, mas poderiam ser substituídas por atitudes que ajudam a proteger a biodiversidade.

- Para abordar a sustentabilidade, diga aos estudantes que listem todas as atividades realizadas desde o momento em que acordaram. Peça que listem que recursos ou serviços foram utilizados (água, energia elétrica, entre outros). Oriente-os a calcular quantas embalagens utilizaram, incluindo até mesmo os sacos plásticos que ficam nas lixeiras. Diga para classificarem os alimentos de acordo com sua origem em animal ou vegetal. Em seguida, solicite que analisem se essas atitudes são sustentáveis ou não. Pergunte que tipo de mudanças é necessário para que tenham um modo de vida mais sustentável.
- Além dos resíduos apresentados na página **48**, o ser humano também é responsável pela geração de resíduos comerciais, públicos, industriais, agrícolas, hospitalares e de construção civil (entulhos), por exemplo. Explique que os resíduos são classificados em classes e cada uma tem uma destinação apropriada.

Classe	Tipos de resíduos	Destino
Resíduos de classe A	Infectantes, provenientes de hospitais e laboratórios, como materiais cirúrgicos, anatomopatológicos e perfurantes cortantes.	Devem ser tratados para serem descartados.
Resíduos de classe B	Químico, como medicamentos e resíduos químicos considerados perigosos.	Devem ser incinerados.
Resíduos de classe C	Radioativos.	Deve ser tratado com base na classificação e nas normas próprias de cada resíduo.
Resíduos de classe D	Resíduos comuns, como de limpeza, restos de alimentos e atividades comerciais.	São encaminhados para os aterros sanitários.
Resíduos de classe E	Perfurocortantes.	Devem ser tratados para serem descartados.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Leve os estudantes a um passeio pela escola e arredores a fim de avaliar a coleta de resíduos recicláveis e não recicláveis. Peça a eles que observem se os resíduos são separados pelos moradores.
- Organize-os em grupos de até seis estudantes e peça que elaborem uma entrevista para ser feita com os moradores.
- Solicite aos grupos que abordem os vizinhos e peçam autorização para entrevistá-los. Oriente-os a falar pausadamente e a questionar os motivos pelos quais separam ou não seus resíduos. Os estudantes devem questionar também sobre a qualidade dos serviços, como a limpeza pública e a coleta de resíduos recicláveis e não recicláveis.
- No retorno à sala de aula, peça aos estudantes que organizem suas entrevistas agrupando as respostas similares e façam sua contagem. Depois, peça a cada grupo que apresente à turma o que concluíram a respeito da coleta de resíduos. É importante que exponham suas ideias e discutam sobre elas. Em caso de apontamentos de problemas, peça aos estudantes que proponham soluções.
- Essa atividade possibilita a interação com os demais, a troca de ideias e favorece o desenvolvimento de uma consciência socioambiental e o exercício da empatia e do diálogo, trabalhando as **competências gerais 7** e **9**.

- Ao tratar de planejamento urbano na página **49**, acesse com os estudantes o *site* do *Memorial da democracia*. Disponível em: <http://memorialdademocracia.com.br/card/construcao-de-brasilia/2>. Acesso em: 24 ago. 2020. O planejamento e a construção de Brasília foram marcos na história da república brasileira. Desde sua criação por Lucio Costa, foi planejado que a cidade teria dois eixos, um residencial (Norte-Sul) e um monumental (Leste-Oeste). Hoje as regiões são chamadas "asas", mas no plano original lembravam uma cruz ou asas de um inseto, um pouco curvadas, como as de um avião.

EM MODERNA

- Diga que além das medidas do governo, existem entidades privadas sem fins lucrativos e organizações não governamentais que trabalham em parceria com as diferentes esferas de governo, incentivando e financiando projetos de proteção à biodiversidade. Para mais informações, acesse o *site* do *Fundo Brasileiro para a Biodiversidade* (Funbio). Disponível em: <https://www.funbio.org.br/programas-e-projetos/?t=1&select_pais=brasil&select_setor=Projetos%20Especiais>. Acesso em: 24 ago. 2020.

Página 49

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer a Agenda com os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável propostos para até 2030 pela ONU.
- Reconhecer a importância da sustentabilidade mundial para a manutenção dos recursos naturais e da biodiversidade.
- Discutir sobre os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030, analisando a atuação do Brasil para que estes sejam alcançados.

Orientações

- Para responder às questões, solicite aos estudantes que pesquisem sobre o assunto, de modo a colaborar para as reflexões propostas.
- Os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030 podem ser acessados no *site* da ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- Ao final da atividade, peça a cada grupo que elabore uma apresentação digital com as respostas e informações pesquisadas. Sugira *podcasts*, vídeos, apresentações multimídia ou, até mesmo, na forma de músicas, como o *rap*. Essas sugestões incentivam os jovens a divulgar suas ideias e seus conhecimentos por meio de ferramentas que fazem parte da **cultura juvenil**.
- É fundamental incentivar o uso de tecnologias de informação e comunicação na educação e também o uso de ritmos musicais e das diversas formas de arte em todas as atividades, sobretudo, nas atividades colaborativas. Esse tipo de trabalho favorece o desenvolvimento das **competências gerais 3** e **5**.
- Solicite que cada grupo apresente o material produzido aos colegas, de modo a promover uma discussão sobre o tema. Oriente os estudantes a argumentar suas opiniões e a respeitar aquelas que forem diferentes, contribuindo com o desenvolvimento da **competência geral 9**.

Respostas

a) O objetivo dessa questão é que os estudantes avaliem criticamente o cenário do país, tendo como base os objetivos estabelecidos pela ONU.

b) Resposta pessoal. O intuito dessa questão é que os estudantes se posicionem como cidadãos ativos e apresentem suas visões sobre as possíveis soluções para que o Brasil possa atingir os objetivos previstos pela ONU para se tornar um país sustentável.

c) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes avaliem criticamente o papel dos governantes diante da sustentabilidade e proteção da biodiversidade.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Para trabalhar os objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030 da ONU (Organização das Nações Unidas), organize os estudantes em duplas ou trios e aplique a estratégia *gallery walk*. Veja mais orientações a esse respeito na página **XXII** deste suplemento.
- Imprima os 17 objetivos apresentados nessa página e cole-os na parede da sala de aula. Peça aos estudantes que caminhem pela sala e conversem aleatoriamente com os colegas sobre cada um deles. Oriente-os a conversar sobre cada objetivo, se já foi atingido no Brasil ou se ainda está longe de ser alcançado, elencando as razões que impedem sua implementação.
- Nessa abordagem é importante que os estudantes emitam suas opiniões respeitando as dos colegas. É fundamental que eles analisem esses objetivos criticamente e se podem ser atingidos até 2030. A visão crítica sobre as questões ambientais possibilita o desenvolvimento da **competência geral 7**.
- Após a troca de ideias, coloque os estudantes em um círculo, formando uma mesa redonda. Questione as conclusões às quais chegaram e o que eles pensam sobre cada objetivo. Pergunte se consideram que algum dos objetivos demorará mais para ser alcançado e por quais razões.

- Explique aos estudantes que a Amazônia Legal, apresentada na página **50**, é uma área de atuação da Sudam (Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia) atual. Ela abrange 52 municípios de Rondônia, 22 do Acre, 62 do Amazonas, 15 de Roraima, 144 do Pará, 16 do Amapá, 139 do Tocantins, 181 do Maranhão e 141 do Mato Grosso. Essa área corresponde a mais de 58% do território nacional.
- O uso da tecnologia em favor da sustentabilidade e da biodiversidade pode ocorrer em várias áreas. Diga aos estudantes que a tecnologia pode ser empregada também na agricultura. É preciso lembrá-los de que as atividades agrícolas são responsáveis pela produção de alimentos para seres humanos e outros animais e de matéria-prima para os mais diversos produtos. Relembre os estudantes de que até mesmo os biocombustíveis podem ter origem vegetal. Como as atividades agrícolas demandam exploração de grandes áreas, causando inclusive o desmatamento, são necessárias mudanças nos processos de exploração, plantio e colheita. Aproveite para questioná-los sobre a importância da produção agrícola para a economia brasileira. Reforce que, diante da necessidade da produção de alimentos e formas alternativas de energia elétrica, a agricultura é fundamental para esses e outros setores essenciais às socieda-

MODERNA

des atuais. Dessa maneira, é primordial buscar maneiras de integrar a produtividade agrícola à sustentabilidade. Para mais informações sobre essa temática, acesse o artigo no *site* da *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (Embrapa). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1028545/1/AgriculturaSustentabilidadeeTecnologia.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

- Explique aos estudantes que o fato de a Amazônia não ser totalmente coberta por floresta e a pobreza de nutrientes têm sido usados como justificativa para seu uso agrícola, mas também para aqueles que afirmam que a área deve ser conservada, impedindo o desmatamento. Os que têm interesse agrícola alegam que o uso de fogo pode torná-la útil ao plantio por um período curto, visto que esse processo provoca elevação de nutrientes pela ação microbiológica. Entretanto, estudiosos têm comprovado que esse bioma é fundamental para a manutenção das condições climáticas no planeta, além de abrigar grande parte da biodiversidade e da água mundial. Peça aos estudantes que troquem ideias entre si sobre esse tema de grande relevância para a biodiversidade mundial. Dessa maneira, é possível desenvolver o senso crítico acerca dos problemas ambientais e levantar questionamentos sobre os que se dizem contra ou a favor da conservação da Amazônia. Essa discussão permite o desenvolvimento da **competência geral 7**.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 36

1. Espera-se que os estudantes comentem que, de modo geral, em todos os países apresentados se observa aumento populacional ao longo dos anos, sendo menos acentuado no Reino Unido e no Canadá e mais acentuado na Índia e na China. Em relação à emissão de poluentes, observa-se um aumento progressivo em países como Índia, China e Brasil, sendo mais acentuado no primeiro. Nos Estados Unidos e no Reino Unido, observa-se um aumento seguido de redução na emissão de poluentes, possivelmente em virtude de políticas de redução de emissão desses gases. O aumento observado na Nigéria é pouco representativo, quando comparado aos demais países apresentados. No caso do Canadá, o aumento mais expressivo ocorreu entre 1960 e 1980.
A escala do gráfico da população de alguns países impossibilita identificar a variação no número de habitantes da China e da Índia, a partir do valor de 1 bilhão de habitantes. Caso considere pertinente, comente com os estudantes sobre esses valores.
> China: ano 1980 - 1 bilhão de habitantes; ano 2000 - 1,29 bilhão de habitantes; ano 2010 - 1,37 bilhão de habitantes; ano 2018 - 1,93 bilhão de habitantes
> Índia: ano 2000 - 1,06 bilhão de habitantes; ano 2010 - 1,23 bilhão de habitantes; ano 2018 - 1,35 bilhão de habitantes.

2. Espera-se que os estudantes comentem que o aumento na emissão de gás carbônico está relacionado a diversas atividade humanas, como queima de combustíveis fósseis, no setor de transporte ou de geração de energia elétrica, e no aumento das queimadas.

3. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam criticamente a respeito do paradigma sociedade e meio ambiente e exponham suas opiniões e seus conhecimentos prévios sobre o tema.

4. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do que eles entendem como sustentabilidade.

Página 45

1. a) Espera-se que os estudantes reconheçam que foi utilizada a restauração com base no reflorestamento.

b) O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre a importância da cobertura vegetal. Espera-se que eles comentem que a cobertura vegetal ajuda a proteger os solos e, consequentemente, os corpos d'água, evitando, por exemplo, seu assoreamento, que prejudica a captação de água. Além disso, a vegetação contribui injetando umidade no ar atmosférico, essencial para o ciclo da água e para a ocorrência de chuvas. As raízes dos vegetais também ajudam na retenção de água no solo e no abastecimento de corpos d'água, uma vez que favorecem a infiltração de água no solo, evitando seu escoamento.

c) Espera-se que os estudantes comentem que o plantio de árvores restabelece o papel da floresta na área. Nesse caso, mais umidade é injetada na atmosfera terrestre, por meio da evapotranspiração, e mais água fica retida no solo, pois sua infiltração é favorecida pelas raízes. Essas condições protegem e alimentam os corpos d'água superficiais e subterrâneos, auxiliando na captação de água para abastecimento humano.

d) As Unidades de Conservação, além de serem legalmente protegidas, apresentam uma série de medidas que visam cumprir objetivos como a conservação da biodiversidade por meio de ações sustentáveis.

e) Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois na categoria de Parque Nacional estão previstas atividades como pesquisas científicas, turismo ecológico e atividades recreativas.

2. Soma: 02 + 08 + 16 = 26

01 - Incorreta. A comunidade clímax é aquela atingida na última etapa da sucessão ecológica. Uma plantação não envolve esse processo natural de sucessão de espécies, tampouco apresenta variedade de espécies, hábitats e nichos ecológicos, como na comunidade clímax.

04 - Incorreta. O clímax refere-se ao estágio terminal da sucessão ecológica, ou seja, quando os estágios dessas sucessões atingem a maturidade. Nesse estágio, diferentemente do aumento do número de espécies e da biomassa, que ocorre durante o processo de sucessão ecológica, a biomassa torna-se estável.

3. Alternativa **a**. O desmatamento e a degradação ambiental levam à fragmentação da vegetação. Isso impacta diretamente a fauna local e também a flora, pois os animais podem atuar na dispersão de sementes. Os corredores

MODERNA

ecológicos visam reduzir os impactos da fragmentação dos ecossistemas. Para isso, é necessário estudar a área para promover o fluxo de animais, aumentando a vegetação. Isso permite o fluxo de espécies entre os fragmentos florestais. Além disso, também é necessário amenizar os impactos das atividades humanas no corredor e seus arredores.

Página 46

1. Espera-se que os estudantes comentem que essas atitudes ajudam a reduzir a emissão de poluentes na atmosfera terrestre e, consequentemente, auxiliam no controle do processo de intensificação do efeito estufa natural e nas alterações climáticas, como o aquecimento global.

2. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre o tema, baseando-se em seus conhecimentos prévios e no que estudaram até o momento na unidade.

3. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre as possibilidades de sustentabilidade para o futuro do Brasil.

4. Resposta pessoal. Essa questão visa à reflexão dos estudantes e possibilita uma avaliação crítica dos próprios hábitos.

Página 50

7. Espera-se que os estudantes comentem que, entre os anos de 1990 e 2005, foi observado um aumento progressivo desse tipo de atividade. Entre os anos de 2010 e 2015, já se observa uma redução na taxa de desmatamento, a qual foi revertida, em 2019, quando se observa novo aumento.

8. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre a importância da tecnologia. Eles podem comentar que as imagens de satélite possibilitam observar em tempo real uma grande área e acompanhar sua degradação ou conservação. Isso, por sua vez, possibilita que haja intervenção antes que o problema se propague ou atinja proporções e prejuízos ainda maiores.

9. Espera-se que os estudantes respondam que possivelmente não, pois, enquanto as imagens de satélite permitem observar grandes áreas em tempo real, a ausência dessa tecnologia iria requerer mais tempo, esforço e ação direta do ser humano, o que poderia prejudicar a eficiência do monitoramento.

Página 52

1. a) O objetivo dessa questão é que os estudantes analisem e interpretem os dados do quadro. Espera-se que eles comentem que, de modo geral, o desmatamento desse bioma reduziu, mas, infelizmente, não cessou. Observa-se uma redução progressiva, de 1990 a 2011, intercalada por aumentos, como entre 2011 e 2013 e entre 2015 e 2016.

b) A atual área (20 milhões de hectares) representa, aproximadamente, 15% da área original. Essa drástica redução representa a destruição de grande parte dos hábitats e, consequentemente, perda de biodiversidade por causa da redução de disponibilidade de recursos e áreas para reprodução e abrigo.

131 500 000 hectares ———— 100%
20 000 000 hectares ———— x
$x \simeq 15{,}2\%$

c) Isso é possível por meio da restauração, visando restabelecer a vegetação e, consequentemente, as condições locais, favorecendo a manutenção e o retorno da fauna. Se achar conveniente, comente que, no caso da fauna, é possível a reintrodução de espécies nativas.

d) Os estudantes podem comentar que é necessário tornar mais rígidas as leis que impedem a devastação da vegetação nativa, propondo medidas sustentáveis para o uso desses locais, como implantar projetos de educação sobre a destinação adequada de resíduos produzidos pelos seres humanos, com a participação do poder público, como a implementação e ampliação de coleta seletiva. Também são necessários projetos de mobilidade urbana sustentável e conscientização da população quanto ao consumo consciente e à destinação adequada dos resíduos. Por parte dos governantes, também se faz essencial ampliar as áreas de conservação, fiscalizar os crimes ambientais e punir os responsáveis, além de ampliar as áreas de restauração, lançar medidas de educação da população e investir em atividades econômicas sustentáveis nos ambientes de vegetação nativa, evitando sua degradação por populações locais.

2. a) O uso desse sistema de captação de água ajuda a reduzir a captação desse recurso do ambiente. Já do ponto de vista social, as cisternas podem ajudar a reduzir o valor pago na fatura da água, uma vez que será aproveitada água da chuva para a irrigação. Além disso, em áreas que sofrem com longos períodos de estiagem e dificuldade de acesso à água, essa pode ser uma alternativa para a realização de algumas atividades, exceto para consumo humano e higienização de alimentos.

b) Espera-se que os estudantes citem a reutilização de pneus, nesse caso, para a construção de uma horta.

c) O objetivo dessa questão é aproximar o conteúdo trabalhado em sala de aula do dia a dia dos estudantes, levando-os a refletir sobre o estilo de vida deles e de seus familiares. Caso nenhum estudante da turma cite esse tipo de medida como habitual entre seus familiares, incentive-os a conversar com eles sobre esse assunto. Se possível, veja a possibilidade de desenvolver esse tipo de sistema de coleta de água na escola, por exemplo, com a participação dos estudantes.

3. Soma: 08 + 16 = 24

01 - Incorreta. O Protocolo de Kyoto está relacionado com a redução da emissão do gás carbônico para a atmosfera. A mineração está diretamente relacionada a outros tipos de problemas ambientais.

02 - Incorreta. A mineração também pode provocar a sedimentação dos rios, a remoção da vegetação e a evasão forçada dos animais silvestres, o que também interfere na biodiversidade.

04 - Incorreta. O solo da Amazônia é considerado pobre em nutrientes. As áreas mais férteis são encontradas nas margens dos rios.

MANUAL DO PROFESSOR

CAPÍTULO 4
Ácidos, bases e sais

Objetivos

- Compreender a formação da chuva ácida e propor soluções para reduzir esse problema.
- Compreender as definições de ácidos e bases de acordo com as teorias de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, aplicando-as para analisar as propriedades dos compostos inorgânicos.
- Relacionar os processos de ionização e de dissociação iônica com as propriedades dos compostos de Arrhenius.
- Equacionar as reações de neutralização.
- Caracterizar e classificar ácidos, bases e sais em meio aquoso.
- Compreender os diferentes usos dos ácidos, bases e sais.
- Compreender as regras de nomenclatura para ácidos, bases e sais.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 53 a 55

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**, pois permite avaliar os benefícios e os riscos ambientais, considerando a composição e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente, e da habilidade **EM13CNT105**, pois incentiva os estudantes a analisar os efeitos das interferências humanas nos ciclos biogeoquímicos e refletir sobre ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
- Além disso, os assuntos das páginas **53** e **54** também trabalham com os estudantes a importância de analisar a dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis, discutindo a necessidade de se introduzir alternativas, contribuindo para desenvolver a habilidade **EM13CNT309**.
- Na página **53**, a análise das ações da chuva ácida em um monumento e da influência da poluição na ocorrência da chuva ácida incentiva os estudantes a buscar explicações para fenômenos do cotidiano com base nos conhecimentos historicamente construídos, contribuindo para desenvolver a **competência geral 1**. Além disso, esse assunto está relacionado ao tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.
- A interpretação do trecho do texto científico apresentado na página **53** contribui para desenvolver a **competência geral 4**.

- Faça uma leitura das fotografias com os estudantes e, em seguida, peça que eles discutam, em duplas, as questões **1** e **2**. Solicite que compartilhem suas opiniões com o restante da sala.
- Durante a leitura do texto da página **53**, verifique se eles relacionam as emissões de dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2) na atmosfera à queima de combustíveis em veículos. Aproveite para promover uma discussão com os estudantes sobre a importância do aumento do uso de veículos elétricos e híbridos, levantando as vantagens e as desvantagens de cada um deles. É uma oportunidade também para discutir sobre possíveis alternativas à dependência do transporte de produtos por meio de veículos movidos a *diesel* e ao biodiesel.
- Verifique se os estudantes percebem que, por causa da presença do gás carbônico na atmosfera, a chuva é levemente ácida mesmo em ambientes não poluídos.
- Mostre as reações dos óxidos de enxofre na atmosfera com a formação dos ácidos sulfúrico (H_2SO_4) e sulfuroso (H_2SO_3). Explique que esses ácidos se dissolvem na umidade do ar e, quando ocorrem as precipitações, eles chegam ao solo com a água da chuva.
- Apresente as reações dos óxidos de nitrogênio na atmosfera que levam à formação dos ácidos nítrico (HNO_3) e nitroso (HNO_2). Explique a eles que, da mesma forma que os ácidos que contêm átomos de enxofre (S), esses ácidos se dissolvem na água da chuva. Comente com os estudantes que os óxidos serão o assunto do próximo capítulo.
- Apresente as fontes desses óxidos. Explique aos estudantes que, apesar de se formarem óxidos de nitrogênio na atmosfera com a ocorrência de raios, não se trata de uma quantidade que modifique de forma relevante a acidez da chuva.
- Comente com os estudantes que os poluentes atmosféricos são carregados pelo vento, o que faz o problema da chuva ácida atingir regiões distantes do local onde esses poluentes são gerados.
- Acesse com os estudantes o *site* do *Ministério do Meio Ambiente*, que apresenta outros poluentes atmosféricos e algumas de suas características. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html#Aldeidos>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BNCC EM DESTAQUE

- O boxe **Trocando ideias** da página **54** incentiva os estudantes a respeitar as opiniões dos colegas e desenvolve a empatia, trabalhando a **competência geral 9**. Além disso, ele contribui para desenvolver as **competências gerais 5**, **7** e **9**, pois incentiva-os a argumentar e discutir com base em fatos e informações confiáveis e utilizar tecnologias digitais para divulgar informações.
- A abordagem desse boxe também colabora para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302**, pois permite comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises e pesquisas, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

EM IMPRENSA

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Reconhecer que todas as pessoas podem contribuir para a redução da chuva ácida por meio de mudanças de hábitos que ajudem a reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera.
- Aplicar o conhecimento científico em situações do cotidiano.
- Elaborar materiais de divulgação digitais.

Orientações

- Inicie a atividade solicitando aos estudantes que formem grupos de cinco integrantes.
- Solicite que pesquisem medidas que os governantes poderiam tomar para melhorar a qualidade dos combustíveis e reduzir a circulação de veículos movidos a combustíveis fósseis. Você pode ajudá-los sugerindo fontes de pesquisa confiáveis e discutindo em conjunto com a sala aspectos que devem ser abordados no material que será disponibilizado para a comunidade.
- Em seguida, peça a cada grupo que pesquise e discuta sobre o que as pessoas podem fazer para reduzir o uso de veículos movidos a combustíveis fósseis.
- Por fim, peça que escolham uma ferramenta digital para divulgar as informações discutidas.
- Essa atividade aproxima os conteúdos científicos do cotidiano dos jovens, relacionando a escola a aspectos das **culturas juvenis**.

Resposta

- Os estudantes podem citar o uso de transporte coletivo e o desestímulo ao transporte individual; a construção de veículos que contenham filtros e catalisadores que impeçam a emissão dos gases tóxicos; a implementação de técnicas agrícolas que diminuam o uso de fertilizantes nitrogenados.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- O município de Cubatão, no litoral de São Paulo, sofreu por décadas os problemas da poluição gerada pelo seu polo industrial. Um desses problemas é a chuva ácida. Acesse a reportagem do *site* da *BBC* disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-39186927>. Acesso em: 20 ago. 2020. Ela traz informações sobre como a chuva ácida foi enfrentada e como a poluição foi controlada no início deste século. No entanto, ainda ocorrem esporadicamente episódios de chuvas ácidas na região.
- Após a leitura da reportagem, promova uma discussão sobre a importância do protagonismo das pessoas em avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da Ciência ao buscar alternativas aos desafios do mundo contemporâneo. Incentive os estudantes a utilizar recursos do universo das **culturas juvenis** para divulgarem as conclusões desse debate, como *podcasts*, *blogs*, *vlogs*, entre outros.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida anteriormente contribui para desenvolver as **competências gerais 5**, **7** e **9**, pois incentiva os estudantes a argumentar e discutir com base em fatos e informações confiáveis e utilizar tecnologias digitais para divulgar informações, além de desenvolver a empatia.

- Antes de iniciar a discussão sobre ácidos e bases de Arrhenius, na página **55**, faça uma breve revisão com os estudantes sobre íons (cátions e ânions) e substâncias iônicas e covalentes. Relembre que íons são espécies químicas com excesso ou déficit de elétrons, ânions e cátions, respectivamente. Os íons formam substâncias iônicas. Já as substâncias covalentes são formadas por átomos que se ligam a partir de ligações covalentes. Ambos podem ser eletrólitos.
- Comente que eletrólitos são compostos capazes de conduzir corrente elétrica quando apresentam íons livres, seja em meio aquoso ou fundido. Relembre aos estudantes que compostos iônicos apresentam íons "presos" numa rede cristalina. Em meio aquoso, esses compostos liberam os íons que já existiam, em um processo chamado dissociação.
- Apresente a definição de Arrhenius para ácidos e bases. Equacione na lousa as reações de ionização do ácido nítrico (HNO_3) formando os cátions H^+ ou H_3O^+. Explique que elas são equivalentes e que ambas devem ser conhecidas, pois podem ser usadas em diferentes situações.
- Em seguida, equacione na lousa a reação de dissociação iônica do hidróxido de potássio (KOH).
- Comente com os estudantes que a teoria de Arrhenius vai além da explicação das definições de ácidos e bases. A teoria da dissociação de Arrhenius explica como íons, de forma geral, são formados por algumas substâncias quando dissolvidas em água. A teoria da dissociação eletrolítica de Arrhenius afirma que, quando uma substância se dissolve em água, ela vai se dividindo em partículas menores. Em alguns casos, essa divisão fica no nível molecular, em que as moléculas ficam solvatadas pela água (ex.: solução de sacarose). Essas soluções não conduzem corrente elétrica. Em outros casos, a divisão vai além das moléculas; estas dividem-se em partículas ainda menores, com carga elétrica, denominadas íons (seja a partir de retículos cristalinos ou a partir de moléculas que formam íons). Nesses casos, a solução conduz corrente elétrica.
- Apresente a teoria de Brønsted-Lowry para ácidos e bases. Explique que nessa teoria uma substância é classificada em ácido ou base de acordo com a forma como ela participa de uma reação química. Na teoria de Brønsted-Lowry não é possível classificar uma substância isoladamente como ácido ou base.

MODERNA

- Explique a teoria de Lewis para ácidos e bases mostrando que ela traz um conceito mais abrangente que a teoria de Brønsted-Lowry. Apresente os exemplos do **Livro do estudante**.
- Explique que muitos ácidos que contêm mais de um hidrogênio (H) sofrem ionização em etapas. Escreva na lousa as etapas da ionização do ácido sulfúrico. Explique aos estudantes que, no caso do ácido fosfórico (H_3PO_4), a ionização tem três etapas por ele possuir três átomos de hidrogênio ionizáveis na molécula.

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das teorias de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis para ácidos e bases contribui para desenvolver a **competência geral 1**, incentivando os estudantes a perceber que o conhecimento científico é uma construção humana.

Páginas 56 e 57

- Ao iniciar a abordagem sobre ácidos, na página **56**, peça aos estudantes que citem exemplos de substâncias e materiais que eles acham que sejam ou que apresentem ácidos em sua composição, incluindo alimentos. Eles podem citar alimentos como laranja (ácido ascórbico, $C_6H_8O_6$), uva (ácido tartárico, $C_4H_6O_6$), maçã (ácido málico, $C_4H_6O_5$), limão (ácido cítrico, $C_6H_8O_7$), vinagre (ácido acético, $C_2H_4O_2$), azeite (ácido oleico, $C_{18}H_{34}O_2$), leite (ácido lático, $C_3H_6O_3$), entre outros. Anote na lousa os alimentos e compostos citados pelos estudantes. Caso citem exemplos que não sejam ácidos, anote no canto da lousa e, após a leitura da página **56**, retome a discussão sobre a classificação desses compostos.
- Apresente a classificação dos ácidos em hidrácidos e oxiácidos e comente que essa classificação será usada ao dar os nomes e ao analisar a força dos ácidos.
- Inicie a apresentação das regras de nomenclatura pelos hidrácidos. Leia com os estudantes os exemplos, mostrando que eles apresentam o mesmo sufixo.
- Apresente as regras de nomenclatura para os oxiácidos. Para os elementos químicos que formam mais de um oxiácido, relembre como é feito o cálculo do NOX do elemento central.
- Se julgar conveniente, aborde com os estudantes o conceito de força de ácidos. Peça que expressem seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Eles provavelmente associarão a força de um ácido com a capacidade de corroer. Explique que essa associação é quase sempre correta, pois ela não depende apenas do ácido em si, mas também da sua concentração. Relacione esse fato com a quantidade de íons H^+ liberados em solução. Quanto mais íons H^+ em solução, maior capacidade corrosiva terá o ácido. Veja a seguir uma abordagem para esse assunto.
- Comente com os estudantes que geralmente as pessoas associam a palavra ácido a produtos perigosos, no entanto, muitos estão presentes em alimentos que consumimos e não causam qualquer problema ao ser humano. São os ácidos fracos. O ácido cítrico presente em frutas como a laranja, o limão e o abacaxi é um exemplo.
- Para avaliar a força de um ácido, devemos analisar o seu **grau de ionização**. O grau de ionização (α) de um eletrólito (ácidos e bases, por exemplo) é definido como:

$$\alpha = \frac{\text{quantidade de mols dissociados ou ionizados}}{\text{quantidade inicial de mols}}$$

- Comente que, se um ácido possui grau de ionização igual a 0,5 ou 50%, significa que metade das suas moléculas em solução sofre ionização e os outros 50% mantêm a ligação entre o hidrogênio e o seu ânion.
- A força do ácido é diretamente proporcional ao seu grau de ionização. Quanto mais alto é o grau de ionização, mais forte é o ácido. Apresente a eles o quadro abaixo.

Grau de ionização (α)	Classificação quanto à força	Exemplos
maior que 0,5	forte	HCl, H_2SO_4
entre 0,05 e 0,5	moderado	HF, H_3PO_4
menor que 0,05	fraco	HCN, H_2CO_3

- Comente com os estudantes que, para os oxiácidos inorgânicos, há uma regra prática que permite prever a força de um ácido. Faça a subtração do número de átomos de hidrogênio ionizáveis do número de átomos de oxigênio. Se o resultado for 2 ou 3, será um ácido forte; 1, será um ácido moderado; 0, será um ácido fraco. Veja os exemplos:
  - Ácido perclórico ($HClO_4$): $4 - 1 = 3$ (ácido forte)
  - Ácido sulfúrico (H_2SO_4): $4 - 2 = 2$ (ácido forte)
  - Ácido fosfórico (H_3PO_4): $4 - 3 = 1$ (ácido moderado)
  - Ácido bórico (H_3BO_3): $3 - 3 = 0$ (ácido fraco)
- Uma exceção importante a essa regra é o ácido carbônico (H_2CO_3). Apesar de apresentar resultado igual a 1, trata-se de um ácido fraco.
- Explique que o grau de ionização pode ser apresentado na forma de número decimal ou porcentagem. O resultado obtido utilizando a fórmula será em número decimal e deve ser multiplicado por 100 para que se obtenha a porcentagem.

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **57** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, pois permite analisar as propriedades de alguns ácidos para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações e seu uso de forma segura.

MODERNA

METODOLOGIAS ATIVAS

- Utilizando a estratégia da sala de aula invertida, peça aos estudantes que leiam em casa sobre os principais ácidos e suas aplicações. Eles devem pesquisar sobre esses compostos e complementar as informações trazidas no livro. Na aula seguinte, reúna-os em grupos e peça que eles compartilhem as informações pesquisadas; ao final da aula, cada grupo fará uma breve exposição sobre as informações encontradas. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XIX** deste suplemento.

Páginas 58 e 59

- Ao iniciar a abordagem sobre bases, na página **58**, peça aos estudantes que citem exemplos de substâncias ou materiais que eles acham que sejam ou que apresentem bases em sua composição. Eles podem citar sabonetes, sabão em barra, detergentes, entre outros. Anote na lousa os alimentos e compostos citados por eles.
- Exponha aos estudantes as características das bases de Arrhenius. Escreva na lousa exemplos de algumas fórmulas de bases, para que eles percebam que todas apresentam o grupo hidroxila (OH^-).
- Equacione na lousa as reações de dissociação iônica das bases. Lembre os estudantes que há uma ligação iônica entre os cátions e as hidroxilas que formam as bases. Alerte-os para que fiquem atentos ao balanceamento da reação ao equacionar as dissociações de bases com mais de uma hidroxila.

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **59** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, pois permite analisar as propriedades de algumas bases para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações e seu uso de forma segura.

- Apresente a regra de nomenclatura para as bases. Mostre inicialmente a nomenclatura para cátions que possuem apenas uma valência e, em seguida, para aqueles que possuem mais de uma valência.
- Use alguns exemplos de nomes de bases e mostre aos estudantes como é possível montar as suas fórmulas a partir do nome.
- Comente com os estudantes que, como ocorre com os ácidos, a força de uma base é definida de acordo com o seu grau de dissociação (α).

  As bases fortes possuem grau de dissociação próximo de 100%. Isso ocorre com as bases de metais alcalinos, como NaOH e KOH, e de metais alcalino-terrosos, como $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$ etc. O hidróxido de magnésio $(Mg(OH)_2)$ é uma exceção, pois trata-se de uma base fraca.

  As bases fracas são aquelas com grau de dissociação inferior a 5%. São bases fracas o caso do hidróxido de amônio $(NH_4(OH))$ e dos hidróxidos dos metais em geral, excluídos os metais alcalinos e alcalino-terrosos.

Páginas 60 e 61

- Levante os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o termo "sal". Certamente eles citarão o cloreto de sódio $(NaCl)$, e talvez alguns conheçam outros exemplos. Explique a eles que esse termo designa não apenas uma substância, mas sim um grupo de substâncias, que inclui o cloreto de sódio. Uma forma de deixar clara essa diferença é nos referirmos ao cloreto de sódio como sal de cozinha.
- Leia com os estudantes os três primeiros parágrafos que mostram as aplicações do carbonato de cálcio $(CaCO_3)$. Explique para eles que também se trata de um sal e que é possível definir os sais de Arrhenius como substâncias que são produto de uma reação de neutralização entre um ácido e uma base.
- Escreva na lousa a reação de neutralização entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio. Mostre, passo a passo, que o ácido pode ionizar e a base pode se dissociar formando, cada um deles, um cátion e um ânion. Mostre que o ânion do ácido e o cátion da base se unem e formam um sal enquanto os íons hidrogênio e hidroxila formam água.
- Mostre aos estudantes que podemos então generalizar o que ocorre numa reação de neutralização: variando o ânion do ácido e o cátion da base, pode-se formar vários sais. E os íons hidrogênio e hidroxila sempre formarão moléculas de água.
- Explique que apesar de os sais serem obtidos por uma reação chamada neutralização, nem sempre as soluções aquosas dos sais são neutras, como foi visto nas características do carbonato de cálcio.
- Explique, por meio das reações de neutralização, como podemos prever se uma solução aquosa de um sal é ácida, básica ou neutra. Para isso, escreva na lousa o quadro a seguir.

Ácido forte + base fraca	Sal ácido
Ácido fraco + base forte	Sal básico
Ácido fraco + base fraca	Sal neutro
Ácido forte + base forte	Sal neutro

Página 61

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **61** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, pois permite analisar as propriedades de alguns sais e avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações e seu uso de forma segura.

- Apresente a nomenclatura dos sais utilizando a regra de substituição do sufixo do nome dos ácidos correspondentes. Forneça exemplos para cátions com apenas uma valência. Em seguida, indique exemplos para cátions com mais de uma valência.

MODERNA

- Use alguns exemplos de nomes de sais e mostre aos estudantes como é possível montar as suas fórmulas a partir do nome, apresentando os principais sais e suas aplicações.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Alguns compostos estudados nesse capítulo estão entre os mais utilizados na indústria química, sejam produtos ou matérias-primas. Usando a metodologia de seminários, divida a sala em quatro grupos e peça que façam apresentações sobre os temas a seguir.
  - > A produção de cimento e a sua contribuição para o aquecimento global.
  - > A importância social, econômica e tecnológica da indústria de cloro-soda e seus principais produtos.
  - > As emissões de enxofre no Brasil e as formas de contornar esse problema.
  - > Os efeitos do uso dos fertilizantes do tipo NPK sobre o ambiente.
- Veja mais orientações sobre os seminários na página **XXI** deste suplemento.
- Peça também que eles preparem um resumo das informações de forma esquemática, para que possa ser publicado no *blog* da sala ou nas redes sociais, contribuindo para desenvolver a comunicação científica por meio de ferramentas das **culturas juvenis**.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida na seção **Investigue** incentiva os estudantes a pesquisar informações científicas para a montagem de um indicador ácido e base, contribuindo para desenvolver as **competências gerais 1** e **2**. Além disso, contribui para que eles trabalhem em grupo, desenvolvendo a empatia e a solução de problemas de forma conjunta, desenvolvendo a **competência geral 9**.

Página 62

INVESTIGUE

Objetivos

- Preparar uma solução indicadora ácido-base, utilizando partes de plantas.
- Verificar a acidez e a basicidade de alguns materiais do cotidiano.
- Comprovar a eficácia da solução indicadora produzida.
- Elaborar uma escala de acidez com a solução indicadora.

Orientações

- Explique aos estudantes sobre a variedade de tipos de solos e como eles estão relacionados com características ácidas e básicas dos seus nutrientes.
- Comente com os estudantes que questões relativas à acidez e à basicidade dos materiais são importantes em diversas situações, como a influência que isso pode ter na agricultura.
- Esclareça aos estudantes que o controle da acidez é um dos fatores mais importantes para o cultivo do solo, pois a planta só irá absorver os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento se houver condições propícias para isso no solo. Em geral, a acidez elevada do solo prejudica a absorção de ferro e nitrogênio pela planta, fazendo que suas folhas fiquem amareladas; já um solo muito básico prejudica a disponibilidade de micronutrientes para a planta, provocando maior incidência de doenças.
- Comente que um dos métodos utilizado na agricultura para a correção da acidez do solo é o processo denominado calagem, que consiste na adição de materiais que têm em sua composição carbonato de cálcio, carbonato de magnésio ($MgCO_3$), óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO). Esse processo também repõe no solo nutrientes minerais como cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Respostas das questões de contextualização

a) Antes do plantio de qualquer cultura, é necessário que o responsável (agricultor ou engenheiro agrônomo) faça uma análise química do solo para saber quais nutrientes existem ali e se estes lhe conferem característica ácida ou básica. Essas informações têm influência direta na escolha da planta que será cultivada ou em possíveis manejos que deverão ser feitos no solo para correção da acidez ou basicidade.

b) Comente com os estudantes que podem ser utilizados diferentes métodos como soluções indicadoras naturais ou artificiais, papéis indicadores e peagômetro.

c) As hortênsias azuis são as mais frequentes por causa da acidez da maioria dos solos brasileiros.

- Nesta investigação será preparada uma solução indicadora de ácido-base a partir de um extrato vegetal e verificada sua eficácia na identificação do caráter ácido ou básico de alguns materiais do cotidiano. A mudança na coloração do extrato vegetal foi um dos critérios utilizados pelo químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) na classificação dos materiais, como ácidos ou básicos.
- Essa atividade incentiva os estudantes a aplicar etapas do **pensamento computacional** para elaborar um roteiro de investigação. As questões sugeridas na página contribuem para que eles organizem essas etapas.
- Peça aos estudantes que anotem todas as etapas realizadas durante a investigação, como a escolha dos materiais, o preparo das soluções, os métodos utilizados, a observação e coletas de dados, a limpeza dos objetos utilizados e o descarte correto dos resíduos.

MODERNA

- Durante a execução da atividade, oriente-os a solicitar a ajuda de um responsável para a execução de etapas que envolvam objetos cortantes, nocivos ou que necessitam de aquecimento.
- Incentive-os a anotar todas as observações e dúvidas que surgirem no decorrer da realização da atividade, para que possam ser pesquisadas e respondidas posteriormente.
- Veja a seguir uma sugestão do preparo de uma solução indicadora de ácido-base a partir do extrato de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e materiais que podem ser utilizados para verificar a eficácia do indicador preparado.

Materiais

- polpa de açaí
- etanol (70%)
- filtro de papel
- frasco escuro (âmbar)
- copos plásticos transparentes
- colher de chá
- caneta marcador permanente
- suco de limão
- vinagre
- leite
- hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$)
- água sanitária

Procedimentos

a) Dilua cerca de 100 g de polpa de açaí em 200 mL de etanol 70%.

b) Com o filtro de papel, coe o extrato de açaí, armazenando o filtrado em um frasco escuro.

c) Para o preparo das amostras de teste, realize o seguinte procedimento: em um copo plástico transparente, coloque uma colher de chá ($\simeq$ 5 mL) da amostra, duas colheres de chá ($\simeq$ 10 mL) de água e misture. Escreva com a caneta marcador permanente o nome da amostra utilizada no copo.

Não utilize a mesma colher no preparo das amostras de teste. Caso seja necessário, lave-a antes de preparar uma nova amostra.

d) Realize os procedimentos descritos na etapa **c** para todos os materiais que serão testados. Sugestões: suco de limão, vinagre, leite, hidrogenocarbonato de sódio e água sanitária.

e) Após o preparo das soluções testes, adicione em cada um dos copos uma colher do extrato de açaí.

Caso não ocorra mudança na coloração da solução, adicione mais extrato de açaí na amostra.

f) Observe as alterações na coloração da solução e anote os resultados.

- Durante a execução da proposta de investigação, sugerimos que o professor continue atuando como orientador, incentivando os estudantes a encontrar soluções para os problemas e dúvidas que aparecerem.
- Auxilie-os nos materiais de pesquisa que podem ser utilizados como referenciais teóricos.
- Oriente os estudantes a escrever um roteiro de experimento com as informações de maneira clara e objetiva, apresentando suas observações e os resultados obtidos no decorrer da investigação.
- Caso seja possível utilize um peagâmetro ou papel indicador universal, para verificar o pH das amostras analisadas; se não for possível, auxilie-os a pesquisar o valor de pH aproximado das amostras.

Veja a seguir sugestões de respostas para as questões.

Respostas para as questões

1. Espera-se que durante a investigação os estudantes percebam que os materiais com pH $<$ 7,0 são classificados como ácidos, os com pH $>$ 7,0 são básicos, e os neutros apresentam pH $=$ 7,0. Para as amostras sugeridas, suco de limão, vinagre e leite são ácidas, enquanto hidrogenocarbonato de sódio e água sanitária são básicas.

2. Resposta pessoal. Para o extrato de açaí, as substâncias responsáveis pelas mudanças de cores observadas são as antocianinas, responsáveis pelas colorações azul, vermelha e roxa de diversos tecidos vegetais, inclusive flores e frutos.

3. Resposta pessoal. Os estudantes podem responder: repolho roxo, beterraba, uva, jabuticaba, amora e flores de pétalas coloridas, como as flores de quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), azaleia (*Rododhendron simsii*), terramicina (*Alternanthera brasiliana*), hera-roxa (*Hemigraphis alternata*), e trapoeraba-roxa (*Tradescantia pallida var. purpurea*).

Destino dos resíduos

- Os restos de plantas e alimentos podem ser descartados em lixo orgânico ou utilizados como adubo em uma horta. Os copos plásticos, após serem limpos, podem ser descartados em lixo reciclável ou guardados para reutilização em outras atividades práticas. As soluções testadas podem ser diluídas em água e descartadas na pia.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 63 e 64

1. Alternativa **a**. SO_2 é um óxido ácido e, assim, reage com a água formando ácidos. Dessa forma, a emissão de SO_2 contribui para a ocorrência de chuva ácida.

2. Alternativa **a**. O SO_2 liberado reage com o gás oxigênio do ar e forma SO_3 que, em contato com a água presente na atmosfera, gera H_2SO_4, que é um ácido forte, gerando o que chamamos de chuva ácida.

3. Soma: 01 + 08 = 09

01 - Verdadeira.

02 - Incorreta. $HClO_3$ é o ácido clórico.

MOBRA

04 - Incorreta. HClO é o ácido hipocloroso.

08 - Verdadeira.

16 - Incorreta. HNO_2 é o ácido nitroso.

4. Alternativa **a**. O carvão fóssil contém enxofre, produzindo SO_2 na sua queima.

7. Segundo Arrhenius, ácido é o material que, em água, apresenta capacidade de liberar o cátion hidrogênio (H^+) e formar o cátion oxônio (H_3O^+). Base é o material que, em água, apresenta capacidade de liberar ânion hidroxila (OH^-). Sal é produto de uma reação de neutralização entre um ácido e uma base.

13. Alternativa **a**. De acordo com a reação química, o gás liberado foi o hidrogênio (H_2).

$$2\,Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow H_2(g) + 2\,NaOH(aq)$$

14. Alternativa **a**. Sulfeto de cálcio (CaS).

$$H_2S(g) + Ca(OH)_2(s) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + CaS(aq)$$

15. Alternativa **b**. $H_2SO_4\,(aq) \xrightarrow{H_2O} 2\,H^+(aq) + SO_4{}^{2-}(aq)$

16. Alternativa **a**. As substâncias **1** com **3** e **2** com **4** são pares ácidos com bases conjugadas, respectivamente. Portanto, **1** e **4** são ácidos, enquanto **2** e **3** são bases.

CAPÍTULO 5
Óxidos

Objetivos

- Reconhecer a importância dos corais para a manutenção da vida marinha.
- Conceituar óxido.
- Classificar os óxidos quanto ao tipo de ligação que ocorre entre seus átomos.
- Classificar os óxidos de acordo com suas propriedades químicas.
- Nomear os óxidos.
- Conhecer as aplicações de alguns óxidos no dia a dia.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Página 65

BNCC EM DESTAQUE

- Essa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**, pois avalia os benefícios e os riscos ao ambiente, considerando a composição e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, com posicionamento crítico e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos. Também desenvolve a habilidade **EM13CNT105**, pois permite analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
- A abordagem das causas do branqueamento dos corais está relacionada ao tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, além de contribuir para desenvolver a **competência geral 7**, pois incentiva os estudantes a argumentar com base em informações confiáveis para defender ideias que respeitem e promovam a consciência socioambiental.

- Explique aos estudantes o que são os corais e qual a sua importância para a vida marinha. Em seguida, leia com eles o infográfico sobre o branqueamento dos corais.
- Explique a diferença entre o que chamamos de efeito estufa e o aquecimento global. Mostre à turma que alguns gases responsáveis por esse processo de aquecimento são óxidos.
- Inicie a abordagem da página **65** comentando com os estudantes que a parte sólida do planeta Terra, a litosfera, é formada por um grande número de compostos, dos quais se destacam os óxidos – desses, muitos são gases poluentes na atmosfera –, além da água (H_2O), que compõe a hidrosfera.
- Peça aos estudantes que observem as fórmulas químicas dos compostos apresentados no final da página **65** e citem o que esses compostos têm em comum. Verifique se eles percebem que todos contêm o elemento químico oxigênio (O).
- Enfatize que não basta ter átomos de oxigênio para que um composto seja classificado como óxido. Tome como exemplo o difluoreto de oxigênio (OF_2) e o difluoreto de dioxigênio (O_2F_2), que não são óxidos, pois o elemento químico flúor (F) nesses compostos é mais eletronegativo do que o oxigênio.
- Explique à turma que, nos óxidos, o átomo de oxigênio geralmente tem carga igual a $2-$. Assim, a fórmula geral de um óxido pode ser dada por:

$$E^{x+}O^{y-} \Rightarrow E_yO_x$$

em que:

> $x+$ é a carga associada ao elemento químico mais eletropositivo;

> $y-$ é a carga associada ao elemento químico oxigênio.

Escreva na lousa alguns exemplos de compostos binários que são óxidos:

> $Li^{1+} + O^{2-} \Rightarrow Li_2O_1 \therefore Li_2O$

> $Ca^{2+} + O^{2-} \Rightarrow Ca_2O_2 \therefore CaO$

> $P^{5+} + O^{2-} \Rightarrow P_2O_5$

> $I^{7+} + O^{2-} \Rightarrow I_2O_7$

- Escreva também as reações que representam o processo de acidificação do oceano e a formação do carbonato de cálcio $(CaCO_3)$ nas conchas dos organismos marinhos.

MODERNA

- Além do branqueamento dos corais (página **65**), a emissão excessiva de dióxido de carbono (CO_2) tem outro efeito prejudicial, que compromete não apenas a integridade dos corais, como também de outros seres vivos marinhos, como aqueles dotados de conchas. Esse efeito é a acidificação dos oceanos, que, embora não tão comentada quanto a intensificação do efeito estufa, também é preocupante e apresenta graves efeitos ambientais.

  Embora as plantas terrestres sejam as responsáveis por absorver a maior parte do CO_2 da atmosfera terrestre, esse gás também é absorvido em grande quantidade pelos oceanos. O que ocorrerá quando os oceanos esgotarem sua capacidade de reter? Além de danos associados à sua acidificação, isso significa mais CO_2 livre na atmosfera terrestre, o que, aliado à crescente emissão desse gás por atividades humanas e remoção de coberturas vegetais, será certamente desastroso.

  De acordo com dados de pesquisas realizadas no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), quando comparado com o início da Revolução Industrial, o pH dos oceanos sofreu uma queda de 0,2 unidade, estando atualmente com 8,1. Pode parecer pouco, mas considerando que o pH é apresentado em escala logarítmica, isso representa um aumento de acidez de aproximadamente 30%.

  A presença do gás carbônico nos oceanos, prejudica o processo de formação de conchas e exoesqueletos, compostos por carbonato de cálcio.

- Apresente as informações a seguir aos estudantes, escrevendo as reações químicas na lousa.

  > O dióxido de carbono reage com a água do oceano, formando os íons hidrogênio $\left(H^+\right)$ e hidrogenocarbonato $\left(HCO_3^-\right)$:

  $$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

  > A formação do carbonato de cálcio que compõe a concha e o exoesqueleto de vários organismos marinhos é representada pela reação:

  $$CaO(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$$

  > O íon H^+ reage com íon carbonato CO_3^{2-}, formando o íon hidrogenocarbonato:

  $$H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq)$$

- Essa reação provoca a diminuição da disponibilidade do íon carbonato na água. Como consequência, ocorre a dissolução do carbonato de cálcio, dificultando sua formação em novos organismos. Portanto, o aumento da acidez da água dos oceanos prejudica os corais e a vida marinha como um todo.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Para que os estudantes conheçam alguns termos importantes para compreender o processo de acidificação dos oceanos, solicite a eles que leiam o texto sobre esse assunto no livro. Em seguida, usando a metodologia *turn and talk*, faça as perguntas a seguir e peça a todos que anotem as respostas discutidas com os colegas. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.

  a) Qual gás, quando absorvido pelos oceanos, causa o aumento da sua acidez?

  b) Qual é a consequência da diminuição na concentração/disponibilidade de íon carbonato na água?

  c) Por que a extinção do fitoplâncton, do zooplâncton e de alguns moluscos afeta toda a vida marinha?

Respostas

a) O dióxido de carbono.

b) Os organismos não conseguem fixar carbonato de cálcio em suas conchas.

c) Porque eles servem como base de muitas das cadeias alimentares marinhas em vários tipos de ecossistema.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida anteriormente contribui para desenvolver a **competência geral 9**, pois incentiva os estudantes a interagir com os colegas, desenvolvendo a empatia e o respeito às opiniões de outras pessoas.

Página 66

- Peça aos estudantes que observem a imagem dos minérios. Explique a eles que muitos minérios são extraídos na forma de óxidos e que, para obter os metais puros, eles devem passar por processos químicos industriais.
- Ao abordar a classificação dos óxidos quanto às propriedades, explique aos estudantes que alguns óxidos também podem apresentar características ácidas ou básicas. Você pode retomar o conteúdo sobre a chuva ácida visto no capítulo **4** e mostrar a eles que os óxidos envolvidos naquelas reações apresentam caráter ácido.
- Ao abordar os óxidos neutros, explique aos estudantes que o fato de apresentarem as propriedades descritas no texto não significa que não tenham aplicações ou que possam ser perigosos. Enfatize, por exemplo, que a alta toxicidade do monóxido de carbono (CO) provoca a morte por asfixia.
- Para explicar a nomenclatura dos óxidos, peça aos estudantes que observem o quadro com os prefixos e diga que ele será consultado ao nomear os compostos.
- Apresente os exemplos de nomes dos óxidos construindo-os passo a passo, de acordo com a regra de nomenclatura.
- Mostre a nomenclatura não oficial para os óxidos metálicos e explique aos estudantes que essa regra é bastante usada, e certamente eles encontrarão nomes dados dessa forma em questões e textos.

MODERNA

Página 67

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da aplicação de alguns óxidos está relacionada à habilidade **EM13CNT307**, pois incentiva os estudantes a analisar as propriedades de alguns materiais para avaliar sua adequação às aplicações no cotidiano.
- As orientações a seguir incentivam os estudantes a trabalhar em grupo e argumentar com base em informações confiáveis, contribuindo assim para desenvolver as **competências gerais 7** e **9**.

- Na página **67**, promova uma troca de ideias entre os estudantes sobre as aplicações de alguns óxidos. Conduza da seguinte forma:
  - > solicite aos estudantes que escrevam na lousa as aplicações que eles já conheciam;
  - > em seguida, peça-lhes que, em grupos, selecionem uma das aplicações e deem uma explicação mais detalhada a seu respeito – se necessário, solicite a cada grupo que pesquise mais informações sobre a aplicação escolhida;
  - > por fim, peça aos estudantes que imaginem como seria a aplicação escolhida sem o uso do óxido em questão.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 68

4. Para que o agricultor possa fazer a correção do pH do solo de forma adequada, ele deverá adicionar um composto com caráter básico, nesse caso o óxido de cálcio (CaO), pois assim poderá controlar o excesso de acidez.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

5. A chuva ácida pode ser produzida pela reação entre o trióxido de enxofre (SO_3), um óxido ácido, que em contato com o vapor-d'água pode reagir formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que provoca um aumento na acidez da água da chuva.

$$SO_3(g) + H_2O(g) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

6. Equação química balanceada que representa a reação entre a cal (CaO) e a água, ou seja, uma reação entre um óxido básico e água.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

CAPÍTULO 6
Cinética química

Objetivos

- Refletir sobre a importância da camada de ozônio para a manutenção da vida na Terra.
- Analisar a reação química de formação de ozônio (O_3) para compreender por que, por um lado, o buraco na camada de ozônio é um processo natural e, por outro, é agravado por ações antrópicas.
- Interpretar gráficos da variação de concentração de uma substância através do tempo e relacioná-lo com o conceito de taxa ou rapidez de reação.
- Calcular a taxa de uma reação por meio da variação de concentração.
- Discutir a relevância de tratados internacionais para a conservação ambiental, como o protocolo de Montreal.
- Problematizar o uso de substâncias químicas que destroem a camada de ozônio, especialmente os CFCs e o óxido nitroso (N_2O).
- Identificar quais propriedades e condições reacionais influenciam na taxa de uma reação e estar apto a indicar procedimentos que aumentem ou diminuem tal taxa, de acordo com o objetivo pretendido.
- Compreender a ação de catalisadores.
- Explicar como funcionam e a importância ambiental dos catalisadores automotivos.
- Refletir sobre a presença fundamental de catalisadores que fazem parte de todos os organismos vivos: as enzimas.
- Construir equações de lei cinética de reações elementares e não elementares.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 69 a 71

BNCC EM DESTAQUE

- No início do capítulo é explorada a presença de gás ozônio na estratosfera, sua importância, o fenômeno sazonal de criação dos chamados buracos na camada de ozônio, o agravamento destes buracos em virtude de ações antrópicas e medidas internacionais para o combate a este agravamento, contribuindo para desenvolver as habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT104**, **EM13CNT105**, **EM13CNT203** e **EM13CNT206**.
- As questões sugeridas nessas páginas levam os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para compreender e refletir sobre temas socioambientais, contribuindo para desenvolver as **competências gerais 1**, **2** e **7**.
- A abordagem dos conteúdos dessas páginas apresenta ao estudante o conceito de taxa média de reação e a teoria das colisões e a formação do complexo ativado, permitindo aprofundar o conhecimento a respeito dos processos moleculares e fazer uma ponte com a termodinâmica e com a probabilidade. Dessa forma, será trabalhada a **competência geral 2** e as habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT205** e **EM13CNT301**.
- A análise dos gráficos e imagens de satélite incentiva os estudantes a interpretar e obter informações científicas com base em recursos visuais, contribuindo para desenvolver a **competência geral 4**.

MODERNA

- O início desse capítulo aborda um problema ambiental de grande relevância: o agravamento do buraco da camada de ozônio. Para facilitar a compreensão desse problema, analise com os estudantes imagens de satélite na página **69**, que mostram a concentração de ozônio na Terra.
- Oriente os estudantes a interpretar as imagens relativas à concentração de ozônio na atmosfera da Antártida. Questione-os sobre o que a mudança nas cores indica, incentivando-os a explicar o que ocorreu ao longo dos anos. Espera-se que eles notem a diminuição na concentração de ozônio ao comparar o ano de 1979 com os anos subsequentes e correlacionem a representação com o "buraco na camada de ozônio". Cores mais frias, como o azul e o violeta, indicam menor concentração de ozônio, enquanto cores mais quentes, como o amarelo e o vermelho, maior concentração.
- É importante ficar claro que o buraco na camada de ozônio é um processo natural e sazonal, que é mais observado durante a primavera do hemisfério Sul. No entanto, seu agravamento/aprofundamento é uma consequência de ações antrópicas, que serão melhor exploradas nas páginas seguintes. Esse agravamento é observado nos mapas disponíveis no *site* da Nasa. É interessante, se possível, navegar pelo *site* em sala de aula; no entanto, ele está em inglês, por isso, solicite ajuda para trabalhar com esse *site* ao professor do componente curricular **Língua Inglesa**. Uma das seções mais interessantes está na aba disponível em: <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html>. Acesso em: 21 ago. 2020. Nela, pode-se ver a concentração de ozônio na Terra em qualquer dia dos últimos 40 anos.
- Os estudantes podem erroneamente assumir que o agravamento do buraco na camada de ozônio está sendo controlado ou revertido, uma vez que alguns mapas mostram maior concentração de ozônio em anos mais recentes, como o mapa de setembro de 2019 *versus* o de setembro de 1999. No entanto, lembre aos estudantes que o buraco é bem mais pronunciado do que o que era visto até a década de 1980, ou seja, desde então está a níveis preocupantes.
- No ano de 2019, nota-se que a área do buraco de ozônio atingiu o menor valor em 40 anos $\left(\text{cerca de } 10 \text{ milhões de km}^2\right)$, efeito relacionado a um fenômeno que causou o aumento na temperatura estratosférica (ainda sob investigação). Portanto, não pode ser diretamente atribuído às consequências do Protocolo de Montreal. Aproveite a oportunidade para abordar como o conhecimento científico está em constante construção, trabalhando a **competência geral 1**.
- Discuta mais a fundo com os estudantes o que são ações antrópicas, citando múltiplos exemplos. A ação antrópica prejudicial ao ambiente pode ser constatada desde em ações individuais rotineiras, como a queima de combustível ou o descarte incorreto de resíduos, até ações de indústrias em grande escala.

SALA DOS PROFESSORES

- A página **69** aborda o protocolo de Montreal, um importante acordo internacional cujo maior objetivo é diminuir o agravamento do buraco na camada de ozônio. Esse conteúdo possibilita o trabalho conjunto com os professores de **Ciências Humanas Sociais e Aplicadas**, principalmente os dos componentes curriculares **Geografia** ou **Sociologia**. Coordene com estes professores a explicação sobre a abrangência e o significado de acordos internacionais como este e outros, tais como a Conferência Rio-92, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris. A discussão pode ser dividida em três tópicos: efeitos na produção industrial; impacto e interferência na política; consciência social.

- Ao tratar da equação de taxa média, na página **70**, cite diversos exemplos a fim de sanar as dúvidas dos estudantes. Uma confusão comum está na diferença entre taxa de consumo de reagente, de formação de produto, e da reação como um todo. Diga que as duas primeiras dizem respeito a substâncias específicas e esta é uma forma prática de determinar o progresso da reação. Já a taxa média da reação diz respeito à reação como um todo e, por isso, cada taxa específica é dividida pelo coeficiente estequiométrico da substância em questão.
- Oriente os estudantes a generalizar as fórmulas de taxas médias de consumo e de produção de reagentes e a taxa média de reação, e aplicar a generalização à reação de consumo de ozônio $\left(2\,O_3(g) \longrightarrow 3\,O_2(g)\right)$.
  > Neste caso, a taxa de consumo de O_3 é dada por:

  $$T_{O_3} = \frac{\left|\text{quantidade de } O_3 \text{ consumido}\right|}{\left(t_{final} - t_{inicial}\right)} \text{ ou}$$

  $$T_{O_3} = \frac{\left|\left[O_3\right]_{final} - \left[O_3\right]_{inicial}\right|}{\left(t_{final} - t_{inicial}\right)}$$

  > De modo semelhante, a taxa de formação de O_2 é dada por:

  $$T_{O_2} = \frac{\left|\text{quantidade de } O_2 \text{ formado}\right|}{\left(t_{final} - t_{inicial}\right)} \text{ ou}$$

  $$T_{O_2} = \frac{\left|\left[O_2\right]_{final} - \left[O_2\right]_{inicial}\right|}{\left(t_{final} - t_{inicial}\right)}$$

  > Por fim, a taxa média de reação é dada por:

  $$T_m = \frac{T_{O_3}}{2} = \frac{T_{O_2}}{3}$$
- Use também como referência o gráfico da página **70**, referente à reação de decomposição da amônia. Nesse caso, a taxa média da reação será dada por: $T_m = \frac{T_{NH_3}}{2} = \frac{T_{H_2}}{3} = \frac{T_{N_2}}{1}$.
- A discussão sobre a teoria das colisões, nas páginas **70** e **71**, pode trazer bastante confusão aos estudantes, pois exige uma visualização tridimensional de movimentos moleculares nanoscópicos. Se houver a possibilidade, use modelos moleculares ou massinhas de modelar para exemplificar as

REPRODUÇÃO

colisões que levam e que não levam à formação de produtos. Deixe claro que a probabilidade de colisão é um fator muito importante. Por isso, no geral, quanto maior for a temperatura de um sistema, maior será a taxa da reação, uma vez que os componentes se movimentarão mais rapidamente e haverá a possibilidade de se chocarem de modo efetivo.

- Explique aos estudantes que colisão elástica é a colisão entre dois corpos, em que ocorre conservação da energia cinética e do momento linear do sistema.
- Ao abordar o complexo ativado, na página **71**, diga que não é possível isolá-lo experimentalmente. A energia de ativação, ou energia cinética mínima, é a energia necessária para se alcançar esse estado.
- Ao abordar a energia cinética mínima, comente que a reação entre os gases hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2) libera energia, mas somente se inicia em contato com uma faísca. Escreva na lousa a equação química que representa esta reação: $2\,H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,H_2O(g)$.
  Explique que a faísca fornece a energia de ativação necessária para que ocorra reação química.
- Já a reação do fósforo branco (P_4) com o gás oxigênio molecular se inicia instantaneamente ao contato entre as duas substâncias. Quando a reação é realizada usando outro alótropo do elemento fósforo, o fósforo vermelho (P_n), é necessário iniciar a reação encostando um bastão aquecido em sua superfície.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Apresente as seguintes questões aos estudantes.
  a) O que é possível inferir sobre a energia de ativação das duas reações?
  b) Que tipo de energia é fornecida pelo bastão aquecido?

Respostas

a) É possível inferir que a energia de ativação para a reação do fósforo vermelho com o oxigênio molecular é maior em comparação à reação com o fósforo branco.
b) O bastão aquecido fornece energia térmica ao sistema.

Páginas 73 e 74

BNCC EM DESTAQUE

- Essas páginas aprofundam o estudo dos fatores que influenciam na taxa de uma reação, incluindo diversos exemplos cotidianos importantes, como a ação enzimática no organismo e o funcionamento de catalisadores automotivos, que diminuem a quantidade de gases nocivos liberados na atmosfera. Além disso, relaciona processos nanoscópicos com o que é observado no mundo visível, levando os estudantes a se tornarem aptos a tomar decisões mais assertivas, por exemplo, no que diz respeito ao armazenamento ou preparo de alimentos. Dessa forma, são trabalhadas as **competências gerais 1** e **2** e as habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT205** e **EM13CNT301**.
- A abordagem da temperatura como fator que influencia na rapidez de uma reação química permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Saúde** e também a **competência geral 8**, pois leva os estudantes a refletir sobre aspectos que diminuem o tempo de conservação dos alimentos.

- Na página **73** é iniciada uma discussão sobre os fatores que influenciam na rapidez de reação. Explore todos os fatores com atenção, preocupando-se em sanar as eventuais dúvidas dos estudantes.
- Ao abordar a influência da concentração das substâncias, evidencie que, quanto menor for a concentração de reagentes ou quanto maior for a concentração de produtos, menor será a rapidez da reação. Para explicar isso, retome a discussão sobre a teoria das colisões. Para que a reação ocorra, é necessário que os reagentes sofram colisão uns com os outros em ângulos específicos; quanto menor for a concentração desses reagentes, menor será a probabilidade de uma colisão efetiva. Além disso, os componentes dos produtos podem atrapalhar a ocorrência da colisão.
- Ao mencionar a influência da temperatura, o exemplo mais comum e prático é o de armazenamento de alimentos, abordado na página. Alimentos são armazenados nas geladeiras para diminuir a rapidez de sua degradação. Muitos alimentos que não são colocados em geladeiras, como pães, apresentam menor tempo de validade. Outros alimentos, que são mais suscetíveis à ação de microrganismos, devem ser guardados em *freezers*, nos quais a temperatura é ainda menor.
- Quando um alimento é preparado, a temperatura é comumente usada para acelerar a produção. Isso pode ser constatado, por exemplo, no crescimento de um bolo: a temperatura alta do forno acelera o crescimento, promovido pelo fermento.
- Ao abordar a influência da superfície de contato, dê exemplos cotidianos relacionados também à alimentação. Nossos dentes ajudam a triturar e mastigar os alimentos, aumentando sua superfície de contato. Isso acelera a digestão pelo suco gástrico. Muitos antiácidos vêm na forma de pó, reagindo rapidamente na água. Outro exemplo da influência da superfície de contato é o ato de dividir os alimentos em pedaços menores para que as reações químicas envolvidas em seu cozimento se processem de maneira mais rápida.
- Ao abordar a influência dos catalisadores, deixe claro que um catalisador não vai aumentar a concentração final de produtos, o que é um equívoco comum entre os estudantes. Ele simplesmente aumenta a taxa de formação dos produtos, diminuindo a energia de ativação do processo. Com a ação dos catalisadores, forma-se um novo caminho reacional, com outros complexos ativados.
- Caso ache interessante, cite que há também os inibidores, cuja atuação é oposta à dos catalisadores: aumentam a energia de ativação, diminuindo a taxa de reação.

MODELO

- Na página **74** é retomada a discussão sobre a destruição da camada de ozônio, com a explicação sobre CFCs. Use esses exemplos para abordar a estabilidade dos componentes e sua relação com a taxa reacional química. Diga que a termodinâmica de uma reação está diretamente relacionada à sua cinética. Em geral, quanto mais instável o complexo ativado, menor a taxa, ou cinética, da reação.
- Ao abordar a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) sob a ação de um catalisador, mostre aos estudantes a soma das etapas para resultar na equação química global:

  I. $H_2O_2(aq) + 2\,Br^-(aq) + 2\,H_3O^+(aq) \longrightarrow$

  $\longrightarrow Br_2(aq) + 4\,H_2O(l)$

  II. $Br_2(aq) + H_2O_2(aq) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow$

  $\longrightarrow 2\,Br^-(aq) + 2\,H_3O^+(aq) + O_2(g)$

  Equação química global: $2\,H_2O_2(aq) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g)$.

  Leve-os a perceber que a equação química global da reação é igual com ou sem a utilização de um catalisador.
- Ao final da página **74**, comente que outras substâncias também são capazes de gerar espécies radicais cloro (ou bromo), como é o caso dos hidroclorofluorcarbonos (que, apesar de possuírem ação catalítica menos efetiva que os CFCs, contribuem para o efeito estufa); os hidrobromofluorcarbonos; halons (compostos de átomos de carbono (C), bromo (Br) e outro halogênio); o brometo de metila (CH_3Br); o tetracloreto de carbono (CCl_4) e o metilclorofórmio $(C_2H_3Cl_3)$.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Peça aos estudantes que avaliem as duas etapas que ocorrem na reação de decomposição do ozônio, catalisada pelo cloro (Cl), mostrada ao final da página **74**. Solicite que reproduzam no caderno as duas etapas, determinem a equação global e identifique o intermediário de reação, o catalisador, produto(s) e reagente(s).

  I. $Cl(g) + O_3(g) \longrightarrow ClO(g) + O_2(g)$

  II. $ClO(g) + O(g) \longrightarrow Cl(g) + O_2(g)$

Resposta

Reação global: $O_3(g) + O(g) \longrightarrow 2\,O_2(g)$.

Intermediário de reação: ClO; catalisador: Cl; produto: O_2; reagentes: O_3 e O.

Página 75

BOXE COMPLEMENTAR

- O tema desse boxe traz um paralelo importante entre o assunto do capítulo e o catalisador automotivo. Explore o texto presente, reforçando mais uma vez a relevância de se diminuir a emissão de substâncias nocivas na natureza, como é o caso da emissão de gases poluidores na atmosfera. Veja mais informações sobre os catalisadores automotivos no artigo. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/epg/02/INIC0001189.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- Nessa página é, ainda, explorado o funcionamento das enzimas, que são proteínas fundamentais para o desenvolvimento de processos químicos em qualquer organismo vivo. O exemplo da ação da proteína S do vírus SARS-CoV-2, causador do COVID-19, servirá como uma ponte entre o conteúdo teórico e um assunto atual e global, potencialmente despertando a curiosidade dos estudantes.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 75.**

  a) O formato de colmeia aumenta a área superficial do catalisador e, portanto, a área de contato com os gases.

  b) Ao ser inalado, o monóxido de carbono (CO) atinge a corrente sanguínea. No sangue, o CO compete com o O_2 para se ligar à hemoglobina, pigmento existente nas hemácias que lhes garante a coloração vermelha. Como a afinidade do monóxido de carbono pela hemoglobina é superior à do gás oxigênio, o primeiro se liga preferencialmente a esse pigmento. Como resultado, o transporte de gás oxigênio pelo sangue é comprometido e, consequentemente, a oxigenação dos tecidos.

  c) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é aproximar o conteúdo trabalhado em sala de aula incentivando esse tipo de cuidado.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida na seção **Investigue** incentiva os estudantes a recorrer ao método científico para realizar uma investigação, assim como pesquisar informações em fontes confiáveis, trocar ideias com os colegas e elaborar um roteiro em conjunto, desenvolvendo assim as **competências gerais 1**, **2**, **7** e **9**.

Página 76

INVESTIGUE

Objetivos

- Analisar a rapidez de algumas reações químicas.
- Identificar fatores que influenciam na rapidez de algumas reações químicas.
- Diferenciar reações químicas de transformações físicas.
- Relacionar os resultados observados com situações do cotidiano.

Orientações

- Reforce a existência de reações químicas com diferentes taxas de desenvolvimento. Há reações químicas extremamente lentas, como aquelas que envolvem a formação de petróleo, para o qual são necessários milhões de anos,

e outras reações são praticamente instantâneas, como a combustão do gás de cozinha.

- A **Contextualização** dessa seção envolve as reações que ocorrem no amadurecimento de frutos climatéricos. Esses frutos não apresentam aumento na produção do eteno (C_2H_4) e não sofrem maturação após sua colheita, sendo assim, eles devem ser colhidos apenas quando reunirem as características adequadas ao consumo.
- Apresente aos estudantes exemplos de frutos climatéricos e não climatéricos.
  - > Climatéricos: banana, maçã, mamão, manga, tomate, abacate, pêssego são alguns exemplos de frutos climatéricos.
  - > Não climatéricos: limão, laranja, morango e figo são alguns exemplos de frutos não climatéricos.
- Explique aos estudantes que, durante o processo de maturação, o fruto produz eteno, um gás incolor com um odor levemente adocicado. Esse gás converte o amido do fruto em açúcar, induzindo dessa forma o seu amadurecimento e dos demais frutos que estejam próximos.
- Comente que o eteno é amplamente utilizado na indústria química. Podendo ser produzido a partir do petróleo, esse composto é utilizado na produção do polietileno $(C_2H_4)_n$, um polímero usado na fabricação de utensílios plásticos, como sacolas de supermercado, tubos de canetas esferográficas, embalagens, recipientes plásticos entre outros.
- Esclareça que as reações químicas que caracterizam o apodrecimento de frutos são decorrentes de microrganismos, como as bactérias e fungos, que invadem os tecidos dos frutos maduros decompondo os açúcares presentes. Esses microrganismos podem passar de um fruto para o outro, pelo ar ou por contato. Neste último caso, o apodrecimento do fruto ocorre mais rapidamente.
- Explique que o processo de maturação do fruto também pode ser retardado (ou seja, é possível diminuir a rapidez das reações químicas que causam a maturação). Embalar o fruto a vácuo ou refrigerá-lo são alguns dos processos que podem ser utilizados.
- Incentive os estudantes a discutir sobre as questões sugeridas na **Contextualização**. Verifique se eles compreenderam a existência de fatores que influenciam na rapidez das reações químicas.

Respostas das questões de contextualização

a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que embrulhar os frutos não maduros em folhas de jornais impede que o eteno se disperse para o ar atmosférico, desta maneira o fruto fica mais tempo em contato com o gás, o que agiliza o seu processo de amadurecimento. Também ocorre um abafamento que provoca um aumento da temperatura do fruto, contribuindo para que ele amadureça mais rapidamente.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que, além da retirada do embrulho de jornal dos frutos, eles poderiam ser armazenados na geladeira, para redução da temperatura e diminuição da produção do eteno. Outra alternativa seria embalar os frutos à vácuo, para remoção dos gases produzidos.

- Nessa atividade serão investigados alguns fatores que interferem na rapidez das reações químicas. Ela possibilita que os estudantes apliquem etapas do **pensamento computacional**, organizando cada tarefa para a elaboração de um roteiro de investigação. Peça aos estudantes que anotem todas as etapas da investigação, como a escolha dos materiais, o preparo das soluções, os métodos utilizados, a observação e as coletas de dados, a limpeza dos objetos utilizados e o descarte correto dos resíduos.
- Durante a execução da atividade, oriente os estudantes a solicitar ajuda de um responsável para a execução de etapas que envolvam objetos cortantes, nocivos ou que necessitam de aquecimento.
- Incentive-os a anotar todas as observações e dúvidas que surgirem no decorrer da realização da atividade, para que possam ser pesquisadas e respondidas posteriormente.
- Veja a seguir quatro sugestões de atividades práticas com o objetivo de investigar os fatores que interferem na rapidez das reações químicas. Cada atividade contemplará um fator, ou seja: temperatura, superfície de contato, concentração e utilização de catalisador.

Materiais

- comprimidos efervescentes
- copos transparentes idênticos
- água em temperatura ambiente
- água aquecida
- água fria
- cronômetro
- pires
- colher
- vinagre
- refrigerante
- açúcar

Procedimentos

Atividade 1 - Temperatura

a) Separe 3 copos. No primeiro, coloque água aquecida até metade de sua capacidade.

A água aquecida pode ser de chuveiro ou torneira elétrica; caso necessário, peça ajuda de um adulto para aquecer a água.

b) No segundo copo, coloque água em temperatura ambiente até metade de sua capacidade.

c) No terceiro copo, coloque água gelada até metade de sua capacidade.

d) Identifique cada um dos copos.

e) Simultaneamente, adicione um comprimido efervescente em cada copo.

MODERNA

Você pode utilizar uma régua para a etapa **e**. Para isso, alinhe os copos, coloque a régua sobre eles e os comprimidos efervescentes em cima da régua, em direção aos seus respectivos copos. Vire a régua com cuidado para que os comprimidos caiam dentro do copo, ao mesmo tempo.

f) Utilizando o cronômetro, determine o tempo gasto para dissolução completa dos comprimidos efervescentes, anotando os resultados.

Atividade 2 – Superfície de contato

a) Separe 2 copos. Em ambos, coloque água em temperatura ambiente até metade de sua capacidade.

b) Coloque um comprimido efervescente dentro de um pires e, utilizando a parte externa da colher, triture-o.

c) Simultaneamente, adicione todo o conteúdo do comprimido efervescente triturado em um dos copos e, no outro, adicione um comprimido inteiro.

d) Utilizando o cronômetro, determine o tempo gasto para dissolução completa dos comprimidos efervescentes, anotando os resultados.

Atividade 3 – Concentração

a) Separe 2 copos. No primeiro, coloque vinagre até metade de sua capacidade.

b) No segundo copo, coloque duas colheres de vinagre e, em seguida, adicione água em temperatura ambiente, até a metade de sua capacidade.

c) Identifique cada um dos copos.

d) Simultaneamente, adicione um comprimido efervescente em cada copo.

e) Utilizando o cronômetro, determine o tempo gasto para dissolução completa dos comprimidos efervescentes, anotando os resultados.

Atividade 4 – Catalisador

a) Separe 2 copos. Em ambos, coloque refrigerante em temperatura ambiente até metade da capacidade.

b) Em um dos copos, adicione todo o conteúdo relativo a um comprimido efervescente triturado e, no outro copo, adicione um comprimido inteiro.

c) Utilizando o cronômetro, determine o tempo gasto para dissolução completa dos comprimidos efervescentes, anotando os resultados. Compare a rapidez da efervescência nos dois copos, anotando os resultados.

- Auxilie os estudantes nos materiais de pesquisa que podem ser utilizados como referenciais teóricos.
- Oriente-os a escrever um roteiro de experimento relatando as informações de maneira clara e objetiva, apresentando suas observações e os resultados obtidos no decorrer da investigação.
- Auxilie-os no registro das etapas mais importantes da experiência; e, após organizar os arquivos de mídia produzidos e os dados coletados, auxilie-os na interpretação dos resultados.

Respostas para as questões

1. Textura, coloração e sabor (teor de açúcar, por exemplo).

2. Da mesma forma que a rapidez de uma reação química pode ser alterada por meio da modificação de alguns fatores, a rapidez do amadurecimento dos frutos climatéricos também pode, pois o amadurecimento envolve uma série de reações químicas, como quebra e oxidação de algumas substâncias.

3. Temperatura, superfície de contato, concentração e utilização de catalisador.

4. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar situações como: temperatura – ao colocar um determinado alimento na geladeira, diminui a rapidez de reações de degradação; superfície de contato – na mesma concentração, geralmente remédios em soluções ou suspensões líquidas apresentam maior rapidez de reação do que aqueles em forma de comprimidos; isso também se dá com alimentos picados, que cozinham mais rápido que os inteiros; concentração de um reagente – para acender uma churrasqueira, em geral, abana-se sobre a brasa do carvão, aumentando a disponibilidade de gás oxigênio; dessa forma a concentração de gás oxigênio disponível para a combustão facilita a queima do carvão.

Destino dos resíduos

- As soluções testadas podem ser descartadas diretamente na pia. Os materiais utilizados podem ser limpos e guardados para serem reutilizados em outras atividades práticas; caso sejam descartáveis, devem ser limpos e descartados em lixo reciclável.

Páginas 77 e 78

BNCC EM DESTAQUE

- As duas últimas páginas do capítulo tratam da lei cinética das reações químicas e englobam todos os outros conceitos já vistos no capítulo. São páginas que exigirão maior domínio matemático e lógico. Dessa forma, são trabalhadas as habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**, além de incentivar os estudantes a colocar em prática o **pensamento computacional**.

- Na página **77**, diga aos estudantes que a notação [A] significa "concentração da espécie química A em mol/L".
- Ressalte que a expressão da lei cinética da reação permite calcular a taxa instantânea, diferente da taxa média de reação.
- Diferencie atentamente uma reação elementar de uma não elementar. É importante que os estudantes entendam bem o conceito de etapa lenta de uma reação.
- Ressalte que a expressão da taxa de reação permite calcular a taxa instantânea, diferente da taxa média de reação.
- Estude em sala de aula com cuidado a atividade resolvida da página **78**. Esse tipo de atividade é bastante comum em vestibulares do país, e é uma boa forma de exercitar o raciocínio lógico do estudante e o **pensamento computacional**.
- Na página **78** são explicadas formas de se determinar se uma reação é elementar ou não. Perpasse os exemplos com

MODERNA

cuidado, pois podem também exigir bastante raciocínio lógico dos estudantes.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 72

1. a) $T_{m(H_2O_2)} = \dfrac{\left|\text{quantidade de } H_2O_2 \text{ consumida}\right|}{\Delta t} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_{m(H_2O_2)} = \dfrac{\left|(0{,}375 - 0{,}625)\text{ mol}\right|}{(20 - 10)\text{ min}} = \dfrac{0{,}25\text{ mol}}{10\text{ min}} \therefore$

$\therefore T_{m(H_2O_2)} = 0{,}025\text{ mol/min}$

2. Alternativa **d**. Por meio do gráfico pode-se observar que a concentração de **A** aumenta, partindo do zero, e as concentrações de **B** e **C** diminuem. Portanto, **B** e **C** são reagentes e **A** é o produto da reação química.

3. d) A energia de ativação é a energia absorvida pelos reagentes para levá-los até o complexo ativado e, no exemplo, apresenta valor de 55 kcal.

$E_a = E_c - E_r \Rightarrow$

$\Rightarrow E_a = 77 - 22 = 55 \therefore E_a = 55\text{ kcal}$

e) $\Delta E = E_p - E_r \Rightarrow \Delta E =$

$= (-15) - (22) = -37 \therefore \Delta E = -37\text{ kcal}$

4. Alternativa **b**. De acordo com a reação química:

$$N_2O_5(g) \longrightarrow N_2O_4(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

a taxa média da reação seria:

$$T_{m(\text{reação})} \simeq \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq \frac{T_m(N_2O_4)}{1} \simeq \frac{T_m(O_2)}{0{,}5} \simeq \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq$$

$$\simeq \frac{T_m(O_2)}{0{,}5} \Rightarrow \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq \frac{8{,}5 \cdot 10^{-5}}{0{,}5} \therefore$$

$$\therefore T_m(N_2O_5) \simeq 1{,}7 \cdot 10^{-4}\text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

Como o tempo está em minutos, é necessário convertê-lo para segundos, isto é:

$\Delta t = 5\text{ min} = 5 \cdot 60\text{ s} = 300\text{ s}$

Portanto, a taxa média de consumo de N_2O_5 é dada por:

$$T_m(N_2O_5) = \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1{,}7 \cdot 10^{-4} = \frac{\Delta[N_2O_5]}{300} \therefore$$

$$\therefore \Delta[N_2O_5] = 0{,}051\text{ mol} \cdot L^{-1} \text{ ou } \Delta[N_2O_5] = 51\text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Página 78

3. Para determinar o valor de *k* da reação química, podemos considerar qualquer um dos valores de concentração fornecidos pelo experimento e substituir na lei cinética.

$$T_i = k \cdot \left[BrO_3^-\right] \cdot \left[Br^-\right] \cdot \left[H_3O^+\right]^2$$

Para o experimento 1, temos:

$$k = \frac{T_i}{\left[BrO_3^-\right] \cdot \left[Br^-\right] \cdot \left[H_3O^+\right]^2} = \frac{0{,}0012}{[0{,}1] \cdot [0{,}1] \cdot [0{,}1]^2} \therefore$$

$$\therefore k = 12\text{ L}^3/\text{mol}^3 \cdot \text{s}$$

Páginas 79 e 80

1. O objetivo dessa questão é que os estudantes analisem a situação e proponham uma explicação para os resultados observados. Espera-se que eles comentem que o fio de zinco, na solução concentrada de ácido sulfúrico (tubo **II**), libera muitas bolhas, indicando que a reação está ocorrendo mais rapidamente do que no tubo **I**. Essa reação ocorre com maior rapidez por causa da maior concentração de um dos reagentes, nesse caso o ácido sulfúrico, que é maior no tubo **II**, aumentando, assim, o número de partículas por unidade de volume e o número de colisões entre as partículas dos reagentes.

$$H_2SO_4(aq) + Zn(s) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$$

2. Alternativa **b**.

a) Incorreto. A energia de ativação de uma reação química não é alterada pela temperatura.

c) Incorreto. A adição de um catalisador altera a energia de ativação de uma reação.

d) Incorreto. A pressão afeta a cinética de reação para substâncias na fase gasosa.

e) Incorreto. Quanto maior a superfície de contato entre os reagentes, mais rápida é a reação.

3. Alternativa **d**.

I) Incorreto. A etapa determinante da taxa da reação é a mais lenta (maior energia de ativação), ou seja, a etapa 1.

4. a) Comparando os experimentos, observa-se que ao dobrar a $[HCl]$ ocorre a duplicação da rapidez da reação química, como $2^1 = 2$, temos uma reação de primeira ordem.

b) Ao analisar os dados do experimento, conclui-se que a rapidez da reação é diretamente proporcional à concentração de HCl. Assim, tem-se a lei de reação $T_i = k \cdot [HCl]$.

c) Considerando os dados do experimento 1, temos que $[HCl] = 0{,}10\text{ mol} \cdot L^{-1}$ e $T_i = 1{,}01 \cdot 10^{-3}\text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, substituindo na lei de reação, temos:

$$1{,}01 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0{,}10 \Rightarrow k = \frac{1{,}01 \cdot 10^{-3}}{0{,}10} \Rightarrow k \simeq 0{,}01$$

Portanto, a constante *k* da taxa de desenvolvimento da reação é $k \simeq 0{,}01\text{ min}^{-1}$.

5. a) Não, pois a taxa média de consumo de reagente diminui ao longo do tempo.

$$T_m = \frac{|90 - 150|}{(10\,000 - 0)} \therefore T_m = 0{,}006\text{ torr/s}$$

$$T_m = \frac{|55 - 90|}{(20\,000 - 10\,000)} \therefore T_m = 0{,}0035\text{ torr/s}$$

6. Alternativa **c**. Uma vez que a etapa lenta é a determinante, a lei será:

$v = k \cdot [O_3] \cdot [O]$

7. Alternativa **c**. No item **1**, temos a redução da temperatura; em **2**, há um aumento da superfície de contato ao cortar os alimentos; e em **3**, temos a ação de enzimas que atuam como catalisadores aumentando a rapidez das reações.

MODERNA

CAPÍTULO 7
Queima de combustíveis fósseis

Objetivos

- Compreender as consequências da queima de combustíveis fósseis e a sua relação com o aumento da temperatura do planeta.
- Conhecer as características de funcionamento de uma máquina a vapor.
- Compreender as consequências econômicas e sociais da invenção da máquina a vapor.
- Compreender o conceito de variável de estado.
- Compreender a relação entre as variáveis de estado nas transformações isotérmica, isobárica, isovolumétrica e adiabática.
- Calcular os valores das variáveis do estado por meio de equações referentes às transformações gasosas.
- Interpretar os gráficos que representam o comportamento das variáveis de estado nas transformações gasosas.
- Compreender a relação entre pressão, temperatura e volume em uma transformação qualquer por meio da equação geral dos gases.
- Utilizar a equação de Clapeyron para obter a quantidade de matéria de um gás.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Página 81

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência geral 7**, da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT104**, pois permite avaliar os benefícios e os riscos à saúde, considerando a composição e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos, e da habilidade **EM13CNT105**, possibilitando analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
- Além disso, é uma oportunidade para trabalhar a **competência geral 2**, a **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e as habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT309**, elaborando questões e hipóteses para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica e possibilitando a análise de questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis, discutindo a necessidade de novas tecnologias energéticas e de materiais.

- Após lerem o trecho da reportagem apresentado no início dessa página, proponha aos estudantes uma discussão sobre o uso de combustíveis fósseis e os efeitos climáticos extremos pelos quais diferentes regiões do planeta têm passado, como ondas de calor, secas, inundações, buscando fazer um levantamento dos seus conhecimentos prévios e aproximando o conteúdo do cotidiano dos estudantes.
- Retome as informações obtidas no levantamento de conhecimentos prévios e defina o que são combustíveis fósseis e as suas aplicações.

Página 82

- Peça aos estudantes que observem a imagem da máquina a vapor e leia com eles a legenda. Explique que esse dispositivo foi revolucionário, porque realizava a conversão da energia térmica em energia mecânica, com a respectiva realização de trabalho. Mostre como sua invenção foi fundamental para a ocorrência da Revolução Industrial. Este assunto permite uma conexão com a área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, mostrando as mudanças na sociedade e no mundo do trabalho ocorridas durante a Revolução Industrial, cujas consequências estão presentes até os dias atuais.

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página, especificamente o trabalho proposto no boxe **Trocando ideias**, contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 1**, **2**, **9** e **10**, das **competências específicas 1 e 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT305**, **EM13CNT306**, **EM13CNT307**, **EM13CNT309** e **EM13CHS403**, pois permite caracterizar e analisar os impactos das transformações tecnológicas nas relações sociais e de trabalho próprias da contemporaneidade, além da produção de um documentário incentivando os jovens a divulgar suas ideias e seus conhecimentos por meio de ferramentas que fazem parte da **cultura juvenil**.

- Explique que a máquina a vapor de James Watt (1736-1819) sofreu aperfeiçoamentos contínuos que visavam o aumento do seu rendimento. Além disso, o motor de combustão interna criado no século XIX é um produto desse avanço de tecnologia.

SALA DOS PROFESSORES

- Ao trabalhar esse tema com o professor da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, apresente o filme *Tempos modernos*, o qual faz uma crítica ao

EM MODERNA

capitalismo e ao modo de produção industrial, retratando injustiças às classes sociais mais baixas, como os maus-tratos sofridos pelos trabalhadores desde a Revolução Industrial e a Grande Depressão, ocorrida após a crise de 1929.

> *Tempos modernos*. Direção de Charlie Chaplin. Estados Unidos: Charlie Chaplin Film Corporation, 1936 (89 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HAPilyrEzC4>. Acesso em: 24 jun. 2020.

Página 82

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Identificar os impactos sociais e ambientais causados pelo uso da máquina a vapor.
- Conversar sobre os pontos positivos e negativos do uso da máquina a vapor.

Orientações

- Peça que os estudantes formem dois grupos. A partir disso, proponha um debate no qual um deles defenderá os impactos positivos e o outro apontará os impactos negativos da utilização das máquinas a vapor nos contextos social, econômico e ambiental.
- Se achar conveniente, peça aos estudantes para realizar a produção de um documentário com informações e dados sobre o assunto, levando-os a refletir sobre essa relação e dependência atual da sociedade. Aproveite também para abordar questões como o desenvolvimento sustentável por meio de medidas como a reciclagem de materiais, o reuso da água, o reflorestamento, o tratamento de esgotos etc.

  Para mais informações sobre o desenvolvimento sustentável, acesse o *site* da *ONU* (Organização das Nações Unidas), o qual traz notícias sobre práticas sociais, oferta de oficinas etc. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/secao/desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

  Para mais informações sobre o aumento da poluição e os problemas de saúde e mortes causados por isso, acesse o *site* do *Ministério da Saúde*, o qual traz a publicação de uma pesquisa do aumento de mortes causadas pelo aumento da poluição. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45500-mortes-devido-a-poluicao-aumentam-14-em-dez-anos-no-brasil>. Acesso em: 22 ago. 2020.

Respostas

a) Resposta pessoal. Os estudantes podem argumentar que as máquinas impuseram uma alteração nos modos de fabricação dos produtos, deixando de ser um processo artesanal para se tornar uma produção industrial em larga escala. Entre os impactos positivos dessa mudança, podem destacar o aumento do rendimento do trabalho, a redução dos custos de produção, o progresso científico e tecnológico, a melhoria dos sistemas de transporte (locomotivas a vapor para transporte de pessoas e cargas, por exemplo), entre outros, que em conjunto colaboraram para um grande crescimento econômico. Em relação aos impactos negativos, podem citar as condições precárias de trabalho, com alta jornada e baixos salários, a exploração do trabalho infantil e a remuneração desigual entre homens e mulheres, o crescimento desordenado das cidades em virtude do surgimento e a concentração de empresas e indústrias nesses locais, o aumento da desigualdade social pela concentração de renda na mão dos donos das indústrias e grandes comerciantes etc.

b) Resposta pessoal. Eles podem refletir sobre o fato de as máquinas a vapor utilizarem o carvão mineral (combustível fóssil) como fonte de energia para aquecer a água nas caldeiras e gerar o vapor. Assim, a utilização dessas máquinas implica um aumento significativo da poluição do meio ambiente. Além disso, a elevação na produção exigiu um aumento na necessidade por matéria-prima para fabricação dos produtos, o que gerou um aumento no desmatamento das florestas. O crescimento desordenado das cidades provocou a contaminação de rios com esgotos de residências e resíduos das indústrias, entre outros.

Página 83

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT101**, pois permite analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos.

- Explique aos estudantes que uma substância na fase gasosa é descrita por meio de grandezas macroscópicas, como temperatura, volume e pressão, chamadas varáveis de estado. Em seguida, comente que o gás possui a propriedade de ocupar todo o volume o qual está contido.
- Comente que o conceito de pressão de um gás é análogo à pressão arterial do corpo humano, a qual se refere às colisões dos elementos do sangue com a parede das artérias.
- Por meio da teoria cinética dos gases, explique aos estudantes que a medida de temperatura está relacionada à movimentação (agitação térmica) das moléculas do gás. Aproveite também para explicar que a energia é conservada por causa das colisões elásticas entre as moléculas e com a parede do recipiente. Essas considerações são algumas das condições que definem um gás ideal.
- É importante destacar que os exemplos trabalhados ocorrem em recipientes nos quais a quantidade de gás é

MODERNA

constante, tratando-se de um sistema fechado, isto é, o número de mol é constante. Comente que, caso qualquer quantidade de gás seja acrescida ou perdida, o estado do gás se alterará.

- Ao iniciar a abordagem sobre as transformações gasosas, questione os estudantes a respeito das relações entre as variáveis de estado, como: Se um gás é aquecido ou resfriado, ele sempre apresentará variação no seu volume?, A expansão ou compressão de um gás pode provocar alteração em sua pressão e sua temperatura? etc. Dê oportunidade a todos os estudantes para exporem suas ideias e seus argumentos, a fim de verificar seu conhecimento prévio.

Páginas 84 a 88

- Peça aos estudantes que observem a ilustração de transformação isobárica, na página **84**. Explique que, com o aquecimento do gás, as partículas aumentam sua energia cinética, logo, provocam o aumento de temperatura. Como a transformação ocorre com pressão constante, o volume aumenta.
- Se achar conveniente, retome as relações matemáticas de proporcionalidade mostrando a expressão e o comportamento gráfico para grandezas direta e inversamente proporcionais.
- Apresente os diagramas $p \times V$ e $V \times T$ para transformações isobáricas. Peça que os estudantes atentem às unidades de medida das respectivas variáveis e à obrigatoriedade do uso da escala kelvin (escala absoluta).
- Peça aos estudantes que observem a ilustração de transformação isotérmica, na página **85**. Explique que a compressão, isto é, a diminuição do volume, é causada pela ação da força peso dos objetos sobre o êmbolo. A diminuição do espaço ocupado pelas moléculas causa o aumento no número de suas colisões com as paredes do recipiente, logo, provoca o aumento da pressão.
- Apresente o diagrama $p \times V$ para transformações isotérmicas e explique que a pressão e o volume têm relação inversamente proporcional.
- Se achar conveniente, reproduza a atividade prática com a bexiga e a seringa da página **85**. Questione os estudantes por que é necessário manter o êmbolo pressionado para que ele não retorne à posição inicial, a fim de que eles percebam que, ao empurrar o êmbolo, o ar dentro da seringa fica submetido a uma pressão maior.
- Peça aos estudantes que observem a ilustração da transformação isovolumétrica, na página **86**. Explique que, com o aquecimento das moléculas que constituem o gás, ocorre o aumento da temperatura, consequentemente, aumenta a quantidade de choques das partículas com as paredes do recipiente, isto é, aumenta a pressão do gás.
- Apresente os diagramas $p \times V$ e $p \times T$ para transformações isovolumétricas da página **86**. Novamente, chame atenção ao uso da escala kelvin de temperatura.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar interessante, proponha uma atividade no laboratório de informática utilizando um simulador, a fim de que os estudantes visualizem as relações entre as variáveis de estado para cada tipo de transformação gasosa.

  Para isso, acesse o *site* do projeto *PhET*, fornecido pela Universidade do Colorado, Estados Unidos. Nele, é possível estudar diferentes transformações gasosas. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gas-properties>. Acesso em: 24 ago. 2020.

  Para a demonstração das respectivas transformações, selecione para manter a pressão, ou a temperatura, ou o volume constante. É possível também realizar o ajuste das dimensões da caixa que representa o sistema fechado e a intensidade do aquecedor localizado abaixo dela.

  Questione os estudantes sobre o comportamento das variáveis de estado em cada tipo de transformação simulada.

- A realização da prática descrita anteriormente proporciona o desenvolvimento das **competências gerais 2** e **5**, pois possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual, a investigação, a reflexão e a análise crítica para a resolução de problemas por meio do uso de tecnologia digital. Além disso, possibilita desenvolver a habilidade **EM13CNT301**, por meio da elaboração de hipóteses, de previsões e interpretações de modelos explicativos para a construção de conclusões acerca de situações-problema.
- Explique o que é uma transformação adiabática e mostre que as três variáveis de estado variam nesse tipo de processo. Para isso, faça a comparação das variáveis entre dois pontos distintos da curva representada no diagrama $p \times V$, que caracteriza uma transformação adiabática, na página **87**.
- Ao definir a lei geral dos gases ideais e a equação de Clapeyron, retome cada uma das transformações trabalhadas anteriormente. Explique que essas leis foram estabelecidas com base nas leis que as antecederam.

Página 89

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida na seção **Investigue**, além de exercitar a curiosidade intelectual, a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 2**, possibilita aos estudantes exercitar a empatia, a troca de ideias e o respeito às opiniões dos colegas, permitindo desenvolver a **competência geral 9**.
- Aborda ainda a habilidade **EM13CNT301**, permitindo aos estudantes analisar a situação-problema e avaliar a aplicabilidade do conhecimento científico para construir e justificar conclusões sob uma perspectiva científica.

MODERNA

INVESTIGUE

Objetivos

- Investigar a influência da variação da temperatura em relação ao volume e à pressão de um gás.
- Identificar a relação entre as variáveis de estado termodinâmico de uma massa gasosa.
- Observar a transformação de energia térmica em energia mecânica, com o deslocamento do êmbolo da seringa.

Orientações

- Se julgar adequado, inicie a atividade fazendo uma retomada sobre as etapas do método científico (formulação de hipóteses, testes, observação e conclusão), para auxiliar os estudantes na análise da investigação.
- Proponha aos estudantes um debate sobre a importância das máquinas e dos aparelhos tanto nas tarefas do dia a dia como em escalas industriais. Para isso, organize uma roda de conversa e peça a eles que citem tarefas do cotidiano que foram facilitadas pelo uso de aparelhos e de máquinas, e quais são as máquinas térmicas usadas por eles.
- Incentive os estudantes a refletir sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e as suas consequências para a sociedade. Com o surgimento das máquinas térmicas foi possível realizar algumas tarefas como a de transportar cargas pesadas e a de fazer viagens de longas distâncias em menor intervalo de tempo. Com elas também surgiram as indústrias e uma maior fabricação de produtos industrializados, o que consequentemente proporcionou a criação de novos empregos, como os de operadores e os de especialistas em manutenções. Em contrapartida, em diversas áreas ocorreu a substituição da mão de obra humana pelas máquinas, o que aumentou o desemprego em alguns setores. Como muitas máquinas são baseadas na combustão, outra desvantagem refere-se ao aumento da emissão de gases poluentes na atmosfera, resultantes da queima de combustíveis.
- Comente que a maioria das máquinas e dos aparelhos funcionam por meio da utilização da energia química dos combustíveis ou da energia elétrica, citando alguns exemplos. Em seguida, incentive-os a ler e a discutir o texto da **Contextualização**.

Respostas das questões de contextualização

a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que podemos variar a pressão, a temperatura e o volume de um gás, fazendo-o mover o pistão de um motor, por exemplo, convertendo energia térmica em movimento.

- Certifique-se de que os estudantes compreenderam o objetivo da atividade e organize-os em grupos de quatro integrantes.
- Oriente-os durante o desenvolvimento da atividade, incentivando a troca de ideias e identificando os pontos fundamentais para a formulação do roteiro de investigação.
- Para facilitar a elaboração dos roteiros, peça a eles para refletir sobre cada questão sugerida. O objetivo delas é levar o estudante a considerar os aspectos mais importantes para que a execução da atividade tenha sucesso.
- Aproveite para desenvolver o **pensamento computacional**, incentivando-os a encontrar maneiras de criar um aparato que investigue a relação entre as variáveis termodinâmicas, ao colocar uma massa gasosa em contato com diferentes temperaturas. É importante, nesse processo, orientar os estudantes a dividir o problema em etapas, a fim de facilitar a elaboração de uma solução. As questões de orientação que se encontram na página **89** podem ajudá-los nesse processo.
- Se julgar necessário, antes de iniciar a investigação, faça uma retomada dos conceitos de variáveis de estado termodinâmico e das transformações gasosas, bem como das principais características de cada uma delas.
- Na terceira questão, verifique se os estudantes conseguem identificar quais as formas possíveis de fazer a investigação usando materiais de baixo custo. É importante que eles percebam que o objetivo principal da atividade requer o uso de algum tipo de material em que uma massa gasosa possa ser confinada a fim de avaliar o comportamento, principalmente, de seu volume, quando exposta a uma temperatura elevada e depois quando a temperatura é diminuída.
- Se julgar conveniente, construa um roteiro único para todos os grupos, deixando claras todas as etapas para a realização da investigação e os cuidados que devem ser tomados. Peça ajuda aos estudantes para essa construção.

Materiais

- seringa descartável de 20 mL, com tampa
- dois recipientes de plástico (tipo embalagem de sorvete)
- recipiente para aquecer a água
- água
- cubos de gelo
- fogão ou bico de Bunsen
- cola instantânea

Procedimentos

a) Deixe o êmbolo da seringa na posição 10 mL, coloque um pouco de cola instantânea na tampa e vede a ponta da seringa.

b) Encha um dos recipientes com água à temperatura ambiente e adicione os cubos de gelo. Aqueça a água e coloque-a no outro recipiente.

c) Coloque a seringa no pote com água e gelo até uma altura que possa cobrir a seringa até a marca dos 15 mL, pelo menos. Observe por alguns minutos e anote suas conclusões.

d) Coloque a seringa no pote com água quente até uma altura que possa cobrir a seringa até a marca dos 15 mL, pelo menos. Observe por alguns minutos e anote suas conclusões.

MODERNA

- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, sugerimos que o professor continue atuando como orientador, incentivando-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem. No entanto, execute as etapas que podem causar danos a eles, como manipular a cola instantânea e a água aquecida.
- Caso os estudantes manipulem a cola instantânea e a água aquecida, é importante que usem luvas de proteção e que sejam supervisionados por um adulto. A cola pode grudar no dedo e a água aquecida pode causar queimaduras.
- Durante a montagem do experimento, se não houver fogão disponível, pode-se usar o bico de Bunsen ou um dispositivo elétrico portátil para aquecimento de água conhecido como rabo-quente.
- Se os dados obtidos não corresponderem aos de uma transformação isobárica, questione os estudantes sobre quais seriam as causas que teriam influenciado nos resultados. Algumas possibilidades seriam: o atrito do êmbolo com a seringa, o ar que não teria sido um gás ideal, entre outras.
- Oriente-os a divulgar os resultados, as discussões das questões e as conclusões de forma expositiva para os outros grupos.

Respostas para as questões

1. Espera-se que os estudantes respondam que o êmbolo da seringa subiu ao ser colocado na água quente, porque a massa do gás aprisionado teve sua temperatura elevada, aumentando o volume do gás em razão da força aplicada por ele sobre o êmbolo.

2. Espera-se que os estudantes respondam que o êmbolo da seringa desceu ao ser colocado na água gelada, porque a massa do gás aprisionado teve sua temperatura diminuída, reduzindo o volume do gás; assim, o êmbolo voltou à sua posição inicial.

3. Espera-se que os estudantes respondam que cada uma das variáveis de estado que caracterizam a massa (temperatura, pressão e volume) sofreram alterações, mas, como a pressão neste experimento pode ser considerada praticamente constante, temos uma transformação chamada isobárica.

4. Espera-se que os estudantes respondam que foi possível observar a energia térmica de uma massa gasosa sendo transformada em energia mecânica ao perceber o deslocamento do êmbolo da seringa.

Destino dos resíduos

- Veja com o professor a possibilidade de reaproveitar o material utilizado, ou descarte-o de maneira adequada em lixeiras de coleta seletiva.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 83

4. Durante o preparo de um balão de ar quente, o ar de seu interior é aquecido, elevando sua temperatura e expandindo o seu volume, o qual corresponde a uma expansão do volume do balão. Esse comportamento é relacionado a uma transformação isobárica, no qual a pressão permanece constante.

5. Durante um mergulho, por exemplo, as bolhas liberadas pela respiração sobem. Durante a subida, a pressão da água sobre a bolha diminui à medida que ela se aproxima da superfície; assim, a bolha se expande, aumentando o seu volume. Esse fato é relacionado a uma transformação isotérmica, cuja temperatura é praticamente constante.

6. Espera-se que os estudantes mencionem o aumento da temperatura e, consequentemente, o aumento da pressão do vapor no interior da panela. Essa ocorrência se deve ao fato de não haver variação de volume, tratando-se portanto de uma transformação isovolumétrica.

Páginas 90 e 91

2. $T = 1\,192$ K

No estudo dos gases, a grandeza temperatura deve ser expressa na escala absoluta (escala Kelvin). Portanto, primeiramente, faz-se a conversão de escala da temperatura inicial fornecida pelo gráfico:

$$T_0 = T_C + 273 = 25 + 273 = 298 \therefore T_0 = 298 \text{ K}$$

A partir dos volumes fornecidos pelo gráfico, em que $V_0 = 2$ L e $V = 8$ L, utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isobárica, tem-se:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{2}{298} = \frac{8}{T} \Rightarrow T = \frac{8 \cdot 298}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\,384}{2} = 1\,192 \therefore T = 1\,192 \text{ K}$$

3. $p = 6{,}7 \cdot 10^4$ Pa

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isotérmica, tem-se:

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow 2 \cdot 10 = p \cdot 30 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = \frac{20}{30} \simeq 0{,}67 \therefore p \simeq 0{,}67 \text{ atm}$$

Transformando a unidade de medida atm para pascal, a partir da relação 1 atm $= 10^5$ Pa, temos:

$p = 0{,}67 \cdot 10^5 = 6{,}7 \cdot 10^4 \therefore p = 6{,}7 \cdot 10^4$ Pa

4. $p \simeq 1{,}15 \cdot p_0$

Transformando a unidade de medida Celsius para kelvin, tem-se:

$$T_0 = T_C + 273 = 14 + 273 = 287 \therefore T_0 = 287 \text{ K}$$

$$T = T_C + 273 = 57 + 273 = 330 \therefore T = 330 \text{ K}$$

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isovolumétrica, tem-se:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} \Rightarrow \frac{p_0}{287} = \frac{p}{330} \Rightarrow p = \frac{330 \cdot p_0}{287} \therefore p \simeq 1{,}15 \cdot p_0$$

5. Alternativa **e**. Todas as afirmativas são verdadeiras. As afirmativas **I** e **III** tratam de transformações isobáricas, nas quais a variação do volume é diretamente proporcional à variação da temperatura. A afirmativa **II** está correta também, pois é o que se enuncia na lei de Avogadro para os gases ideais.

MODERNA

6. $T \simeq 98{,}7$ K

Como o recipiente tem o êmbolo fixo, o volume permanece constante, portanto, a transformação é isovolumétrica. Transformando a unidade de medida de temperatura Celsius para kelvin, tem-se:

$$T_0 = T_C + 273 = 23 + 273 = 296 \therefore T_0 = 296 \text{ K}$$

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isovolumétrica, tem-se:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} \Rightarrow \frac{p_0}{296} = \frac{\frac{1}{3} \cdot p_0}{T} \Rightarrow T = \frac{\frac{296 \cdot p_0}{3}}{p_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{296 \cdot p_0}{3} \cdot \frac{1}{p_0} = \frac{296}{3} \simeq 98{,}7 \therefore T \simeq 98{,}7 \text{ K}$$

7. $V \simeq 17{,}9 \text{ cm}^3$

Transformando a unidade de medida de temperatura Celsius para kelvin, tem-se:

$$T_0 = T_C + 273 = 10 + 273 = 283 \therefore T_0 = 283 \text{ K}$$

$$T = T_C + 273 = 65 + 273 = 338 \therefore T = 338 \text{ K}$$

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isobárica, tem-se:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{15}{283} = \frac{V}{338} \Rightarrow V = \frac{338 \cdot 15}{283} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{5\,070}{283} \simeq 17{,}9 \therefore V \simeq 17{,}9 \text{ cm}^3$$

9. Alternativa **b**. Sujeitos aos mesmos esforços, o pneu da bicicleta **A** deforma menos que o pneu da bicicleta **B**, portanto, tem-se $p_A > p_B$. Em relação às massas, os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, no entanto, o pneu da bicicleta **A** é mais fino que o pneu da bicicleta **B**. Uma vez que as massas são diretamente proporcionais aos volumes, tem-se $V_A < V_B \therefore m_A < m_B$.

10. $V = 5 \text{ m}^3$

A partir do gráfico, tem-se os valores $p_0 = 10 \cdot 10^5 = 10^6$ Pa; $p = 4 \cdot 10^5$ Pa e $V_0 = 2 \text{ m}^3$. Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isotérmica, tem-se:

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow 10^6 \cdot 2 = 4 \cdot 10^5 \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{2 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^5} = 5 \therefore V = 5 \text{ m}^3$$

11. $V \simeq 29{,}7$ L

Transformando a unidade de medida de temperatura Celsius para kelvin:

$$T_0 = T_C + 273 = 27 + 273 = 300 \therefore T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T = T_C + 273 = -50 + 273 = 223 \therefore T = 223 \text{ K}$$

Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{1 \cdot 10}{300} = \frac{0{,}25 \cdot V}{223} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{223 \cdot 10}{300 \cdot 0{,}25} \simeq 29{,}7 \therefore V \simeq 29{,}7 \text{ L}$$

12. $p \simeq 10^5$ Pa

Transformando a unidade de medida de temperatura Celsius para kelvin, tem-se:

$$T_0 = T_C + 273 = 30 + 273 = 303 \therefore T_0 = 303 \text{ K}$$

$$T = T_C + 273 = 180 + 273 = 453 \therefore T = 453 \text{ K}$$

Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{2 \cdot 2}{303} = \frac{p \cdot 6}{453} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = \frac{4 \cdot 453}{6 \cdot 303} \simeq 1 \therefore p \simeq 1 \text{ atm}$$

Sendo 1 atm $= 10^5$ Pa, a nova pressão do gás é, aproximadamente, 10^5 Pa.

13. Soma: 01 + 04 + 08 = 13

01 - Verdadeira.

02 - Falsa. Em uma transformação isotérmica, a pressão é inversamente proporcional ao volume, de modo que a equação geral dos gases ideais é dada por $p_0 \cdot V_0 = p \cdot V$.

04 - Verdadeira.

08 - Verdadeira.

16 - Falsa. A variação de uma das grandezas que descrevem o estado de um gás ideal faz que ao menos uma outra também sofra variação, isto é, alterar a pressão de um gás fará que o volume ou a temperatura ou ambos sofram alteração.

14. $T = 166{,}5$ °C

Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{2 \cdot 2}{293} = \frac{1{,}5 \cdot 4}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{293 \cdot 6}{4} = 439{,}5 \therefore T = 439{,}5 \text{ K}$$

Transformando a unidade de medida da temperatura kelvin para Celsius, tem-se:

$$T = T_K - 273 = 439{,}5 - 273 = 166{,}5 \therefore T = 166{,}5 \text{ °C}$$

15. Espera-se que os estudantes respondam que, ao colocar a lata de alumínio na água fria, o gás que estava aquecido tem sua temperatura diminuída. Isso provoca a diminuição da pressão e do volume gás no interior da lata. Assim, uma quantidade de água é puxada para dentro da lata e, devido à diferença de pressão interna e externa, a lata acaba sendo amassada.

16. $p = 6$ atm

Utilizando a equação geral dos gases ideais, temos:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{3 \cdot 6}{300} = \frac{p \cdot 4}{400} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = \frac{7\,200}{1\,200} \therefore p = 6 \text{ atm}$$

MODERNA

CAPÍTULO 8
Termodinâmica

Objetivos

- Calcular o trabalho em uma transformação a partir de um diagrama de pressão *versus* volume.
- Calcular o trabalho para transformações gasosas isobáricas, isotérmicas, isovolumétricas e adiabáticas.
- Conceituar energia interna de um gás.
- Conhecer a primeira lei da Termodinâmica e estudar cada uma das transformações gasosas da sua análise.
- Relacionar a primeira lei da Termodinâmica com os fenômenos meteorológicos.
- Compreender a segunda lei da Termodinâmica e o conceito de entropia.
- Analisar o funcionamento de uma máquina de Carnot e calcular o seu rendimento.
- Caracterizar os ciclos Otto e Diesel, suas aplicações e seus rendimentos.
- Analisar o ciclo de refrigeração que ocorre em uma geladeira.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Páginas 92 e 93

BNCC EM DESTAQUE

- A questão sugerida nessas páginas incentiva os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para explicar uma situação do cotidiano, contribuindo para desenvolver a **competência geral 1**.
- A análise de gráficos presentes nessas páginas leva os estudantes a ler e interpretar informações por meio de recursos visuais, contribuindo para desenvolver a **competência geral 4**.

- Retome o conceito de combustão comentando que, ao queimar um combustível em uma determinada aplicação, deseja-se aproveitar a energia liberada na forma de trabalho.
- Faça uma revisão sobre transformações gasosas, estudadas no capítulo anterior. Comente que, durante o funcionamento do motor, a movimentação dos pistões após a explosão do combustível é uma forma de trabalho.
- Explique que não é possível converter toda a energia liberada na queima do combustível em trabalho, pois parte dessa energia é perdida no atrito entre as partes do motor ou absorvida diretamente pelo material que o compõe, levando ao aquecimento. Isso pode ser percebido, por exemplo, com o aquecimento do motor dos veículos.
- Na página **92**, diga aos estudantes que o valor de energia liberada pela gasolina citado é dado considerando que ela é composta 100% por moléculas de octano. A gasolina real não libera essa quantidade de energia, pois leva outros compostos químicos na mistura. Para o etanol também foi considerada a energia liberada para esse composto puro, o que não ocorre na realidade.
- Apresente a expressão matemática para o cálculo do trabalho termodinâmico, fazendo uma analogia ao cálculo do trabalho mecânico, no caso da transformação ilustrada, e deduzindo a fórmula.
- Peça que os estudantes observem o gráfico e explique como é feita a representação da transformação isobárica em um diagrama da pressão *versus* volume.
- Mostre que a área entre o gráfico e o eixo do volume corresponde à área de um retângulo com altura equivalente a p e base equivalente a ΔV. Portanto, a área do gráfico é numericamente igual ao trabalho.
- Explique a relação entre a expansão e a contração de um gás e o trabalho realizado ou recebido por ele.
- Apresente os outros diagramas de pressão em função do volume e explique como é obtido o trabalho em cada transformação.

Página 94

- Explique o conceito de energia interna de um gás citando que suas partículas possuem energia cinética, energia potencial, energia química, caso ocorram ligações entre átomos e a energia contida em seus núcleos.
- Peça aos estudantes que observem a ilustração e expliquem como esses tipos de energia estão associados aos movimentos de translação, vibração e rotação das partículas do gás.
- Apresente a expressão matemática que relaciona a energia interna do gás com a sua temperatura.
- Comente com os estudantes que a energia interna é uma energia intrínseca ao sistema, sendo a soma de todas as energias de todas as moléculas em uma média. Apesar de a energia interna ser diretamente ligada à grandeza temperatura, o calor é apenas uma consequência de sua diferença entre sistemas.
- Ao apresentar a relação da energia interna do gás ideal monoatômico, explique que ele está diretamente relacionado às formas com que os seus constituintes podem se mover, ou seja, aos graus de liberdade apresentados pelos constituintes do gás. Cada possível movimento contribui com uma energia cinética média descrita por $\frac{1}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$. Em um gás monoatômico, as partículas possuirão energia cinética atribuída às três direções de translação, portanto sua energia interna será de:

$$U = 3 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot n \cdot R \cdot T\right) = \frac{3 \cdot n \cdot R \cdot T}{2}$$

- Quando o gás não é monoatômico, passa a ter maior número de graus de liberdade, uma vez que passa a ser capaz de rotacionar, vibrar, entre outras possibilidades.

MODERNA

Páginas 96 e 97

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT102**, pois permite avaliar intervenções de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.
- A questão da página **96** permite aos estudantes relacionar situações do cotidiano ao conhecimento científico, contribuindo para desenvolver a **competência geral 1**.
- A interpretação de recursos visuais (gráficos) para analisar as transformações isobárica, isotérmica e isovolumétrica contribui para desenvolver a **competência geral 4**.

- Peça aos estudantes que observem a ilustração do motor em funcionamento. Explique qual é a função e como funciona o radiador em um automóvel, mencionando que, durante o funcionamento do motor, grande parte da energia liberada na queima do combustível é convertida em calor. Comente que, apesar de o motor transformar parte da energia em calor e este ser considerado perda de energia, alguns fatores são beneficiados com o aumento da temperatura, como o óleo, que lubrifica melhor as peças nessa condição.
- Apresente a primeira lei da Termodinâmica e a expressão matemática que a representa relacionando-a ao princípio da conservação de energia. Comente que além de Joule, o médico alemão Julius Robert Von Mayer (1814-1878) também influenciou o conceito de calor referente à energia e à sua conservação. Mayer, em uma de suas expedições a serviço da Marinha, percebeu que o sangue de pacientes inseridos no clima tropical era mais escuro que o sangue dos pacientes no clima gelado da Europa. Assim, ele concluiu que era menor a absorção de oxigênio (O_2) para manter a temperatura em um clima tropical e que a energia mecânica dos músculos provinha da energia química dos alimentos, sendo conectados à energia mecânica e à energia térmica. Essas informações enfatizam aos estudantes que o conhecimento científico é uma construção humana e coletiva, contribuindo para desenvolver a **competência geral 1**.
- Explique o que ocorre em uma transformação isobárica com aumento da temperatura a partir de uma análise da primeira lei da Termodinâmica. Explique como variam, nessa transformação, o calor, o trabalho e a energia interna do gás. De modo análogo, explique o que ocorre em uma transformação isobárica com a diminuição da temperatura, concluindo que, nessa transformação, o calor, o trabalho e a energia interna do gás têm variação negativa.
- Explique o que ocorre em uma transformação isotérmica a partir de uma análise da primeira lei da Termodinâmica. Retome a equação para o cálculo da energia interna para mostrar que, à temperatura constante, a variação de energia interna é nula. Utilizando a equação geral da primeira lei da Termodinâmica, mostre por que nessa transformação o calor recebido é convertido em trabalho.
- Explique o que ocorre em uma transformação isovolumétrica a partir de uma análise da primeira lei da Termodinâmica. Retome a equação para o cálculo do trabalho para mostrar que, com volume constante, o trabalho é nulo. Utilizando a equação geral da primeira lei da Termodinâmica, mostre por que nessa transformação o calor recebido provoca o aumento da energia interna do gás.
- Explique o que ocorre em uma transformação adiabática a partir de uma análise da primeira lei da Termodinâmica. Utilizando a equação geral da primeira lei da Termodinâmica mostre que, quando não ocorre troca de calor, o trabalho é realizado à custa da diminuição da energia interna do gás.
- Além da lei geral dos gases usada para descrever uma transformação adiabática, na página **97**, também é possível trabalhar com as variáveis de estado (pressão, volume e temperatura) por meio da lei de Poisson. O físico e matemático francês Siméon-Denis Poisson (1781-1840) desenvolveu uma relação entre a pressão e o volume do gás durante a ocorrência de uma transformação adiabática dada por: $p_0 \cdot V_0^{\gamma} = p \cdot V^{\gamma} \Rightarrow p \cdot V^{\gamma} = \text{constante}$.
- O expoente γ é chamado expoente de Poisson e é dado por $\gamma = \frac{c_p}{c_V}$, em que c_p é o calor específico de aquecimento do gás à pressão constante e c_V é o calor específico de aquecimento do gás em volume constante.
- A lei de Poisson também pode ser escrita em função da temperatura. Utilizando a equação dos gases ideais de Clapeyron $(p \cdot V = n \cdot R \cdot T)$, obtém-se a seguinte relação: $T_i \cdot V_i^{\gamma-1} = T_f \cdot V_f^{\gamma-1} = \text{constante}$.

Página 98

BOXE COMPLEMENTAR

BNCC EM DESTAQUE

- O tema abordado nesse boxe permite aos estudantes relacionar o conhecimento científico na busca de soluções para situações do cotidiano, desenvolvendo a **competência geral 1**. Além disso, esse tema possibilita conhecer características do trabalho de profissionais da meteorologia, incentivando os estudantes a refletir sobre projetos de vida e contribuindo para desenvolver a **competência geral 6**.
- Essa seção também permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, ao relacionar a primeira lei da Termodinâmica à inversão térmica.

- Inicie a abordagem desse boxe solicitando aos estudantes que citem a importância dos serviços meteorológicos para nosso cotidiano e para diversos setores da economia. Aproveite esse contexto para promover uma conversa sobre as principais atuações de um meteorologista e as principais características desse tipo de trabalho. Leve para a sala materiais que trazem informações sobre essa profissão e as principais instituições que formam esses profissionais.
- Aproveite a discussão sugerida anteriormente para incentivar os estudantes a expressar seus projetos de vida

MODERNA

relacionados à escolha da profissão. Essa é uma reflexão que faz parte da **cultura juvenil**.

- Durante a leitura do texto do boxe, enfatize as principais características atmosféricas que os meteorologistas analisam e as relacione com aspectos da primeira lei da Termodinâmica. Se for necessário, solicite, antecipadamente, que os estudantes pesquisem informações sobre massas de ar, frentes, formação de nuvens e de chuva, umidade e temperatura do ar atmosférico. Promova um compartilhamento dessas informações antes de ler o boxe, a fim de facilitar a compreensão do tema.
- Enfatize a relação entre os movimentos das massas de ar e as variações de temperatura, e como a temperatura do ar varia com a altitude.
- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 98.**

a) Considera-se que, conforme a altitude aumenta, o ar se expande de maneira adiabática ($Q = 0$). Assim, pela primeira lei da Termodinâmica, teremos:

$$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 0 = \tau + \Delta U \Rightarrow \Delta U = -\tau$$

Assim, a variação de energia interna tem comportamento oposto ao trabalho. Quando o ar se expande de forma adiabática, realizando trabalho, a energia interna diminui. Como a energia interna está ligada à temperatura do ar, se a energia diminui, isso implica uma diminuição de temperatura também.

b) Como o ar é comprimido adiabaticamente, conforme desce, sua temperatura aumenta. Considerando um acréscimo de 10 °C para cada quilômetro de redução na altitude, sua temperatura no nível do mar será de:

$T_{final} = T_{inicial} + 10 \cdot 7 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_{final} = -40 + 70 = 30 \therefore T_{final} = 30\,°C$

Páginas 99 e 100

BNCC EM DESTAQUE

- A questão sugerida na página **99** incentiva os estudantes a refletir sobre uma situação com base nos conhecimentos científicos que estudaram até o momento, contribuindo para desenvolver a **competência geral 1**.
- O trabalho com o conceito de entropia está relacionado à habilidade **EM13CNT102**.

- Apresente o exemplo dos corpos com temperaturas diferentes que são colocados em contato até atingir o equilíbrio térmico. Explique que, se os corpos trocam calor entre si sem perder calor para o ambiente, a primeira lei da Termodinâmica é respeitada.
- Explique que em um caso real, como o motor à explosão, não é possível transformar todo o calor recebido em trabalho, pois há perdas para o ambiente e pelo atrito entre suas peças.
- Apresente o enunciado da segunda lei da Termodinâmica. Explique que o sentido do fluxo de calor pode ser invertido em algumas situações, porém, para que isso ocorra, é necessário realizar trabalho sobre o sistema.
- Usando o exemplo da organização das bolas de bilhar, explique que, naturalmente, a tendência dos sistemas é se dirigir para um estado com menor organização. Para que retornem à situação de maior organização, é necessário realizar trabalho sobre esses sistemas.
- Apresente o conceito de entropia, explicando que a entropia total do universo sempre aumenta. Utilize o exemplo da manutenção dos seres vivos na Terra, em que a entropia do sistema diminui. Em seguida, comente que, se for analisada a manutenção da vida considerando necessidade de absorver energia do Sol, esse também é um sistema que apresenta aumento da entropia, pois energia útil se transforma em energia degradada.
- Enuncie a segunda lei da Termodinâmica em termos da entropia e enfatizando que a entropia permite também explicar porque alguns processos são espontâneos.

Páginas 101 a 103

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem do boxe **Trocando ideias** incentiva os estudantes a trabalhar em grupo e respeitar as opiniões dos colegas, contribuindo para desenvolver a **competência geral 9**. Além disso, esse boxe incentiva os estudantes a argumentar com base em informações históricas provenientes de fontes confiáveis, contribuindo para desenvolver as **competências gerais 1** e **7**, e representar informações por meio de um recurso visual, a linha do tempo, contribuindo para desenvolver a **competência geral 4**.
- A interpretação de informações científicas provenientes de recursos visuais (gráficos) durantes essas páginas contribui para desenvolver a **competência geral 4**.

Página 101

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer diferentes máquinas térmicas desenvolvidas ao longo da história.
- Identificar e descrever as aplicações das máquinas térmicas no cotidiano.

Orientações

- Oriente os estudantes a pesquisar informações históricas em livros e *sites* confiáveis, procurando mais de uma fonte e comparando as informações em busca de divergências. Durante a pesquisa, eles devem procurar informações sobre os impactos que essas máquinas tiveram na sociedade, com destaque para a Revolução Industrial. Além disso, é importante que eles pesquisem também quais outros tipos de motores substituíram os motores a vapor.
- Para a elaboração da linha do tempo, peça aos estudantes que pesquisem diferentes modelos de linhas do tempo, identificando os elementos que elas devem ter, o formato, as informações e os materiais de que precisarão.
- É importante também que eles representem na linha do tempo o caráter humano e coletivo da construção do conhecimento científico.

MODELO

- Após a montagem da linha do tempo, peça que, após apresentar aos colegas, exponham-na em um mural da escola.

Resposta

- Resposta pessoal. Os estudantes podem citar que uma das primeiras máquinas térmicas idealizadas foi a eolípila de Heron de Alexandria, que consistia de uma esfera metálica preenchida com água, com dois canos, e que girava quando a água era aquecida e o vapor era expelido pelos canos. Na sequência, eles podem citar as máquinas a vapor como: bombas-d'água, trens a vapor, barcos a vapor, motores a combustão interna, entre outras máquinas térmicas.

- Retome o funcionamento da máquina a vapor, estudada no capítulo anterior. Explique que ela é chamada de máquina térmica e que nesse tipo de máquina é produzido trabalho por meio de um fluxo espontâneo de calor.
- Apresente as características de uma máquina térmica, como a fonte quente e a fonte fria. Explique como a diferença entre o calor das duas fontes é convertida em trabalho.
- Apresente o conceito de rendimento e a expressão matemática utilizada para o seu cálculo.

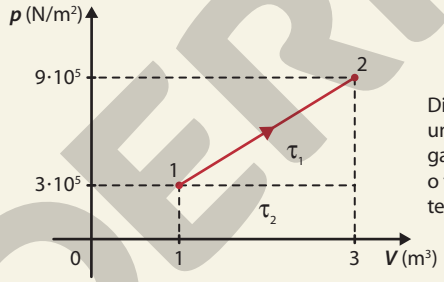
Páginas 102 e 103

- Utilizando o diagrama, apresente o ciclo de Carnot, composto por duas transformações adiabáticas e duas isotérmicas.
- Explique que, nesse ciclo, ocorrem trocas de calor somente entre o gás e as fontes quente e fria. Portanto, trata-se de um ciclo ideal.
- Apresente a expressão matemática para o cálculo do rendimento no ciclo de Carnot em função das temperaturas da fonte quente e da fonte fria.
- Apresente o ciclo Otto, utilizado nos motores a explosão dos automóveis. Descreva e explique cada uma das etapas utilizando o diagrama da pressão *versus* volume.
- Explique também o ciclo Diesel e faça uma comparação entre o rendimento desse ciclo e do ciclo Otto.
- Explique o funcionamento de uma geladeira mostrando como o ciclo termodinâmico com uma compressão e uma expansão, intercaladas com uma vaporização e uma condensação do fluido refrigerante, conseguem retirar o calor de dentro do aparelho.
- Ao tratar dos ciclos termodinâmicos, explique que a energia se conserva, mas a entropia não.
- É importante enfatizar a diferença entre uma máquina térmica de combustão externa (máquina a vapor) e os motores de combustão interna, como os de automóveis, aviões e motos. Nos motores de combustão externa, a combustão ocorre separadamente do recipiente em que há trabalho. No caso de uma máquina a vapor, a combustão aquece a água de uma caldeira, a qual se pressuriza e empurra um êmbolo. Nesse caso, o combustível fica em um recipiente distinto do vapor que realiza trabalho. Já nos motores de combustão interna, o combustível é queimado no mesmo compartimento em que ocorre o trabalho, uma vez que é a própria expansão do gás queimado que empurra o êmbolo.
- No ciclo Otto, na página **102**, explique que nos motores com ciclo de dois tempos, como os utilizados em motocicletas, motosserras e *karts*, por exemplo, a admissão e a expansão ocorrem simultaneamente, assim como a exaustão e a compressão. Esse motor possui maior potência em razão de sua massa menor e porque realiza uma explosão a cada ciclo.
- É importante comentar sobre os fluidos refrigerantes, na página **103**, como os CFCs que prejudicam a camada de ozônio (O_3). Explique que embora os HCFCs e os HFCs sejam menos prejudiciais, o primeiro também agride (embora menos) a camada de ozônio, e o segundo pode influenciar no efeito estufa. Essa abordagem está relacionada ao tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**.

Respostas e orientações para as Atividades *Página 95*

2. $\tau_{total} = 12 \cdot 10^5\ J$

Uma vez que o trabalho termodinâmico é numericamente igual à região delimitada no diagrama $p \times V$, seu valor pode ser obtido dividindo essa região em duas partes, com formas equivalentes a um triângulo e um retângulo:



HELOÍSA PINTARELLI

Diagrama $p \times V$ para uma transformação gasosa, destacando o trabalho termodinâmico.

O cálculo da área então será:

$$\tau_1 \overset{N}{=} A_{triângulo} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{2 \cdot (6 \cdot 10^5)}{2} \therefore \tau_1 = 6 \cdot 10^5\ J$$

$$\tau_2 \overset{N}{=} A_{retângulo} = b \cdot h = 2 \cdot (3 \cdot 10^5) \therefore \tau_2 = 6 \cdot 10^5\ J$$

O trabalho total será a soma dos dois:

$$\tau_{total} = \tau_1 + \tau_2 = 6 \cdot 10^5 + 6 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau_{total} = 12 \cdot 10^5 \therefore \tau_{total} = 12 \cdot 10^5\ J$$

3. a) $\tau_{ABC} = 6 \cdot 10^5\ J$

No trecho **AB** ocorre uma transformação isovolumétrica, cujo trabalho é nulo. Assim, só há realização de trabalho no trecho **BC**. Pela área do gráfico, temos:

$$\tau_{ABC} \overset{N}{=} A_{retângulo} \Rightarrow \tau_{ABC} = b \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau_{ABC} = 1 \cdot (6 \cdot 10^5) \therefore \tau_{ABC} = 6 \cdot 10^5\ J$$

b) $\tau_{ADC} = 3 \cdot 10^5\ J$

No trecho **DC** ocorre uma transformação isovolumétrica, cujo trabalho é nulo. Assim, só há realização de trabalho no trecho **AD**. Pela área do gráfico, temos:

$$\tau_{ADC} \overset{N}{=} A_{retângulo} \Rightarrow \tau_{ADC} = b \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau_{ADC} = 1 \cdot (3 \cdot 10^5) \therefore \tau_{ADC} = 3 \cdot 10^5\ J$$

c) $\tau = 4{,}5 \cdot 10^5\ J$

No trecho **AC** ocorre uma expansão com aumento de pressão; o trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área do trapézio, abaixo da linha do gráfico:

MODERNA

$\tau \overset{N}{=} A_{\text{trapézio}} \Rightarrow \tau = \dfrac{(B + b) \cdot h}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \tau = \dfrac{9 \cdot 10^5}{2} \therefore \tau = 4{,}5 \cdot 10^5 \text{ J}$

4. Alternativa **a**.

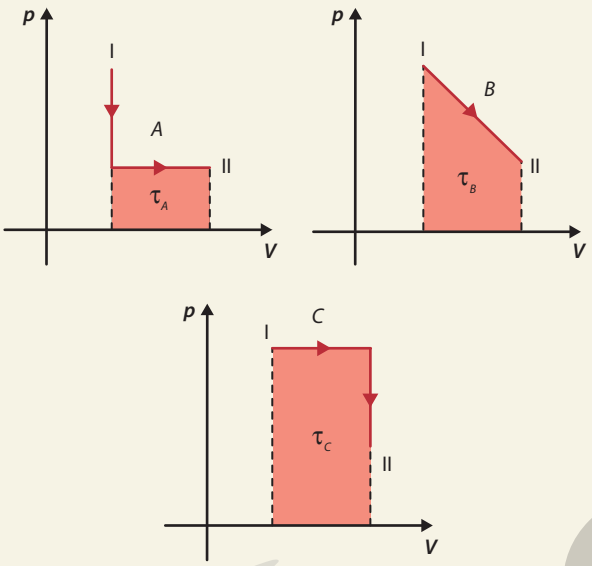
Como a variação de temperatura $\Delta T = T_{II} - T_I$ é a mesma para as três transformações, temos que:

$\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$

ou seja, não depende do caminho.

Já o trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área sob a curva correspondente à transformação gasosa e o eixo dos volumes (horizontal) no diagrama $p \times V$. Assim, segundo o diagrama e o esquema das figuras abaixo, temos que:

$\tau_C > \tau_B > \tau_A$



Diagramas $p \times V$ para determinadas transformações gasosas, destacando o trabalho termodinâmico.

ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

6. $\Delta U = 1\,992$ J

Convertendo as temperaturas para a escala kelvin, temos:

$T_0 = 20 + 273 \therefore T_0 = 293$ K

$T = 60 + 273 \therefore T = 333$ K

Portanto, as energias internas inicial e final são dadas por:

$U_0 = \dfrac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow U_0 = \dfrac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot 293 \Rightarrow$

$\Rightarrow U_0 = \dfrac{9\,182{,}8}{2} \therefore U_0 = 14\,591{,}4$ J

$U = \dfrac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T \Rightarrow U = \dfrac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot 333 \Rightarrow$

$\Rightarrow U = \dfrac{3\,166{,}8}{2} \therefore U = 16\,583{,}4$ J

A variação da energia interna (ΔU) do gás vale:

$\Delta U = U - U_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U = 16\,583{,}4 - 14\,591{,}4 \therefore \Delta U = 1\,992$ J

7. a) Verdadeira.

b) Verdadeira.

c) Falsa. Como em uma transformação isotérmica a temperatura não varia, não há variação da energia interna.

d) Falsa. A energia interna de um gás pode aumentar ou diminuir em uma transformação isovolumétrica, pois a temperatura do gás pode aumentar ou diminuir.

Páginas 104 e 105

1. I) Verdadeira.

II) Verdadeira.

III) Falsa. Em uma transformação adiabática, a energia interna diminui quando o gás realiza trabalho $(\Delta U = -\tau)$.

IV) Falsa. O calor recebido pelo gás em uma transformação isotérmica é convertido em trabalho $(Q = \tau)$.

2. Alternativa **a**.

1. Verdadeira.

2. Verdadeira.

3. Falsa. O trabalho realizado pelo gás no processo $B \rightarrow C$ é dado pela área sob a curva:

$\tau_{B \rightarrow C} = 3 \cdot p_0 \cdot (2 \cdot V_0 - V_0) \therefore \tau_{B \rightarrow C} = 3 \cdot p_0 \cdot V_0$

4. Falsa. O processo $C \rightarrow D$ não é isobárico, pois há variação de pressão. De acordo com a afirmação **2**, o processo $C \rightarrow D$ é isotérmico.

3. a) $\Delta U = 480$ J

Pela primeira lei da Termodinâmica, considerando o trabalho recebido como negativo, temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = -80 + \Delta U \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U = 400 + 80 \therefore \Delta U = 480$ J

b) $T \simeq 298{,}6$ K ou $T \simeq 25{,}6$ °C

Transformando a unidade de medida de Celsius para kelvin, teremos:

$T_0 = T_C + 273 = 20 + 273 \therefore T_0 = 293$ K

Utilizando a relação da primeira lei da Termodinâmica e da variação da energia interna, temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = 120 + \Delta U \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U = 400 - 120 \therefore \Delta U = 280$ J

Usando a equação para a energia interna de um gás ideal monoatômico:

$\Delta U = \dfrac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow 280 = \dfrac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T = \dfrac{280}{49{,}8} \Rightarrow \Delta T \simeq 5{,}6 \Rightarrow T - T_0 \simeq 5{,}6 \Rightarrow$

$\Rightarrow T - 293 \simeq 5{,}6 \Rightarrow T \simeq 298{,}6 \therefore T \simeq 298{,}6 \text{ K} \simeq 25{,}6 \text{ °C}$

c) $\tau = 300$ J

Determinando a variação de volume do recipiente, transformando a unidade de medida centímetro cúbico em metro cúbico e a unidade atm para pascal, e utilizando o cálculo para a transformação isobárica, temos:

$\Delta V = A \cdot \Delta h = 200 \cdot 5 = 1\,000 \therefore \Delta V = 1\,000 \text{ cm}^3$

$\dfrac{1}{\Delta V} = \dfrac{10^6}{1000} \therefore \Delta V = 10^{-3} \text{ m}^3$

$\dfrac{1}{3} = \dfrac{10^5}{p} \therefore p = 3 \cdot 10^5$ Pa

$\tau = p \cdot \Delta V = (3 \cdot 10^5) \cdot 10^{-3} = 300 \therefore \tau = 300$ J

MODERNA

d) $T \simeq 301$ K ou $T \simeq 28$ °C

Como o êmbolo não se move, não há variação de volume, portanto o trabalho é nulo. Utilizando a relação da primeira lei da Termodinâmica e da variação de energia interna, temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = 0 + \Delta U \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U = 400 \therefore \Delta U = 400$ J

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow 400 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T = \frac{400}{49{,}8} \Rightarrow \Delta T \simeq 8 \Rightarrow T - T_0 \simeq 8 \Rightarrow$

$\Rightarrow T - 293 \simeq 8 \therefore T \simeq 301$ K $\simeq 28$ °C

4. Ao compreender a entropia como a desordem do sistema, percebe-se que parte do calor cedido pela fonte quente necessariamente será degradado para a fonte fria, assim como transformado em outros tipos de energia, impossibilitando que 100% desse calor gere trabalho. Essas outras energias podem ser compreendidas como a vibração da máquina, a produção de som, a irradiação térmica, entre outros. Máquinas térmicas na prática, como automóveis, por exemplo, transformam parte da energia proveniente da combustão em calor que aquece o motor, em energia sonora etc. Essas transformações impedem que as máquinas térmicas consigam obter um rendimento de 100%.

5. Tratando-se do motor de um automóvel, que pode ser considerado uma máquina de Carnot, o ambiente é a fonte fria, e quanto maior a diferença entre as temperaturas da fonte quente e da fonte fria, maior é o rendimento de uma máquina de Carnot.

6. $\tau = 324$ J

Para o cálculo do rendimento, levamos em conta as temperaturas das fontes:

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{273}{373} \simeq 0{,}27 \therefore \eta \simeq 0{,}27$

O trabalho realizado é dado por:

$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow 0{,}27 = \frac{\tau}{200} \therefore \tau = 324$ J

7. Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

01 - Verdadeira.

02 - Falsa. O rendimento não depende da natureza do gás, mas sim das temperaturas (ou calores trocados) iniciais e finais.

04 - Verdadeira.

08 - Verdadeira.

16 - Verdadeira.

8. a) $\eta = 0{,}4$ ou $\eta = 40\%$

$\eta = \frac{\tau}{Q_1} = \frac{800}{2\,000} \therefore \eta = 0{,}4 = 40\%$

b) $Q_2 = 1\,200$ J

$\tau = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_1 = \tau + Q_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 2\,000 = 800 + Q_2 \therefore Q_2 = 1\,200$ J

c) $\eta \simeq 0{,}6$ ou $\eta \simeq 60\%$

Transformando a unidade de medida Celsius para kelvin:

$T_1 = T_C + 273 = 480 + 273 = 753 \therefore T_1 = 753$ K

$T_2 = T_C + 273 = 30 + 273 = 303 \therefore T_2 = 303$ K

Utilizando o rendimento de Carnot, temos:

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{303}{753} \Rightarrow$

$\Rightarrow \eta = 1 - 0{,}4 \therefore \eta = 0{,}6 = 60\%$

9. a) $\eta = 0{,}25$ ou $\eta = 25\%$

O rendimento da máquina térmica ideal (η) pode ser obtido a partir da razão entre o trabalho realizado (τ) e a quantidade de calor recebido pela máquina térmica da fonte quente (Q_1):

$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$

O trabalho realizado é igual à diferença entre as quantidades de calor recebido da fonte quente e cedido para a fonte fria:

$\tau = Q_1 - Q_2 \Rightarrow 50 = Q_1 - 150 \therefore Q_1 = 200$ cal

Assim, o rendimento dessa máquina térmica será dado por:

$\eta = \frac{\tau}{Q_1} = \frac{50}{200} \therefore \eta = 0{,}25 = 25\%$

b) $T_2 = 27$ °C

A temperatura prevista para a fonte fria é dada pela proporcionalidade entre as quantidades de calor e as respectivas temperaturas, dadas em escala absoluta:

$T_1 = 127 + 273 \therefore T_1 = 400$ K

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{200}{150} = \frac{400}{T_2} \therefore T_2 = 300$ K

Convertendo a temperatura para a escala Celsius, temos:

$T_2 = 300 - 273 \therefore T_2 = 27$ °C

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Espera-se que os estudantes reconheçam que a afirmativa está incorreta, uma vez que cada espécie, ou até mesmo indivíduos de uma população, responde de maneiras distintas às mudanças no meio. Isso se deve ao fato de cada espécie apresentar uma tolerância ambiental e se desenvolver adequadamente em determinadas condições ambientais. Quando essas se alteram, a depender da tolerância dos seres vivos, eles respondem de maneiras distintas a tais mudanças, sendo alguns mais sensíveis que outros.

2. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam e discutam a respeito dos conteúdos trabalhados nos capítulos **2** e **3**, analisando criticamente a interferência de

MODERNA

cada atividade antrópica à biodiversidade, bem como a viabilidade e importância de cada medida de conservação sugerida. Aproveite o momento para avaliar os conhecimentos dos estudantes, retomando parte do conteúdo, se necessário. Ao longo da conversa, eles podem citar novos itens a ser adicionados às listas **1** e **2** que, porventura, não tenham sido citados inicialmente.

3. O papel de tornassol é um indicador ácido-base que acentua a cor vermelha em meio ácido, e azul em meio alcalino. Entretanto, em meio neutro, uma tira de papel tornassol vermelha fica avermelhada e uma tira de papel tornassol azul fica azulada. Assim, essa solução deve apresentar pH neutro. O sal cloreto de sódio, quando está em solução aquosa, apresenta íons que não reagem com a água. Nesse caso, como trata-se de um sal formado por ácido e base fortes, não há hidrólise salina, por isso o pH da solução é igual ao da água.

4. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes retomem parte do conteúdo de cinética química. Aproveite o momento para avaliar a aprendizagem deles retomando parte do conteúdo, se necessário.

5. O objetivo dessa questão é que os estudantes discutam e relacionem os conteúdos trabalhados nos capítulos **7** e **8**, auxiliando no entendimento e fixação dos conteúdos. Eles devem identificar que nas expansões o gás realiza trabalho e nas compressões o meio externo realiza trabalho sobre o gás. Além disso, devem dizer que, nas transformações em que a temperatura aumenta, a energia interna também aumenta; e se a temperatura diminui, a energia interna também diminui. Caso eles tenham dificuldade em realizar a atividade, retome os conteúdos trabalhados.

6. O objetivo dessa questão é que os estudantes utilizem os conhecimentos construídos ao longo da unidade e percebam que uma máquina com 100% não é possível e nem viável. Eles podem responder que seria necessária uma máquina térmica totalmente sem atrito (dissipação de energia) e que a fonte fria estivesse à temperatura de zero absoluto (0 K), que é impossível de ser obtida. Dessa forma, gastaríamos muito mais energia para produzir uma fonte fria com temperatura próxima de 0 K, do que utilizar uma máquina térmica com rendimento menor que 100%.

SER CONSCIENTE

Páginas 106 e 107

Objetivos

- Conceito de cidades sustentáveis.
- Analisar a sustentabilidade na cidade em que vivem.

Orientações

- Ao abordar a reportagem sobre o município de Curitiba, explique que ela não foi planejada para ser uma cidade sustentável no princípio, mas seus gestores, no século XX, perceberam que o crescimento acentuado da capital paranaense exigia modificações em sua estrutura.
- Explique aos estudantes que, por algum tempo, o processo de urbanização foi muito criticado e considerado responsável pelos problemas advindos com o aumento da população. Durante a construção e o crescimento da cidade, não houve planejamento adequado. Pessoas passaram a buscar locais antes não habitáveis para construir suas moradias; houve ampliação de áreas industriais e comerciais e aumento do fluxo viário.
- As cidades no passado foram planejadas para crescerem menos e em menor velocidade. Com isso, surgiram diversos problemas, como a necessidade de moradia, melhorar as condições dos bairros com a presença de asfalto, água e esgoto tratados, instalação de pontos de ônibus, praças, arborização, entre outros.
- A partir dos problemas advindos com o aumento populacional, surgiram ideias como as cidades verdes, ou ecocidades, conhecidas hoje como cidades sustentáveis. Para que isso ocorra, seus gestores devem modificar a dinâmica de diversos serviços e oferecer outros aos habitantes. É primordial reduzir o desperdício, propiciando coleta seletiva e reciclagem; transformar resíduos orgânicos em adubos, reduzindo a quantidade desses materiais nos aterros sanitários; prevenir a poluição, estimulando o transporte público e a locomoção por meio de bicicleta, pela construção de ciclovias; buscar fontes de energia renováveis, plantio de árvores nativas; tratar água e esgoto nos bairros; construir escolas e creches, evitando que as crianças precisem se locomover a longas distâncias e necessitem de transporte veicular.
- Peça aos estudantes que analisem o município em que vivem e verifiquem se ele apresenta características de uma cidade sustentável. Para isso, eles precisam conhecer a dinâmica da sua cidade, como que bairros ou regiões estão se expandindo, quais são as áreas em que é possível instalar bairros, quais áreas são menos procuradas, entre outros. Essas informações ajudam a prever onde é necessário realizar mudanças e construir bairros que sejam sustentáveis no longo prazo.
- Questione se no bairro em que vivem há arborização suficiente nas ruas e praças. Pergunte se a prefeitura mantém as árvores podadas, retirando as que podem cair e se providenciam o replantio após a retirada de uma planta. Questione também sobre as áreas de lazer da região, se esses ambientes recebem manutenção e os cuidados necessários para que sejam locais de convivência das pessoas.
- Aproveite para abordar a iluminação pública. Questione se ela está presente em todas as regiões e sobre sua manutenção. Outro ponto a ser analisado é a sinalização viária, com a presença de placas, semáforos e faixas de pedestres em todos os bairros visando à segurança da população.
- Pergunte se o bairro em que vivem recebe tratamento de água e coleta e tratamento de esgoto, e se esse serviço é fornecido com qualidade. Também questione sobre a coleta de resíduos, se há coleta seletiva, analisando inclusive a frequência com que ela ocorre. Pergunte se há usina de com-

MODERNA

postagem e reciclagem na cidade ou nos arredores. Lembre os estudantes que o saneamento básico é fundamental para a saúde das comunidades, evitando a veiculação de diversas doenças.

- Questione se eles consideram que o município estimula o uso de fontes alternativas de energia elétrica, como energia solar ou energia eólica. Pergunte se os veículos de transporte público e veículos da prefeitura são movidos a biocombustíveis ou energia elétrica. Explique que isso demonstra preocupação com a emissão de poluentes atmosféricos.
- Pergunte também se há fiscalização suficiente dos problemas ambientais no município. Questione se eles acreditam que as medidas tomadas pelo poder público no combate aos problemas ambientais e aos que descumprem as leis são suficientes para coibir atividades que afetam a biodiversidade.

BNCC EM DESTAQUE

- Essa abordagem de levantamento das condições da cidade em que vivem pode levar os estudantes a desenvolver a **competência geral 8**, pois os coloca perante os problemas ambientais e que afetam a sociedade local. Além disso, esse trabalho permite a abordagem dos temas contemporâneos transversais **Educação ambiental**, **Saúde** e **Ciência e Tecnologia**.

- Explique aos estudantes que o planejamento urbano depende do trabalho conjunto de diversos profissionais, analisando os aspectos referentes às suas respectivas áreas. Para a transformação de cidades em lugares sustentáveis, é necessário o trabalho integrado de diferentes profissionais, como biólogos, arquitetos, engenheiros, físicos e químicos, no desenvolvimento de soluções que aliem tecnologia, criatividade e sustentabilidade. Aproveite para abordar o tema contemporâneo transversal **Trabalho**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Enfatize aos estudantes que o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis é um dos 17 objetivos propostos pela *ONU*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 13 ago. 2020. Envie esse documento aos estudantes e utilize a metodologia ativa sala de aula invertida. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XIX** deste suplemento.
- Oriente-os a ler o material e elaborar um texto sobre suas conclusões. Após a leitura, peça aos estudantes que conversem sobre suas conclusões. Permita que troquem ideias e discutam sobre as possibilidades e limitações desses objetivos. É importante que os estudantes compartilhem ideias e aprendam a ouvir opiniões divergentes. Esse trabalho permite o desenvolvimento das **competências gerais 5** e **9**.

Respostas

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema. Anote as principais informações na lousa e as retome/avalie ao longo do estudo da seção. Espera-se que eles relacionem cidades sustentáveis à integração do desenvolvimento urbano e ambiental, respeitando a biodiversidade e a qualidade de vida dos cidadãos.

2. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, ao mesmo tempo que os incentiva a refletir sobre as informações apresentadas no texto. Espera-se que os estudantes respondam que o planejamento urbano ajuda na sustentabilidade das cidades, uma vez que possibilita que elas cresçam de modo controlado. Além disso, é possível prever a manutenção/criação de áreas verdes, a disponibilização de serviços de saneamento básico a toda população, a criação de áreas de cultura e lazer, entre outras medidas.

A) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois essa implementação inclui diversas medidas que buscam melhorar as relações do ser humano com o ambiente, tornando-as mais harmoniosas. Além disso, tais medidas também incentivam a igualdade e a universalização da qualidade de vida para todas as pessoas. Nesse sentido, tais medidas buscam reduzir as desigualdades e apresentar um mundo em que, na prática, todos são iguais e têm os mesmos direitos e deveres. Além disso, todos os cidadãos passam a se sentir parte da sociedade e pertencentes àquela comunidade, levando-os a respeitar e cuidar dos espaços de uso individuais, como suas residências, e coletivos, como parques e áreas de lazer, satisfazendo a suas necessidades sem deixar de pensar nas necessidades do outro e das futuras gerações.

B) Resposta pessoal. As respostas variam de acordo com a realidade de cada bairro e município. Por isso, incentive o respeito às possíveis diferenças, levando-os a reconhecer as diferentes realidades. Quanto às possíveis medidas de melhorias dos governantes, eles podem citar investimento em infraestrutura, garantindo acesso a meios de transporte coletivos eficientes, ampliação da rede de coleta de resíduos recicláveis e da reciclagem deles, priorização de projetos que visem à manutenção ou criação de áreas verdes nos bairros, entre outras. Já os cidadãos podem auxiliar nessas melhorias separando corretamente os resíduos recicláveis, consumindo conscientemente e dando prioridade a produtos que primem pelo meio ambiente, priorizando o uso de meios de transporte coletivos, valorizando e cuidando as áreas verdes do bairro e do município, entre outros.

MODERNA

UNIDADE 2

Saúde humana

Nessa unidade são abordados conteúdos relacionados aos cuidados com o corpo humano, enfatizando a importância de uma vida saudável, bem como os hábitos e atitudes necessários para ter uma adolescência e juventude bem vividas (possibilitando o trabalho do componente curricular **Biologia**). A unidade também aborda o que é e como são formados os polímeros naturais e artificiais, além da importância deles para o corpo e suas aplicabilidades no cotidiano humano (possibilitando o trabalho do componente curricular **Química**). Por fim, essa unidade trabalha os sons e a audição, abordando as características das ondas e as propriedades do som, além da luz e da visão humana (possibilitando o trabalho do componente curricular **Física**).

Objetivos da unidade

- Refletir e analisar os hábitos e atitudes que favorecem um estilo de vida saudável.
- Conhecer e refletir sobre algumas vulnerabilidades da adolescência/juventude.
- Compreender o que são polímeros e as reações químicas de formação para sua obtenção.
- Refletir sobre a influência dos polímeros em nosso cotidiano e no meio ambiente.
- Conhecer as características das ondas e relacioná-las à audição e à visão humanas.
- Conhecer alguns danos causados pelo uso excessivo da tecnologia à audição e à visão humanas, refletindo sobre alguns cuidados necessários nesse contexto.

Justificativas

Nessa unidade são abordados conteúdos relacionados à saúde humana. De maneira geral, esses conteúdos fornecem subsídios para os estudantes desenvolverem a habilidade **EM13CNT207**, pois lhes apresentam hábitos e atitudes relacionados aos aspectos físico, psicoemocional e social que contribuem com uma vida saudável, incentivando-os a identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas. Além disso, possibilita aos estudantes analisar as propriedades de polímeros artificiais e avaliar a adequação do uso deles em diferentes aplicabilidades, o que fornece subsídios para propor soluções sustentáveis para o uso cotidiano, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**. Por fim, o estudo do som e da luz, bem como da audição e da visão humanas, contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT306**, pois fornece subsídios para os estudantes avaliarem os riscos envolvidos em atividades do cotidiano relativas a esses sentidos e refletirem sobre a importância do uso de equipamentos que evitam danos a esses sentidos.

A abordagem dessa unidade possibilita o desenvolvimento de várias competências gerais e específicas, as quais serão apontadas ao longo deste suplemento.

Abertura da unidade *Páginas 108 e 109*

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem sobre as Diretas Já possibilita o desenvolvimento das **competências gerais 1** e **10**, pois incentiva os estudantes a valorizarem os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo social e compreenderem a importância da colaboração individual e coletiva para a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem das páginas de abertura favorece o trabalho com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, principalmente do componente curricular **História**. Para isso, organize os estudantes em grupos de quatro integrantes e oriente-os a realizar uma pesquisa a respeito das Diretas Já na internet, em livros, revistas e jornais. Enfatize a importância da busca de informações em fontes confiáveis.
- Peça a eles que, após a pesquisa, façam um resumo dos principais pontos desse acontecimento. Oriente-os a conversar a respeito desses pontos e a refletir sobre qual é o papel do jovem como cidadão ativo e responsável por suas atitudes, bem como a contribuição desse acontecimento para a democracia.
- Se julgar conveniente, solicite que cada grupo apresente à turma a sua visão a respeito das Diretas Já, incentivando o diálogo, a argumentação e a troca de ideias entre os estudantes.
- Essa atividade favorece o desenvolvimento da **competência específica 6 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, pois fornece subsídios para os estudantes compreenderem a importância da participação do debate público de forma crítica, respeitando diferentes posições e fazendo escolhas alinhadas ao exercício da cidadania.

MODERNA

Respostas

A Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem sobre seu papel como cidadãos ativos na sociedade. Incentive-os a compartilhar sua vivência com os colegas, comentando, por exemplo, sobre os objetivos do movimento do qual participaram, onde esse movimento foi realizado, se ele ocorreu de maneira pacífica, entre outras informações.

B Os estudantes podem comentar que a busca por melhorias pode ocorrer por meio de atitudes diárias, que visem esse bem-estar social, tendo em vista que cada cidadão é figura-chave na moldagem da sociedade, como em atitudes de honestidade, solidariedade e empatia em nosso dia a dia. Essas melhorias também são possíveis por meio do voto, que deve ser consciente e visando à escolha de representantes que primem por melhorias sociais.

C Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre o que é saúde em seu caráter mais amplo (bem-estar social, mental e físico) e sobre o seu papel na busca por melhorias na saúde. Eles podem comentar que isso é possível por meio de atitudes diárias de cuidado com a saúde, como ter uma alimentação adequada, praticar atividades físicas, manter convívio social e familiar e ter momentos de lazer. No caso da saúde dos demais membros da sociedade, os adolescentes/jovens podem atuar incentivando essas atitudes nas demais pessoas, cobrando de autoridades e governos ações de melhorias nesse setor, denunciando situações que prejudiquem a saúde dos membros da comunidade, entre outras atitudes.

CAPÍTULO 1
Cuidados com o corpo humano

Objetivos

- Reconhecer o conceito amplo de saúde.
- Identificar e analisar vulnerabilidades às quais as adolescências e as juventudes estão expostas.
- Reconhecer comportamentos de risco para a saúde e sugerir atitudes de cuidado.
- Reconhecer a importância dos serviços de infraestrutura para a manutenção da saúde.
- Compreender o que é agir com responsabilidade em relação ao próprio corpo, à saúde sexual e reprodutiva.
- Reconhecer a importância do acesso à informação e de atitudes que ajudam na vivência da adolescência/juventude.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

Página 110

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem desse capítulo contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT207**, pois incentiva os estudantes a identificar e analisar vulnerabilidades às quais as juventudes estão expostas, incluindo as dimensões físicas, psicoemocionais e sociais, com o objetivo de promover a saúde.
- A questão **2** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 8**, pois incentiva os estudantes a refletir com autocrítica sobre seus hábitos, avaliando a contribuição deles para a manutenção de sua saúde física e emocional.
- O trabalho com o boxe **Trocando ideias** favorece o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois possibilita o diálogo entre diferentes gerações, contribuindo para o exercício da empatia e do respeito à vivência de outras pessoas.

- Se considerar pertinente, aproveite o momento para discutir com os estudantes sobre as *fake news* relacionadas às vacinas. Nesse caso, leve-os a refletir criticamente sobre a importância das vacinas para a manutenção da saúde. É possível estabelecer uma relação com o **Boxe complementar** (página **111**).

Página 110

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Discutir mudanças pelas quais a sociedade humana vem passando, levando em conta benefícios e prejuízos.
- Refletir sobre as melhorias e os prejuízos que o desenvolvimento tecnológico trouxe para a sociedade.

Orientações

- Oriente os estudantes a realizar essa atividade em duplas.
- Peça que elaborem previamente algumas questões a serem feitas às pessoas que entrevistarem. Veja algumas sugestões de perguntas a seguir.
  - > Quantos filhos as famílias tinham em média?
  - > Você vivia na área urbana ou na área rural?
  - > Todos os membros da sua família tinham acesso à escola? Como era essa escola?
  - > Qual era o papel da mulher na família e na sociedade da época? Quais dificuldades as mulheres enfrentavam?
  - > Quais as dificuldades que você enfrentava nessa época?
  - > Quantas pessoas da sua família sabiam ler e escrever?
  - > Quais membros da sua família trabalhavam e com que idade?
  - > A quais tecnologias você tinha acesso na época?
  - > Quais meios de locomoção eram utilizados?
  - > Quais tipos de trabalho você e seus familiares desempenhavam?

- Peça a eles que anotem as principais informações da conversa no caderno e/ou, caso o entrevistado autorize, gravem a conversa.
- Se achar conveniente, solicite aos estudantes que conversem com a pessoa entrevistada a respeito de como foi a adolescência e a juventude dela.
- Ao final, solicite a eles que conversem sobre o que esperam para a sociedade no futuro, posicionando-se como agentes transformadores dessa realidade. Se achar conveniente, peça a eles que elaborem um texto sobre suas conclusões a respeito da atividade e do tema.
- Como produto dessa atividade, os estudantes podem produzir um *podcast* com trechos das entrevistas para serem divulgados para a turma. Nesse caso, oriente-os a recolher a autorização dos entrevistados para divulgação. Oriente-os também a editar as entrevistas, apresentando apenas os trechos mais relevantes e incluindo comentários próprios. Esse trabalho de produção de *podcast* incentiva os adolescentes/jovens a divulgar suas ideias e as informações adquiridas utilizando formas de expressão das **culturas juvenis**.
- Se preferir, essa atividade pode ser realizada ao final desse capítulo, após os estudantes terem uma visão mais ampla sobre a adolescência e a juventude na sociedade atual, bem como para retomar parte do conteúdo abordado na unidade **1** desse volume, focando na relação do ser humano com o ambiente e outros seres vivos, por exemplo.

Resposta

- Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a valorizarem as vivências dos idosos e conhecer as mudanças pelas quais a sociedade passou ao longo dos anos por meio de relatos e experiências vividas.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem das mudanças pelas quais a sociedade humana vem passando nas últimas décadas possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente do componente curricular **História**, pois é possível abordar a organização familiar, as relações de trabalho com as profissões atuais e do passado, o papel do homem e da mulher na sociedade, entre outros aspectos, contribuindo para o desenvolvimento das **competências específicas 1** e **4 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**.

Página 111

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem do assunto do **boxe complementar** contribui para o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT310**, pois incentiva os estudantes a investigar e a analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços de saneamento, bem como a identificar as necessidades locais e regionais desses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a qualidade de vida e para a saúde da população. Além disso, também favorece o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Educação financeira e fiscal**, pois é uma oportunidade de levar os estudantes a refletirem sobre os investimentos feitos em infraestrutura e saneamento básico com o dinheiro público, avaliando o acesso da população a esses serviços e a qualidade deles.
- As imagens relacionadas à limpeza urbana e à vacinação contribuem para o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Trabalho** e a **competência geral 6**, pois possibilitam abordar a importância dos serviços prestados por profissionais como gari, enfermeiro e técnico de enfermagem para a sociedade, incentivando os estudantes a valorizar a diversidade de saberes e vivências que envolve esses profissionais, contribuindo para entender as relações próprias do mundo do trabalho. Aproveite o momento para valorizar esses profissionais e relembrar os estudantes de que funcionários da saúde e da limpeza tiveram papéis fundamentais durante a pandemia da COVID-19 e que esses serviços continuaram a ser prestados à população sem interrupção.
- As questões propostas nessa página favorecem o desenvolvimento da **competência geral 10**, pois incentivam os estudantes a refletir sobre ações pessoais e coletivas com base em princípios éticos e democráticos, visando buscar o acesso digno ao saneamento básico. Além disso, favorecem o desenvolvimento das **competências gerais 7** e **9**, pois possibilitam aos estudantes exercitarem a empatia, dialogarem, exporem seus argumentos e defenderem suas ideias sobre o assunto com base em fatos e dados confiáveis, promovendo o respeito aos direitos humanos e a consciência socioambiental, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros cidadãos e do planeta.

Página 111

BOXE COMPLEMENTAR

- Explore com os estudantes os tipos de serviços que fazem parte do saneamento básico e a situação desses serviços no município em que residem.
- Leve os estudantes a refletir que o acesso ao saneamento básico vai além da prevenção de doenças, contribuindo para o bem-estar psíquico e social dos indivíduos. Explique que, em geral, as pessoas que vivem em locais onde não há esse serviço disponível costumam viver em condições precárias de moradia e são economicamente vulneráveis, o que também prejudica o acesso a uma alimentação adequada.

MODERNA

- Viver em um ambiente de esgoto a céu aberto, com poluição de resíduo e mau cheiro, é uma situação que deprecia a qualidade de vida das pessoas e fere a dignidade humana, podendo influenciar negativamente no bem-estar físico, mental e social.
- As diferentes condições socioeconômicas às quais os adolescentes e os jovens estão expostos contribuem para a formação de diferentes juventudes, expostas a uma variedade de vulnerabilidades, sendo as classes econômicas mais baixas as mais afetadas.
- Aproveite o momento e enfatize aos estudantes que os serviços de saneamento básico são pilares para manter a saúde da população e do ambiente. Dessa maneira, o dinheiro investido pelo setor público nesses serviços gera uma economia ainda maior em relação a atendimento médico, medicação e declínio de produtividade laboral em razão de doenças. Estima-se que a cada R$ 1,00 investido em saneamento básico economiza-se R$ 4,00 em saúde.
- Para auxiliar os estudantes a responder às questões propostas nessa página, sugira o acesso aos relatórios a seguir.
  > *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2018*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>. Acesso em: 14 ago. 2020.
  > *Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2018*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 14 ago. 2020.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 111.**

  a) O objetivo dessa questão é que os estudantes realizem pesquisas em *sites* confiáveis, desenvolvendo a autonomia no levantamento de dados, ao mesmo tempo em que discutem e refletem sobre eles. Espera-se que os estudantes tenham uma visão geral e regional do acesso ao saneamento básico, verificando que algumas regiões têm cobertura desse serviço menor que outras, o que interfere diretamente na saúde da população e nos gastos públicos com esse setor. Os dados podem variar conforme a fonte e o ano pesquisados, mas, de modo geral, o acesso ao saneamento básico não é universal no Brasil: a área rural é menos atendida que a área urbana, assim como as regiões Norte e Nordeste são menos assistidas por esses serviços que as demais regiões.

  b) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes conheçam a realidade do local onde vivem e reflitam sobre medidas que podem ajudar a reduzir os possíveis prejuízos à qualidade de vida da população, atuando como cidadãos ativos. A resposta é variável de acordo com o bairro analisado.

  Ao final da atividade, oriente os estudantes a elaborar panfletos, digitais ou impressos, com os dados levantados e as medidas elencadas para distribuir nos bairros avaliados, visando conscientizar e orientar a população local.

Página 112

SALA DOS PROFESSORES

- A leitura e a interpretação dos artigos de Lei citados nessa página possibilitam o trabalho conjunto com os professores da área de **Linguagens e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Lingua Portuguesa**, pois é possível explorar esse tipo de gênero textual levando em conta o contexto em que foram produzidos, o público a que se destina e sua finalidade.

Páginas 113 a 117

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **113**, bem como o tema transtornos alimentares abordado no **boxe complementar**, contribui para o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Educação alimentar e nutricional**, pois incentiva os estudantes a refletir sobre os transtornos alimentares comuns na adolescência e na juventude, levando-os a analisar as possíveis causas e consequências desses problemas, buscando conscientizá-los sobre a importância de uma alimentação adequada e da necessidade de pedir ajuda e tratamento profissional caso estejam passando por algum desses transtornos.
- A abordagem dessas páginas favorece o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Saúde**, pois apresenta aos estudantes diferentes fatores que prejudicam tanto a saúde física quanto a mental, o que também possibilita desenvolver a **competência geral 8**, incentivando-os a refletir sobre a importância de conhecer o próprio corpo e cuidar da saúde.
- A imagem do adolescente em atendimento com um psicólogo, apresentada na página **116**, contribui para o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois incentiva os estudantes a valorizar a diversidade de saberes e vivências que envolvem esse profissional, contribuindo para entender as relações próprias do mundo do trabalho, o que pode auxiliar em suas escolhas profissionais, colaborando com o seu projeto de vida.

- Em razão da sobreposição de faixa etária entre adolescência e juventude, optamos por abordar as vulnerabilidades que afligem tanto adolescentes quanto jovens, uma vez que ambas as fases de desenvolvimento estão sujeitas a fragilidades semelhantes ou relacionadas, principalmente na faixa etária de sobreposição.

MODERNA

Página 114

BOXE COMPLEMENTAR

- Ao ler o texto desse boxe com os estudantes, forme uma roda de conversa para explorar as questões apresentadas. Permita que exponham suas opiniões e elaborem conclusões coletivas sobre esse assunto.
- Para obter mais informações sobre sofrimentos mentais, especialmente sobre os que acometem as fases da infância, adolescência e juventude, acesse o material *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Disponível em: <http://www.niip.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual-Diagnosico-e-Estatistico-de-Transtornos-Mentais-DSM-5-1-pdf.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- Caso julgue interessante e seja possível, programe com a direção da escola e os responsáveis pelos estudantes uma palestra com um profissional da área, como um psicólogo ou psiquiatra, para abordar essa temática com a comunidade escolar.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 114.**

  a) O objetivo dessa questão é que os estudantes exponham seus conhecimentos e opiniões sobre o assunto, refletindo sobre possíveis padrões impostos pela sociedade atual e a real relevância desses padrões. Leve os estudantes a refletir criticamente sobre o porquê de esses serem considerados por muitos como o padrão corporal aceitável e questione-os por que outros tipos corporais também não podem ser considerados ideais ou aceitáveis. Caso algum deles levante o questionamento de querer mudar algo em seu corpo, questione-o quanto ao motivo, levando-o a reconhecer que tudo deve ser feito de modo responsável e a fim de melhorar a qualidade de vida e não apenas a aparência, com base em padrões impostos pela sociedade.

  b) O objetivo dessa questão é que, ao mesmo tempo em que os estudantes refletem sobre o assunto, eles atuem como cidadãos ativos na divulgação de informações sobre a importância do conhecimento sobre o assunto por diferentes membros da comunidade escolar e familiares. Oriente-os a divulgar o *podcast* em mídias variadas. Espera-se que os estudantes reconheçam que a aceitação do próprio corpo é essencial para evitar transtornos alimentares, os quais podem causar diversos danos ao organismo do indivíduo, e a importância de se procurar ajuda profissional para lidar com essas doenças. A produção de *podcast* sugerida nessa atividade incentiva os jovens a divulgar suas ideias e as informações adquiridas utilizando formas de expressão das **culturas juvenis**.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para explorar o tema gravidez na adolescência e na juventude, forme uma roda de conversa com os estudantes e faça a eles as seguintes perguntas, tanto para as meninas quanto para os meninos.
  - > Se hoje você descobrisse que iria ser pai/mãe com a idade que está agora, como reagiria a essa notícia? Quais sentimentos acredita que sentiria?
  - > Com um filho, o que você acredita que mudaria na sua rotina?
  - > Ter um filho requer muitas responsabilidades, cuidados e tempo. Que atividades você acredita que teria que deixar de realizar para cuidar de um bebê?
  - > Cuidar de um filho também implica gastos financeiros. Como você se responsabilizaria pelos gastos financeiros necessários ao ter um filho?
  - > Enquanto pai, como você poderia apoiar sua parceira para que ela tivesse uma gravidez saudável e tranquila?
  - > Você sabe quais são os deveres de um pai?
  - > Qual é a importância do pai durante a gestação e após o nascimento de um bebê?
  - > De quem é a responsabilidade de evitar a gravidez não planejada e as infecções sexualmente transmissíveis?
- As respostas a esses questionamentos são pessoais. O objetivo dessas questões é levar os estudantes a refletir sobre as mudanças produzidas pela gravidez na adolescência ou na juventude, avaliando as responsabilidades e os deveres diante do fato de uma nova vida estar se desenvolvendo. Leve-os a reconhecer as responsabilidades inerentes à paternidade e à maternidade.
- Além disso, incentive-os a discutir sobre o papel de homens e mulheres na prevenção de IST e de gravidez não planejada, buscando romper a visão de que a mulher seja a única responsável por isso, reconhecendo, assim, as responsabilidades dos homens e das mulheres no relacionamento sexual.

- Enfatize que cada um tem autoridade sobre o próprio corpo, não podendo o outro tocá-lo sem seu consentimento. Explique que, se o adolescente ou jovem se sentir constrangido com palavras, gestos ou toques de outra pessoa, deve dizer "não", procurar um adulto de sua confiança e explicar o que está acontecendo. Esse adulto poderá apoiá-lo e ajudar a evitar que essa situação ocorra novamente.
- Promova uma roda de conversa, levando os estudantes a refletir e compreender que ninguém tem direito sobre o corpo do outro e que o ser humano em sua sanidade mental é capaz de controlar seus atos.
- Para mais informações sobre o comportamento sexual de risco da juventude, leia o artigo *Mudança no comportamento sexual de jovens causa aumento de infecções sexualmente transmissíveis*. Disponível em: <https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/02/07/mudanca-no-comportamento-sexual-de-jovens-causa-aumento-de-infeccoes-sexualmente-transmissiveis/>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MODERNA

Sobre os casos de violência no Brasil, comente com os estudantes que eles incluem, por exemplo, negligência, violências psicológica, física, sexual e institucional e exploração de trabalho. Tais violências, geralmente, são praticadas por pessoas próximas ao convívio familiar (mãe, pai ou padrasto, tio(a)) e, em geral, na casa das vítimas ou do suspeito. Para obter mais informações a respeito desse assunto, acesse a página *Violência* no *site Observatório da Criança e do Adolescente*. Disponível em: <https://observatoriocrianca.org.br/cenario-infancia/temas/violencia>. Acesse também *Diretrizes nacionais para a atenção integral à saúde de adolescentes e jovens na promoção, proteção e recuperação da saúde*. Disponível em: <https://prceu.usp.br/repositorio/diretrizes-nacionais-para-a-atencao-integral-a-saude-de-adolescentes-e-jovens-na-promocao-protecao-e-recuperacao-da-saude/>. Acessos em: 14 abr. 2021.

- Ao abordar a violência, exponha aos estudantes que os jovens negros são muito mais vulneráveis a algumas formas de violência do que os jovens considerados brancos. O racismo é uma das principais causas de violência e letalidade, mesmo a população negra sendo maioria em nosso país, aproximadamente 55%. Nesse cenário de aumento na violência e letalidade contra pessoas negras, evidencia-se a necessidade de políticas para superar as desigualdades sociais, sobretudo voltadas para a juventude.

  Se possível, acesse com os estudantes o *site* da campanha *Vidas Negras*. Disponível em: <http://vidasnegras.nacoesunidas.org/materiais/>. Acesso em: 15 ago. 2020. Aproveite e promova uma roda de conversa com os estudantes sobre esse assunto. Busquem identificar os fatores que levam a população negra a ser mais vulnerável a diferentes formas de violência, bem como possíveis políticas públicas que possam contribuir para resolver esse problema.

  Para mais informações sobre o tema também é possível acessar o *Índice de Vulnerabilidade Juvenil à Violência e Desigualdade Racial 2014*. Esse índice traz diversas informações referentes à vulnerabilidade juvenil nas diferentes regiões brasileiras. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/parlamentar-de-inquerito/55a-legislatura/cpi-morte-e-desaparecimento-de-jovens/documentos/audiencias-publicas/anuario-2>. Acesso em: 15 ago. 2020.

Página 118

METODOLOGIAS ATIVAS

- Para explorar as questões **6** e **7**, caso considere pertinente e tenha receio de os estudantes não se abrirem sobre o assunto diante dos colegas, realize essas atividades utilizando a estratégia *one minute paper*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XX** deste suplemento.
- Para isso, oriente-os a escrever a resposta de cada questão em um pedaço de papel, somente identificando a questão a que se refere, não a si mesmo. Em seguida, peça a eles que entreguem as respostas a você, para que as leia para a turma, incentivando a conversa entre eles.
- Aproveite o momento e oriente os estudantes sobre, caso algum amigo tenha um comportamento de risco para essas situações, ser importante avisar um adulto, como professores, pedagogos e diretores da escola ou um familiar responsável. Eles poderão buscar ajuda para esse jovem, podendo retirá-lo de situações ou comportamentos de risco.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar interessante, oriente os estudantes a formar duplas e peça-lhes que escolham um dos assuntos abordados ao longo desse capítulo que chamou mais a sua atenção, por exemplo, violência, gravidez não planejada e transtornos alimentares. Oriente-os a conversar sobre o que apreenderam em relação ao assunto. Em seguida, proponha que cada dupla faça um texto breve expondo suas conclusões sobre o assunto. Por fim, peça para que voluntariamente as duplas leiam os seus textos para os colegas.

METODOLOGIAS ATIVAS

- A temática abordada nesse capítulo possibilita desenvolver várias atividades usando metodologias ativas que envolvam debates. Um exemplo é a estratégia *think-pair-share*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XXII** deste suplemento.
- Se julgar conveniente, aplique essa estratégia para desenvolver a atividade proposta no boxe **Acompanhamento de aprendizagem**. Solicite aos estudantes que escrevam em cartões enquanto debatem. Depois, colem o que escreveram em um mural para que todos possam ler.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 110

1. Resposta pessoal. Muitos estudantes poderão responder que os jovens são saudáveis porque não aparentam estar doentes. Nesse caso, incentive-os a refletir sobre o que é estar saudável. Leve-os a reconhecer que saúde vai além de não apresentar doenças, envolvendo, por exemplo, o bem-estar emocional, que pode ser identificado na imagem pelo aparente estado de felicidade dos jovens. No que diz respeito à questão de os jovens estarem cuidando da saúde, espera-se que os estudantes reconheçam que sim, uma vez que eles estão tendo um momento de lazer e de convívio social, em ambiente natural, medidas estas que favorecem a manutenção da saúde.

2. Resposta pessoal. Avalie as respostas dos estudantes levando-os a refletir sobre a amplitude dos hábitos relacionados à saúde, como ter uma alimentação saudável, praticar atividade física com frequência, ter amigos e se relacionar bem com as pessoas, ler e escutar música, os quais favorecem o bem-estar físico, social e emocional.

No *site* do *Ministério da Saúde* você encontra o *Guia alimentar para a população brasileira*. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020. Esse material apresenta informações sobre a alimentação dos brasileiros, incluindo dados sobre o aumento no

MODERNA

consumo de alimentos processados, tema abordado na questão **1** (página **119**). Se julgar conveniente, acesse essas informações com os estudantes.

Página 118

6. Resposta pessoal. Acolha as respostas deles e leve-os a refletir que uma juventude bem vivida envolve o bem-estar físico, mental e social, tanto do ponto de vista pessoal quanto em relação ao meio onde vive e às pessoas com as quais se relaciona.

7. Resposta pessoal. Se necessário, explore esse questionamento perguntando aos estudantes sobre a carreira que pretendem seguir, se pretendem aprender ou praticar algum ofício ou esporte, anseios pessoais e profissionais.

Página 119

1. **a)** Espera-se que os estudantes respondam que alimento *in natura* é aquele obtido diretamente de plantas e de animais, sem qualquer alteração, como carnes frescas, verduras e ovos. Os alimentos processados são aqueles aos quais, durante o preparo, são adicionados alguns itens, como açúcar, sal, óleo ou vinagre, como é feito em compotas de frutas e conservas. Já os alimentos ultraprocessados são aqueles produzidos industrialmente e aos quais são adicionados diversos elementos, como conservantes, corantes, sabores artificiais, como ocorre com sucos artificiais e bolachas recheadas.

b) Os estudantes podem citar motivos como a falta de tempo para preparar refeições em casa e com alimentos *in natura*, a praticidade do consumo de alimentos do tipo *fast-food* e ultraprocessados e o apelo comercial dos alimentos industrializados.

3. Alternativa **c**. Nas útlimas décadas, as juventudes, algumas vezes, têm pautado sua identidade contrapondo a lógica produtivista, o que se assemelha à cultura *hippie*, buscando por exemplo as ecovilas, e em outras, um modo de vida que desfrute das possibilidades capitalistas. Essa diversidade pode ser chamada de **culturas juvenis**, identidade cada vez mais difícil de ser definida dentro de estruturas de classes e que se remete a elementos culturais em uma dada experiência.

4. Alternativa **a**. A educação física favorece a interação social, pois, além de promover momentos de interação entre os estudantes, exige que eles tenham atitudes e respondam a divergências e a problemas de forma coletiva, muitas vezes sem a intervenção do adulto (professor).

5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes se insiram criticamente no ambiente onde vivem, ao mesmo tempo em que percebem as variações existentes entre os diferentes locais. É possível que eles apresentem diferentes visões a respeito da vivência da adolescência/juventude no local onde vivem. Isso favorece a ampliação da sua visão de mundo para além do local onde vivem e de sua realidade.

Se achar conveniente, peça aos estudantes que exponham os textos em um ambiente comum da escola. Não é necessário que os textos tenham autor e local identificados, levando os demais membros da comunidade escolar a refletir sobre as diferentes realidades.

CAPÍTULO 2
Polímeros

Objetivos

- Refletir sobre a importância da alimentação saudável, considerando quantidade e diversidade de alimentos.
- Reconhecer a importância da ingestão de alimentos variados visando a obtenção dos nutrientes necessários ao organismo.
- Relacionar alimentos comuns do cotidiano aos macronutrientes neles encontrados, possibilitando o desenvolvimento de um cardápio balanceado de acordo com as possibilidades e interesses do estudante.
- Relacionar as características estruturais de polímeros com seus efeitos micro e macroscópicos.
- Identificar compostos e produtos poliméricos naturais e sintéticos do cotidiano.
- Compreender a estrutura polimérica de algumas biomoléculas, como peptídios, proteínas, enzimas e sacarídios, e refletir sobre a importância dessas estruturas para o correto funcionamento do organismo.
- Problematizar a produção e o consumo, muitas vezes excessivos ou desnecessários, de polímeros sintéticos, compreendendo que podem trazer danos ambientais, engajando-se em hábitos de consumo ambientalmente mais adequados.
- Diferenciar mecanismos de produção de polímeros: polímeros de adição e polímeros de condensação.
- Conhecer os polímeros biodegradáveis e sua importância limitada como substitutos aos polímeros tradicionais.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 120 a 124

BNCC EM DESTAQUE

- Nessas páginas são propostas uma discussão sobre o que caracteriza uma alimentação saudável e de qualidade e a reflexão sobre os hábitos alimentares cotidianos, de forma a levar os estudantes a entendê-los e melhorá-los. São apresentados alguns macronutrientes e os alimentos nos quais eles são encontrados, de modo a direcionar as escolhas dos estudantes. Na sequência, abordam-se o que são polímeros e onde são encontrados na natureza. Com isso, os estudantes aprendem sobre as estruturas das cadeias poliméricas presentes em seus organismos, apropriando-se de mais saberes a respeito do funcionamento de seus corpos. Essas abordagens contribuem para desenvolver as habilidades **EM13CNT104**, **EM13CNT207**, **EM13CNT302** e **EM13CNT306**.
- As questões **1** e **2** da página **120** incentivam os estudantes a buscar informações científicas para avaliar sua alimentação, contribuindo para desenvolver as

MODERNA

competências gerais 1, **7** e **8**. Além disso, a abordagem inicial dessa página está relacionada ao tema contemporâneo transversal **Saúde**.

- Leia o trecho com os estudantes, e, depois, pergunte a eles quais são as possíveis consequências de hábitos alimentares pouco saudáveis, como a ingestão excessiva de alimentos processados e ultraprocessados, além da pouca variedade. Eles podem citar condições como sobrepeso ou obesidade, aumento do risco de doenças como hipertensão, diabetes e problemas cardíacos, entre outras. Duas doenças frequentemente esquecidas quando o assunto é alimentação são a anorexia e a bulimia. Se os estudantes não as citarem, inclua-as na discussão.
- Anote na lousa as doenças e condições citadas e peça aos estudantes que as definam. Escreva, ao lado de cada termo, a síntese dada pela turma.
- A discussão acerca de hábitos alimentares deve ser técnica, e não ideológica; ou seja, não se deve classificar um hábito como "correto" ou "incorreto", pois cada pessoa tem sua vivência e suas condições. No entanto, deixe claro à turma que diversas consequências negativas de um mal hábito alimentar são sérias e devem ser evitadas. Ressalte a importância do acompanhamento especializado, como de nutricionistas e endocrinologistas. Trata-se de um tema que aborda aspectos das **culturas juvenis**. Além disso, na turma, pode existir estudantes que estejam acima ou mesmo muito abaixo do peso ideal que já tenham sofrido *bullying*. Tome muito cuidado ao abordar os problemas relacionados à alimentação inadequada, para não incentivar o *bullying*. Para isso, expresse falas e exemplos genéricos, pautando-se em informações técnicas. Caso surjam comentários inoportunos, deixe explícito que cada pessoa é responsável pelo próprio corpo, tendo autonomia e liberdade; não deve ser julgada ou humilhada por quaisquer condições físicas ou psicológicas.
- O quadro da página **120** traz uma breve relação de macronutrientes e alguns alimentos em que são encontrados. Ao analisar as informações, enfatize a importância de se manter uma alimentação balanceada e recomende que os estudantes pesquisem outros exemplos de alimentos ricos em cada macronutriente citado no quadro. Anote os exemplos citados na lousa, elaborando um quadro mais completo. Peça a eles que copiem esse quadro no caderno e consultem-no sempre que necessário, ao escolher os alimentos que irão ingerir. Pergunte para a turma se há algum vegetariano ou vegano; em caso positivo, solicite-lhe que, caso se sinta confortável, explique como garante uma alimentação balanceada e saudável.

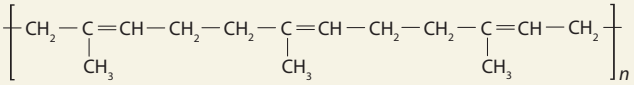
ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar conveniente, proponha aos estudantes uma discussão sobre a importância da obrigatoriedade de tabela nutricional nos rótulos das embalagens de produtos alimentícios. Leve para a sala de aula embalagens de alguns desses produtos e mostre os quadros de informações nutricionais que geralmente existem nos rótulos. Questione-os sobre a importância dessas informações.
- Proponha aos estudantes uma pesquisa de campo, como em um supermercado, levantando os produtos que geralmente são consumidos na alimentação do brasileiro no café da manhã, almoço e jantar, coletando as informações nutricionais desses produtos. Eles podem fotografar as tabelas nutricionais ou anotar as informações no caderno.
- Em seguida, solicite que elaborem dois cardápios com três refeições (café da manhã, almoço e jantar), sendo um deles com alimentos processados e outro sem alimentos processados. Peça que pesquisem na internet a composição nutricional dos alimentos não processados, com as quantidades de carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais.
- Converse com a turma comparando os resultados obtidos para os dois cardápios e discuta como essas informações permitem avaliar a necessidade de diminuir o consumo de alimentos processados.

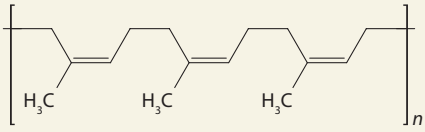
BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida anteriormente contribui para desenvolver as **competências gerais 7**, **8** e **9**, pois incentiva os estudantes a coletar informações confiáveis com os colegas e a argumentar com base nessas informações, a fim de refletir sobre aspectos que contribuem para sua saúde.

- O assunto polímeros pode apresentar alguma dificuldade aos estudantes ao imaginar uma cadeia carbônica de tamanho indefinido. Relembre-os de que uma cadeia carbônica pode ser indefinidamente longa enquanto seus átomos de carbono (C) estejam fazendo ligações entre si.
- Para ilustrar melhor um polímero e ajudar na visualização dos estudantes, desenhe na lousa o monômero do látex e sua cadeia polimérica, já presentes na página **121**. Sugerimos que desenhe também as ilustrações a seguir, representando o polímero com três unidades repetidoras.



ou



Fórmulas estruturais de três unidades do látex.

SALA DOS PROFESSORES

- A página **121** cita brevemente o látex, um importante polímero que serve de matéria-prima para a fabricação da borracha. Esse conteúdo possibilita trabalho conjunto com os professores de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, principalmente os dos componentes curriculares **Geografia** e **História**. Coordene

MODERNA

com esses professores a explicação sobre o ciclo da borracha no Brasil, nome dado ao período de forte entrada de capital no país graças às exportações de borracha, entre o fim do século XIX e o começo do XX.

- Abordem a importância dessa matéria-prima em diferentes setores da indústria, especialmente nas primeiras décadas da primeira Revolução Industrial. A borracha é um importante produto nas indústrias automotiva, petroquímica, de artigos esportivos, de calçados, da construção civil, de saneamento, de utensílios em geral, entre outras.
- Comentem que a região brasileira mais beneficiada pelo ciclo da borracha foi a Norte, em especial os estados do Amazonas e do Pará. A presença de seringueiras no território do Acre foi um dos motivos pelos quais o Brasil se interessou pela compra daquele território, que antes era de posse da Bolívia.

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem do boxe **Sala dos professores** contribui para desenvolver a **competência geral 6**, incentivando os estudantes a conhecer aspectos do trabalho dos seringueiros e a valorizá-lo. Além disso, contribui para desenvolver as **competências específicas 2** e **3** de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**.

- Ao abordar os aminoácidos, na página **122**, enfatize que eles são as unidades formadoras de proteínas e que a simples combinação de vinte aminoácidos permite a criação de uma infinidade de proteínas, de diferentes formas e tamanhos, cada qual com uma função específica no organismo.
- Ao trabalhar a formação da ligação peptídica, na página **123**, dê ênfase à localização dos grupos carboxila $(-COOH)$ e amina $(-NH_2)$ das moléculas iniciais e liberação de uma molécula de água (H_2O). Comente com os estudantes que a liberação de água indica que a polimerização é do tipo condensação, que será visto mais adiante.
- Explique aos estudantes que os carboidratos, trabalhados na página **124**, podem ser tanto uma cadeia linear quanto uma cadeia fechada, mostrando a sua leitura por meio das imagens.

Páginas 126 a 130

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho dessas páginas possibilita o desenvolvimento das **competências gerais 2**, **7** e **10**, das **competências específicas 1** e **3** de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das habilidades **EM13CNT104**, **EM13CNT206**, **EM13CNT306** e **EM13CNT309**, fazendo com que os estudantes reflitam e debatam sobre a utilização dos polímeros sintéticos em seu cotidiano, como o uso do plástico, engajando-os em práticas que viabilizam diminuir os impactos negativos que essa classe de materiais traz à natureza.

- Inicie a abordagem sobre os polímeros sintéticos e a forma como são sintetizados trabalhando a conscientização de seu uso por meio de questões como "Qual é a quantidade de plástico descartada por uma pessoa por dia?", "Qual a quantidade de plástico consumida no mundo durante um ano?", "Quais os principais usos do plástico ou outros tipos de polímeros em materiais do cotidiano?" etc. Dê oportunidade para que todos os estudantes exponham suas ideias e seus entendimentos do assunto.
- Em seguida, comente que, de acordo com uma pesquisa realizada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), em 2016, a produção de plástico no mundo atingiu 396 milhões de toneladas e a projeção para 2030 é que esse número atinja cerca de 550 milhões de toneladas. O Brasil era o quarto colocado na lista dos maiores geradores de resíduos plásticos no mundo em 2016, com 11,3 milhões de toneladas. A liderança da lista era dos Estados Unidos, com 70,8 milhões de toneladas. Para mais informações, acesse o *site* da *Pesquisa Fapesp*. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico/>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- Ao abordar a reciclagem dos materiais plásticos, na página **127**, questione os estudantes sobre a importância desse processo: "O que aconteceria se todo plástico produzido no mundo não fosse reciclado?", "Como ocorre o processo de reciclagem?", "Vocês destinam corretamente os materiais para a reciclagem?" etc.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Peça aos estudantes que se organizem em grupos de quatro a seis integrantes para pesquisarem a respeito dos 5 R's: Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Oriente-os a buscar informações sobre suas aplicações no cotidiano, isto é, quais ações podem ser feitas para a prática dos 5 R's.
- Questione-os sobre como eles podem agir no cotidiano para a prática dos 5 R's. Peça aos grupos que escrevam suas ações no caderno e, em seguida, debatam com os demais grupos.

- Na análise do quadro que apresenta diferentes polímeros plásticos, suas aplicações normais e suas aplicações após a reciclagem, na página **127**, peça aos estudantes que elenquem quais materiais plásticos estão presentes na sala de aula. Anote os materiais mencionados na lousa e, em seguida, peça que façam uma estimativa da massa total desses materiais, identificando as maneiras de aplicar os 5 R's para determinados materiais.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Ao finalizar a abordagem sobre os tipos de polímeros e suas formações, na página **130**, se achar conveniente, conduza a atividade a seguir problematizando o uso de plásticos no cotidiano e os hábitos alimentares, a fim de que os estudantes selecionem métodos de adequações para terem maior qualidade de vida e preservar o meio ambiente de forma mais efetiva. Para isso, é possível aplicar a estratégia *think-pair-share*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XXII** deste suplemento.

Página 131

BOXE COMPLEMENTAR

- Os microplásticos e os nanoplásticos podem ser consumidos por seres vivos. A confirmação foi feita por meio

PROVA

de um estudo realizado por cientistas dos Estados Unidos que detectaram a presença desses resíduos em tecidos de órgãos humanos. Para mais informações, acesse o *site* da *Revista Galileu*. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2020/08/cientistas-encontram-microplastico-em-tecidos-de-orgaos-humanos.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

- O relatório da ONU sobre o plástico, intitulado *The state of plastics: World Environment Day Outlook – 2018*, citado nessa seção, está disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 31 ago. 2020.
- Comente que os plásticos biodegradáveis podem ser feitos com base em matéria orgânica, como aqueles produzidos a partir da mandioca. Para mais informações, acesse o *site* do *Jornal da USP*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/engenheiros-da-usp-criam-plastico-biodegradavel-feito-de-mandioca-transparente-e-resistente/>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 131.**

a) Essa substituição ajuda a evitar o acúmulo de material plástico no ambiente, tendo em vista que este é lentamente degradado e pouco reciclado. Ao reduzir esse acúmulo, ajuda-se também a reduzir os danos causados por plásticos convencionais no ambiente, como o consumo de petróleo e o prejuízo aos seres vivos devido à ingestão desses materiais.

b) Essas pesquisas podem ajudar a desenvolver novas opções de plásticos biodegradáveis, por exemplo, e outros materiais que causem menos danos ao meio ambiente e aos seres vivos. Além disso, novas tecnologias podem ajudar a aperfeiçoar as propriedades dos materiais biodegradáveis, a fim de ampliar suas aplicações, bem como reduzir o custo de sua produção que, atualmente, é considerado mais elevado que o da produção dos plásticos convencionais.

c) O objetivo dessa questão é que estudantes e seus familiares façam uma autoavaliação a respeito de seus hábitos em relação ao consumo e ao descarte de plástico. Os estudantes podem citar medidas como evitar o descarte de materiais plásticos reutilizando-os sempre que possível, fazer o descarte adequado para reciclagem desses materiais, dar preferência a produtos feitos de materiais retornáveis ou de materiais mais facilmente degradados, como o papel.

d) O objetivo dessa questão é que os estudantes atuem como cidadãos ativos no sentido de orientar e informar a população sobre temas relevantes.

Respostas e orientações das Atividades

Página 125

2. a) A lactose é um carboidrato (dissacarídio) e a lactase é uma proteína.

b) O grupo carboxila de um aminoácido se liga ao grupo amina do outro, na chamada ligação peptídica, com a eliminação de uma molécula de água – reação de condensação.

c) É um tipo importante de proteína produzida pelas células do organismo. Elas agem como catalisadores dos processos biológicos, possibilitando que uma reação ocorra com menor energia de ativação.

d) Resposta pessoal. O objetivo dessa atividade é incentivar os estudantes a buscar informações em fontes confiáveis. Eles podem responder que os sintomas estão relacionados com o sistema digestório, como cólicas e diarreia. Esses sintomas, em geral, melhoram com a interrupção do consumo de produtos lácteos.

3. Alternativa **a**. A metionina é um dos vinte aminoácidos mais comuns, e o met-met é uma junção de dois aminoácidos, ou seja, um dipeptídio.

4. Alternativa **c**.

I) Incorreta. As proteínas são formadas por um conjunto de aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas.

II) Correta.

III) Correta.

Página 132

1. a) Incorreta. São polímeros de adição. Os polímeros de condensação possuem grupos funcionais nas extremidades dos monômeros.

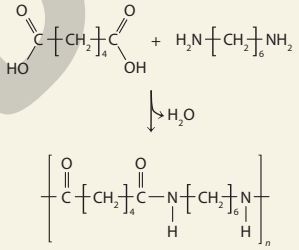
b) Correta.

c) Incorreta. Eles não apresentam ligações cruzadas, pois só existem ligações nas extremidades das cadeias.

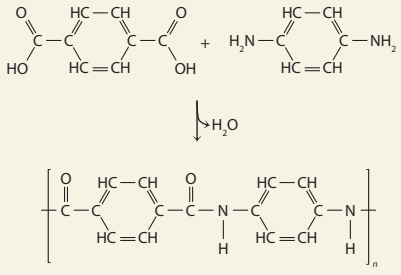
d) Incorreta. Ambos são sintéticos, o que pode ser presumido por suas aplicações.

e) Incorreta. De acordo com as aplicações da poliacrilonitrila, ele não é um polímero termorrígido.

2. b)



3. a)



b) A fibra de aramida pertence à função amida.

4. Soma: 02 + 16 = 18

01 - Incorreta. O PET é um polímero de condensação, em razão da saída de água durante a sua formação.

02 - Correta.

04 - Incorreta. Na reação de polimerização para obtenção do PET é produzida água, além do politereftalato de etileno.

08 - Incorreta. O vidro é um material reciclável.

16 - Correta.

MODERNA

CAPÍTULO 3
Sons e audição humana

Objetivos

- Conhecer os problemas causados pela poluição sonora à saúde humana.
- Identificar comportamentos que causam danos à audição e indicar cuidados para preveni-los.
- Reconhecer a diferença entre onda mecânica e onda eletromagnética.
- Identificar as características de uma onda, como frequência, período, amplitude e comprimento de onda.
- Compreender que a velocidade de uma onda depende do meio no qual ela se propaga.
- Aplicar a equação fundamental das ondas em situações-problema.
- Diferenciar ondas transversais e longitudinais.
- Compreender as características do som como altura, volume e timbre.
- Compreender como o corpo humano absorve e interpreta os sons.
- Compreender o conceito de intensidade sonora e avaliá-lo quantitativamente.
- Identificar e compreender os fenômenos de reflexão, refração, difração, interferência e ressonância de ondas.
- Compreender o efeito Doppler.
- Investigar a produção e a propagação do som.

Esse capítulo pode ser trabalhado por professores da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Páginas 133 e 134

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem desta página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT207** e da **competência geral 8**, pois permite identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências às quais a juventude está exposta, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde física e emocional e do bem-estar. Dessa forma, as páginas também contribuem para o trabalho do tema contemporâneo transversal **Saúde** e temas relacionados às **culturas juvenis**.

- Pergunte aos estudantes se utilizam fones de ouvido e por quanto tempo usam por dia, resgatando os conhecimentos prévios sobre as consequências do uso inadequado dos fones de ouvido.
- Discuta os problemas causados ao sistema auditivo, além da perda de audição, como problemas de equilíbrio e no senso de localização.

SALA DOS PROFESSORES

- A poluição sonora, principalmente nos centros urbanos, deve ser objeto de discussão, pois pesquisas recentes mostram que suas consequências prejudiciais vão além dos problemas auditivos. Elas estão relacionadas ao estresse, por exemplo, e chegam a provocar doenças cardíacas. Para obter mais informações sobre como tratar o assunto em sala de aula, assista ao vídeo a seguir, que mostra os riscos de desenvolver uma doença do coração e ainda como o Brasil pretende impor limites para garantir condições acústicas de vida saudáveis.

  Poluição sonora: os perigos para a saúde e como o Brasil planeja controlar ruídos. *Deutsche Welle Brasil*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=C1nP9eYkb_U>. Acesso em: 25 ago. 2020.

- Leia com os estudantes a tabela **Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente**, para que eles avaliem sua postura quanto ao uso dos fones de ouvido.
- Apresente-lhes o conceito de onda sonora e explique que as características das ondas definem se um som é agradável ou desagradável, intenso ou suave, grave ou agudo.

Página 134

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Produzir ondas em um meio material.
- Observar e analisar a propagação de ondas em um meio material.

Orientações

- Inicie a atividade propondo que os estudantes formem duplas.
- Em seguida, questione os estudantes sobre que tipos de objetos eles poderiam utilizar para a realização desta atividade.
- Caso eles tenham dificuldade em citar algum objeto, sugira que utilizem cordas ou molas *slink*. Nas cordas é possível produzir ondas transversais e nas molas é possível produzir ondas longitudinais e transversais.
- Oriente os estudantes a variar os movimentos para produzir as ondas, analisando a amplitude, a frequência e o comprimento de onda.

Resposta

- Para realizar esta atividade, os estudantes podem utilizar uma mola *slink* ou uma espiral de encadernação e um pedaço de fita de tecido. Eles devem esticar a mola horizontalmente no chão e prender a fita em qualquer uma de suas partes. Em seguida, eles devem segurar a outra extremidade da mola e provocar oscilações nela. Demostre que há transporte de energia, mas sem que ocorra o transporte de matéria. Espera-se que eles percebam que a oscilação transfere energia ao longo de toda a mola ao observar que o pulso percorre toda a sua extensão e, ao chegar à outra extremidade, sofre reflexão e retorna até perder sua energia. Também é esperado que verifiquem que não há transporte de matéria, pois, quando a onda se desloca pela extensão da mola, a fita de tecido permanece no mesmo local onde foi colocada.

MODERNA

- Explique aos estudantes que, assim como o som, a luz também é uma onda. Explique a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas apresentando os exemplos dados no livro.
- Comente com os estudantes que, como as ondas mecânicas precisam de um meio material para se propagar, as ondas sonoras não se propagam no espaço interestelar. Assim, em filmes que retratam viagens espaciais e batalhas interestelares, os sons das explosões são artifícios que tornam as cenas mais atraentes; em situações reais, nenhum som seria escutado.
- Ao trabalhar os conceitos relacionados às ondas eletromagnéticas, comente que, durante muito tempo, acreditou-se que essas ondas também dependiam de um meio material para se propagar, assim como as ondas mecânicas. A tentativa de detectar esse meio hipotético, o éter luminífero, foi um dos principais objetivos científicos do final do século XIX. Porém, apesar do grande esforço dos físicos experimentais da época, ele nunca foi detectado. Esse fato e as teorias de Albert Einstein (1879-1955) e Hendrick Lorentz (1853-1928), no começo do século XX, alteraram a compreensão da natureza. Atualmente sabemos que as ondas eletromagnéticas não necessitam de meios físicos para se propagar, pois são formadas por oscilações de campos elétricos e magnéticos. Quando cargas elétricas são colocadas a oscilar, ocorre uma combinação de campos elétricos e magnéticos oscilantes perpendiculares um em relação ao outro, formando uma onda eletromagnética.

Páginas 135 e 136

- Peça aos estudantes que observem a imagem do osciloscópio e explique os conceitos de amplitude e comprimento de onda e características das ondas como cristas e vales.
- Utilizando o simulador indicado no **Livro do estudante**, explique os conceitos de frequência e período, pois de forma animada é possível tratá-los de modo mais concreto do que com uma representação estática.
- Utilizando as ilustrações apresentadas no **Livro do estudante**, apresente a classificação para as ondas em longitudinais e transversais, citando como exemplos as ondas eletromagnéticas e as ondas em cordas para as transversais, e as ondas sonoras para as ondas longitudinais.
- Explique aos estudantes que em alguns casos pode ocorrer a combinação de uma oscilação transversal e uma oscilação longitudinal, configurando uma onda mista. Nesse caso, conforme a onda se propaga, o meio material realiza um movimento para cima e para baixo, combinado com um movimento para a frente e para trás, resultando em uma trajetória circular. Esse efeito ocorre na propagação das ondas sísmicas de terremotos e na formação das ondas do mar, por exemplo.

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com o conteúdo do **Boxe complementar** permite o desenvolvimento das **competências gerais 2** e **7**, pois os estudantes devem argumentar com base em fatos e informações confiáveis para formular ideias, recorrendo à abordagem própria das Ciências, com base nos conhecimentos de diferentes áreas.

Página 136

BOXE COMPLEMENTAR

- Leia com os estudantes o texto sobre as ondas gravitacionais. Após a leitura, explique que a relatividade geral é uma teoria que prevê a aplicação das leis da Física a todos os sistemas de referência que se movem, com velocidade constante ou acelerada, e também a campos gravitacionais, relacionando a gravidade às propriedades do espaço-tempo. Não se preocupe em aprofundar conceitos; apenas dê uma noção do objeto de estudo desse campo, para que os estudantes compreendam a importância do estudo das ondas gravitacionais.
- Enfatize as características das ondas gravitacionais e explique como o seu estudo permite fazer descobertas sobre o universo, trazendo avanços para a Astronomia.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, aproveite para desenvolver a estratégia de metodologia ativa *think-pair-share*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XXII** deste suplemento.
- Peça aos estudantes que pensem individualmente sobre as questões propostas no boxe e depois compartilhem seu raciocínio com um colega. Em seguida, proponha que socializem suas reflexões com toda a turma.
- Os estudantes devem refletir sobre a importância de novas formas de pesquisas científicas e a sua relação direta com a compreensão de fenômenos naturais e com o desenvolvimento tecnológico, permitindo uma melhor compreensão sobre a constituição e a evolução do Universo.

- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 136.**
- Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre a importância de novas pesquisas científicas e sua relação direta com a compreensão de fenômenos naturais e com o desenvolvimento tecnológico. Para a comunidade científica, foi a comprovação de uma parte importante da Teoria da Relatividade de Einstein, o que altera a compreensão que muitos cientistas têm do Universo e permite ampliar os conhecimentos sobre galáxias e buracos negros distantes com base no estudo das ondas emitidas por eles; sobre a constituição do Universo; sobre como as estrelas de nêutrons se formaram; entre outros.

Página 137

- Faça com os estudantes a atividade proposta na questão **6**. Se a turma tiver um ou mais estudantes com deficiência auditiva, proponha uma atividade com dinâmica semelhante, mas que aborde como ele percebe o que o rodeia (vibrações e tato). Aproveite o momento para propor uma conversa em que esse(s) estudante(s) compartilhe(m) com

EM ABERTA

os demais a respeito de como é perceber o mundo sem o sentido da audição, por meio dos outros sentidos. Enfatize o respeito às diferenças.

- Peça aos estudantes que comparem as imagens das ondas emitidas pelo contrabaixo e pela guitarra. Explique que a diferença entre os sons graves e os agudos é definida pelas frequências de suas ondas: quanto maior a frequência de uma onda sonora, mais agudo o som será.
- Enfatize os limites auditivos do ser humano para perceber os sons e o significado dos termos ultrassom e infrassom. Explique que a percepção dos sons varia entre os seres vivos. Por exemplo, cachorros podem escutar frequências de até 50 kHz, morcegos detectam até 100 kHz e golfinhos até cerca de 150 kHz. Existem várias fontes de infrassom, como ventos, abalos sísmicos, erupções vulcânicas, entre outras. Ultrassons são utilizados em exames médicos não invasivos, ou seja, exames que investigam o interior do corpo pela região externa, como a ultrassonografia. Nela, ondas sonoras de alta frequência penetram no corpo e são refletidas e refratadas de modo diferente nos vários tecidos do interior do corpo humano. As ondas que retornam ao detector são interpretadas pelo equipamento, que forma uma imagem.
- Explique o que é o timbre de um som, comparando as ilustrações das notas emitidas pela flauta e pelo violino.

Página 138

- Explique o que é a intensidade de um som, relacionando essa característica com as expressões "som forte" e "som fraco". Explique que ela representa a energia transportada pela onda sonora desde a sua fonte e que, quanto mais próximos estivermos dessa fonte, maior será a quantidade de energia absorvida por nossas orelhas.
- Apresente os valores de intensidade que representam os limiares da audição humana e explique que a escala utilizada para medi-las é chamada de nível sonoro. Explique como é possível determinar o nível sonoro de uma fonte em decibel (dB), mostrando que essa unidade é um múltiplo da unidade original, o bel (B).
- Explique que os danos fisiológicos ao sistema auditivo, causados pelo som, dependem da intensidade dele, do tempo de exposição a ele e de sua frequência. Retome a tabela da página **133** e aproveite para trabalhar novamente o tema contemporâneo transversal **Saúde** dizendo que, em alguns casos, ao utilizar fones de ouvido em lugares com muito ruído, algumas pessoas costumam usar o aparelho em um volume exagerado para encobrir esse ruído, o que causa danos irreversíveis ao sistema auditivo.
- Comente também que alguns fones de ouvido utilizam um sistema de cancelamento de ruído ativo que produz uma onda que interfere de maneira destrutiva com os sons externos, isolando o usuário e permitindo que ele utilize seus fones em volume que não prejudique a audição.

Páginas 139 a 141

- Explique que as ondas sonoras podem refletir em uma superfície e que o som é reforçado quando a orelha o recebe diretamente; e o som é refletido em um intervalo menor que 0,1 s.
- Comente que o eco também está relacionado à reflexão do som e exemplifique-o com o fenômeno de ecolocalização dos golfinhos e aplicações práticas como os sonares.
- Explique a refração do som usando as ilustrações que mostram a mudança da velocidade das ondas sonoras quando elas atravessam camadas de ar de diferentes temperaturas. Ressalte que a refração do som não altera a sua frequência.
- Para iniciar a discussão sobre o fenômeno da difração, peça aos estudantes que discutam em duplas a questão **8**. Enfatize que é graças a esse fenômeno que o som é capaz de contornar obstáculos, o que permite que duas pessoas que não se veem, em lados opostos de um muro, por exemplo, possam conversar. Comente que a luz também sofre difração, mas necessita de obstáculos ou orifícios de dimensões próximas ao comprimento de onda da luz.
- Ressalte que a difração não altera a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de propagação da onda.
- Utilize a ilustração para mostrar como ocorre o fenômeno da interferência de ondas. Explique para os estudantes que, quando ondas que estão se propagando pelo mesmo meio se cruzam, elas podem sofrer interferência construtiva ou destrutiva.
- Peça aos estudantes que observem a imagem da ponte que entrou em colapso. Explique que uma ponte suporta as vibrações causadas pelos veículos que passam sobre ela. Mesmo que em algumas situações possa ser preocupante estar sobre uma ponte que vibra, isso não só é normal como necessário, pois, se a ponte não absorver a vibração causada pelo tráfego, entrará em colapso. No entanto, a ponte da imagem passou a absorver as vibrações causadas pelo vento, provocando uma amplitude para a qual ela não foi projetada.
- Explique então que a ressonância é um fenômeno de transferência de energia em que, se um sistema físico passa a receber energia de forma periódica com uma frequência igual à sua frequência natural, passa a vibrar com amplitudes crescentes.
- Pergunte aos estudantes se eles já perceberam a distorção no som de uma buzina ou uma sirene quando o veículo emissor se aproxima ou se afasta deles. Certamente eles conhecem esse fenômeno. Diga a eles que seu nome é efeito Doppler.
- Apresente aos estudantes como é feito o cálculo das frequências, explique que, como o efeito Doppler depende do movimento relativo entre fonte e observador, ele pode ser observado se a fonte estiver em movimento e o observador em repouso, se a fonte estiver em repouso e o observador em movimento e se ambos estiverem em movimento.

  Para ondas sonoras, a frequência percebida (f') depende da velocidade do som no meio (v_s), da velocidade do observador (v_o) e da velocidade da fonte (v_f), todas em relação ao solo, bem como da frequência do som emitido pela fonte (f). Determinamos a frequência percebida com a equação geral para o efeito Doppler, mostrada a seguir.

$$f' = f \cdot \frac{v_s \pm v_o}{v_s \pm v_f}$$

  Nessa relação, o sinal atribuído às velocidades depende da análise do movimento do observador e da fonte. Para a velocidade do observador, atribuímos:

MANUAL DO PROFESSOR

> sinal positivo quando ele se aproxima da fonte;

> sinal negativo quando se afasta da fonte.

Para a velocidade da fonte, atribuímos:

> sinal positivo quando ela se afasta do observador;

> sinal negativo quando ela se aproxima do observador.

Página 142

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida na seção **Investigue**, além de exercitar a curiosidade intelectual, a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 2**, possibilita aos estudantes exercitar a empatia, a troca de ideias e o respeito às opiniões dos colegas, permitindo desenvolver a **competência geral 9**.
- Ainda aborda a habilidade **EM13CNT301**, permitindo aos estudantes analisar a situação-problema e avaliar a aplicabilidade do conhecimento científico para construir e justificar conclusões sob uma perspectiva científica.
- A abordagem da seção ainda contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302**, pois permite comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Página 142

INVESTIGUE

Objetivos

- Investigar a propagação de ondas sonoras em meios sólidos.
- Relacionar objetos que vibram com a produção do som.
- Identificar o fenômeno sonoro da ressonância em uma membrana a partir de sua exposição a diversas frequências de ondas, emitidas por diferentes fontes sonoras.
- Fazer a relação entre a detecção de ondas sonoras pela vibração de meios sólidos com o sentido da audição humana, devido à vibração da membrana timpânica.

Orientações

- Se julgar adequado, inicie a atividade fazendo uma retomada sobre as etapas do método científico (formulação de hipóteses, testes, observação e conclusão) para auxiliar os estudantes na análise da investigação.
- Proponha aos estudantes um passeio pelo ambiente escolar e peça a eles que percebam os sons nos diferentes ambientes tentando localizar sua fonte. Questione se os sons que podem ser percebidos são agradáveis ou se para eles são apenas ruídos e como o ser humano percebe as ondas sonoras que se propagam pelos ambientes.

  De volta à sala de aula, incentive-os a ler e a discutir o texto da **Contextualização**.

Respostas das questões de contextualização

a) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre as formas de produção de ondas sonoras. Sinais elétricos fazem o cone do alto-falante vibrar, provocando compressões e rarefações no ar próximo a ele, produzindo ondas sonoras.

b) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes relacionem as formas de propagação do som em meios sólidos com a possibilidade de observar alguns dos fenômenos sonoros como a ressonância da membrana em relação às frequências das ondas emitidas pela fonte.

- Certifique-se de que os estudantes compreenderam o objetivo da atividade e organize-os em grupos de quatro integrantes.
- Oriente-os durante o desenvolvimento da atividade, incentivando a troca de ideias e identificando os pontos fundamentais para a formulação do roteiro de investigação.
- Para facilitar a elaboração dos roteiros, peça a eles que reflitam sobre cada questão sugerida. O objetivo das questões é levar o estudante a considerar os aspectos mais importantes para que a execução da atividade tenha sucesso.
- Na primeira questão, verifique se os estudantes conseguem identificar quais as formas possíveis de fazerem a investigação usando materiais de baixo custo. É importante que eles percebam que o objetivo principal da atividade requer o uso de algum tipo de material que pode ser usado como uma membrana com determinada elasticidade, a qual permitirá que identifiquem o movimento de vibração.
- Já para a segunda questão, verifique a necessidade de fazer uma revisão dos conceitos relacionados às qualidades do som, como a intensidade e a frequência das ondas sonoras, e aos fenômenos sonoros, como a ressonância de membranas em relação a determinadas frequências sonoras.
- Se julgar conveniente, construa um roteiro único para todos os grupos, deixando claras todas as etapas para a realização da investigação e os cuidados que devem ser tomados. Peça ajuda aos estudantes para essa construção.
- Incentive-os a observar a situação-problema e conversar sobre ela, anotando as possíveis maneiras de realizar a investigação. Eles devem registrar no caderno todas as etapas do experimento, de modo que possam analisar os dados e formular suas conclusões, assim como devem anotar as respostas para as questões sugeridas. Veja a seguir uma das formas de realizar esta atividade.

Materiais

- filme de PVC
- elásticos de borracha
- um recipiente redondo de vidro ou plástico de 5 cm de diâmetro (xícara, tigela ou vidraria de laboratório)
- um *smartphone*
- caixa de som
- areia fina seca (pode ser sal, açúcar ou confeitos coloridos de uso culinário)
- tesoura com pontas arredondadas

MOBILIA

Procedimentos

a) Cobrir o recipiente com o filme de PVC bem esticado, de modo que fique vedado; caso necessário, utilize os elásticos de borracha para ajustar o filme de PVC no recipiente.

b) Espalhar uma pequena quantidade de areia sobre o filme de PVC, para que possam verificar a vibração da membrana por meio do movimento do material, quando estiver exposto às fontes sonoras.

c) Verificar a vibração do material usando diferentes fontes sonoras, como a voz, que pode ser mais grave e mais aguda, mais alta ou mais baixa (podem falar, cantar).

Pode-se usar o *smartphone* conectado à caixa de som para amplificar a onda sonora emitida. Ainda, é possível verificar a vibração com diferentes tons musicais, usando aplicativos de gerador de tons como o *Frequency Generator*.

- Oriente os estudantes a se atentarem ao movimento realizado pelo material sobre o filme de PVC ao ser exposto a cada tipo de fonte sonora; peça que percebam se os movimentos são sempre os mesmos, com a mesma intensidade, ou se são modificados de acordo com a frequência e a intensidade do som emitido.
- Se julgar conveniente, faça questionamentos como: "É possível afirmar que o filme de PVC detectou a onda sonora? Como?", "É possível estabelecer relações com o sistema auditivo?".
- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, sugerimos que você continue atuando como orientador, incentivando-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem. No entanto, execute as etapas que podem causar danos aos estudantes, como manipular objetos cortantes.
- Se julgar adequado, sugira que um dos integrantes do grupo fique responsável por registrar todas as etapas e os resultados por meio de fotografias, que podem ser feitas com uma câmera fotográfica digital ou um *smartphone*.
- Oriente os estudantes a divulgar os resultados, as discussões das questões e as conclusões de forma expositiva para os outros grupos.

Respostas para as questões

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que, ao usar as fontes sonoras próximo à montagem do experimento, o material depositado sobre o filme de PVC (que representa a membrana) passou a vibrar na mesma frequência da onda sonora emitida.

2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que as vibrações do material podem ser maiores ou menores, o que depende da frequência da onda emitida e também da sua intensidade.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que sim. Quanto maior for a frequência de vibração do material, mais agudo será o som; quanto menor for a frequência de vibração, mais grave será o som; quanto maior for a intensidade da fonte, mais energia mecânica de vibração será transmitida para o material por meio das ondas sonoras, então ele se movimentará mais rápido, entre outras.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que, da mesma forma que o filme de PVC usado para representar a membrana no experimento passou a vibrar de acordo com a frequência de onda emitida pelas fontes, a membrana timpânica, localizada na orelha média, ao captar as ondas sonoras passa a vibrar em razão das variações de pressão exercidas nela, passando esta energia mecânica ao restante do sistema auditivo.

Destino dos resíduos

- O material utilizado pode ser reaproveitado ou descartado de maneira adequada em lixeiras de coleta seletiva.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 143

1. A velocidade do som nos sólidos é maior do que nos gases. Assim, o som emitido pelos galopes dos cavalos é transmitido mais rapidamente pelo chão do que pelo ar, fazendo com que os indígenas percebam com antecedência a sua chegada.

2. Alternativa **c**. As ondas sonoras têm a mesma velocidade no ar, aproximadamente 340 m/s, independentemente de o som ser agudo ou grave.

3. $I = 375\ \text{W/m}^2$

Como $4\ \text{cm}^2 = 4 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2$, temos:

$$I = \frac{E}{A \cdot \Delta t} \Rightarrow I = \frac{0{,}3}{4 \cdot 10^{-4} \cdot 2} \therefore I = 375\ \text{W/m}^2$$

4. Alternativa **a**. À medida que a mariposa se distancia do morcego, que está em repouso, a intensidade dos "ecos" recebidos por esse animal, fruto da reflexão dos ultrassons na mariposa, diminui.

O intervalo de tempo de retorno desses "ecos", por sua vez, aumenta por causa da distância crescente percorrida pelas ondas.

A frequência dos "ecos" recebidos pelo morcego é menor do que a frequência dos ultrassons emitidos, por causa do efeito Doppler.

5. Alternativa **d**. Por conta dos obstáculos, as ondas sonoras podem refletir e contorná-los; portanto sofrem reflexão e difração.

6. $f' \simeq 287{,}3\ \text{Hz}$ e $f' \simeq 313{,}8\ \text{Hz}$

Como o observador está em repouso, sua velocidade é nula, logo, para o veículo se afastando, temos:

$$f' = f \cdot \frac{v_s}{v_s + v_f} \Rightarrow f' = 300 \cdot \frac{340}{340 + 15} \therefore f' \simeq 287{,}3\ \text{Hz}$$

isto é, a pessoa vai perceber um som mais grave.

Entretanto, para o veículo se afastando, temos:

$$f' = f \cdot \frac{v_s}{v_s - v_f} \Rightarrow f' = 300 \cdot \frac{340}{340 - 15} \therefore f' \simeq 313{,}8\ \text{Hz}$$

isto é, a pessoa vai perceber um som mais agudo.

MODERNA

CAPÍTULO 4
Luz e visão humana

Objetivos

- Reconhecer os problemas causados pelo tempo excessivo de exposição a tela de dispositivos como *smartphones*, *tablets* e computadores.
- Conhecer as características da radiação ultravioleta, bem como a necessidade de proteção para os olhos.
- Identificar os problemas de alteração na visão, como a miopia, a hipermetropia, a presbiopia, o astigmatismo, o daltonismo e o estrabismo, bem como as respectivas correções.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Páginas 144 e 145

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1** de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das habilidades **EM13CNT103**, **EM13CNT104** e **EM13CNT306**, pois permite avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, utilizando o conhecimento sobre as radiações e suas origens, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e à socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Para debater a questão do uso excessivo de dispositivos eletrônicos, na atividade sugerida no boxe **Trocando ideias**, use a estratégia *think-pair-share*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XXII** deste suplemento. Para isso, peça aos estudantes que façam uma autoavaliação sobre o tempo que permanecem em frente aos aparelhos citados na reportagem da página **144**. Em seguida, peça que eles comparem o tempo que cada um estimou e debatam se consideram que esse tempo é excessivo ou não. Posicione os estudantes em roda e determine o tempo de uso dos aparelhos de maior frequência. Conversem sobre como é possível reduzir esse tempo.

Página 145

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Avaliar o uso pessoal dos aparelhos eletrônicos e verificar se esse uso é saudável.
- Propor atitudes que melhorem sua qualidade de vida e sua saúde.

Orientações

- Questione os estudantes sobre o tempo de uso de cada aparelho eletrônico em seu dia a dia. Por meio disso, peça que analisem, se o que mencionaram considera-se excessivo ou não. É comum as pessoas dizerem não perceber a quantidade de tempo que passam utilizando esses aparelhos.
- Comente com os estudantes que é possível utilizar a tecnologia para evitar os problemas de saúde que ela mesma pode causar.
- Explique que existem aplicativos que medem a quantidade de tempo de uso e emitem alertas ao usuário quando atingir determinado intervalo de tempo preestabelecido.

Resposta

- Resposta pessoal. Os estudantes podem argumentar sobre o fato de o uso excessivo de aparelhos eletrônicos potencialmente causar problemas na visão. Além disso, há o fato de esse tipo de iluminação interferir na produção de melatonina e, consequentemente, no sono.

- Peça a eles que pesquisem outros efeitos da exposição à luz azul, além daqueles citados na reportagem, e a respeito das lentes que filtram a luz azul, indicadas para pessoas que trabalham muitas horas em frente ao computador. Comente também sobre as consequências para a qualidade do sono, com a diminuição dos níveis de melatonina.

SALA DOS PROFESSORES

- Pesquisadores estabeleceram uma relação entre as horas de uso diário de dispositivos eletrônicos e o índice de doenças da superfície ocular. A partir desses resultados, ao investigar a relação dessas doenças com a ansiedade e a depressão, perceberam sua ocorrência mais frequente entre as pessoas com grau mais avançado das doenças da superfície ocular. A relevância do tema pode motivar a realização de um projeto, abrangendo toda a comunidade escolar, para que as pessoas sejam informadas das consequências de passar um longo tempo usando dispositivos com tela e pensem em estratégias para evitar o problema. O artigo citado (em inglês) está

EM MODERNA

disponível na internet no *site* do *Journal of evidence based medicine and healthcare*. Disponível em: <https://jebmh.com/assets/data_pdf/Sagarika_laad_-_FINAL1.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Página 146

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT103** e **EM13CNT306**, pois permite avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e à socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

- Faça um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os efeitos da radiação ultravioleta no nosso organismo. Para isso, questione-os: "O que é a radiação ultravioleta?", "Como ocorre sua interação com a matéria?", "Quais os riscos à saúde que a exposição à radiação ultravioleta oferece?" etc. É provável que eles citem a necessidade de utilizar protetores solares para proteger a pele desses raios.
- Apesar de as informações sobre os efeitos dos raios ultravioleta na pele serem muito difundidas, poucas pessoas têm conhecimento sobre os efeitos dele na visão. Pergunte aos estudantes como podemos proteger nossos olhos dos efeitos dessa radiação. Conduza-os para que eles percebam a necessidade do uso de óculos com lentes escuras.
- Explique para os estudantes que, como ocorre com os protetores solares, as lentes escuras devem absorver ou refletir a radiação ultravioleta, de modo que ela não chegue aos nossos olhos. Explique também o conceito de lentes polarizadas, que permitem a passagem de luz ao mesmo tempo em que bloqueiam as radiações prejudiciais.
- Comente com os estudantes que a catarata é um problema de visão frequente. Explique que esse problema é devido, principalmente, à idade mais avançada; no entanto, a falta de proteção pode fazer com que ele se manifeste mais cedo.
- Explique o que são ceratoconjuntivite, fotoceratite e fotoconjuntivite. Alerte os estudantes sobre os danos provocados por olhar diretamente para uma fonte potente de luz. Oriente-os a jamais olharem diretamente para o Sol ou direcionarem um feixe de *laser* aos olhos.

Página 147

- Pergunte aos estudantes se eles apresentam alterações de visão. É comum ouvir estudantes dizerem que precisam se sentar próximo à lousa para enxergarem o que está escrito. Explique a eles que, aqueles que sentem algum tipo de dificuldade, como essa, devem consultar um oftalmologista, pois podem estar com alguma alteração não diagnosticada.

Página 147

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Verificar possíveis alterações da visão em situações cotidianas.
- Incentivar cuidados pessoais com a visão e destacar a importância de consultar regularmente um oftalmologista.

Orientações

- Fale com os estudantes sobre a importância de consultar um oftalmologista para avaliar a visão, a fim de identificar qualquer problema precocemente.
- Caso haja algum estudante com deficiência visual, aproveite o momento para propor uma conversa com a qual ele se sinta confortável para compartilhar com os colegas como é perceber o mundo com a ausência do sentido da visão ou com a deficiência dele. Enfatize que o respeito às diferenças é fundamental para uma sociedade inclusiva.
- Converse com os estudantes sobre os problemas de visão, que são genericamente classificados como problemas para "enxergar de perto ou de longe". Explique que os diversos problemas de visão podem ser causados por alterações no formato do globo ocular, na curvatura do cristalino e da córnea e nas células da retina.

Resposta

- Resposta pessoal. O objetivo dessa atividade é fazer um levantamento na sala de aula a respeito dos problemas de visão entre os estudantes, como dificuldade de enxergar objetos posicionados distantes do observador ou próximo a ele. Além disso, deve-se incentivar a consulta ao oftalmologista sempre que considerar necessário.

- Explique aos estudantes que a devida correção da alteração da visão é feita por meio do uso de lentes. Os raios de luz que atravessam a lente sofrem o fenômeno da refração, mudando sua direção de propagação. Existem lentes convergentes e divergentes, dependendo da sua forma.

Páginas 148 e 149

- Peça aos estudantes que observem a ilustração com o teste de Ishihara para o diagnóstico do daltonismo na

MODERNA

página **148**. Explique que essa alteração, diferentemente daquelas estudadas até agora, não se relaciona à formação de imagens na retina, e sim ao funcionamento de células especializadas na identificação das cores, chamadas cones. Apresente aos estudantes os diferentes tipos de daltonismo (protanopia, deuteranopia e tritanopia) e explique que não há cura para ele; no entanto, o problema pode ser amenizado com o uso de lentes equipadas com filtros de cor capazes de aumentar o contraste.

- Apesar de o estrabismo ser causado por uma lesão do nervo ou uma disfunção nos músculos que controlam os olhos, como abordado na página **149**, o número de casos que necessitam de procedimentos cirúrgicos é reduzido. A maioria deles é corrigida por meio de tratamentos no estágio inicial da deficiência, com o uso de óculos especiais e de tapa-olho, por exemplo.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 150 e 151

3. Alternativa **e**. Entre todas as opções, a única em que o cartão não apresenta o componente de tom vermelho é o cartão azul.

4. **I)** Verdadeira.

II) Falsa. Não existe um tempo de uso diário definido que seja considerado seguro para a visão.

III) Verdadeira.

IV) Falsa. Estudos sugerem que o excesso de luz azul emitida pelas telas dos equipamentos eletrônicos pode causar danos às células da retina. Isso pode tornar-se um fator de risco para a degeneração macular relacionada à idade, um processo que causa a perda progressiva da visão.

V) Falsa. A luz azul emitida por esses aparelhos interfere na produção de melatonina e, consequentemente, no sono.

5. Alternativa **e**. A formação de imagens antes da retina é chamada miopia; a formação de imagens depois da retina, hipermetropia. As respectivas correções são realizadas com a utilização de lentes divergentes e convergentes.

6. Alternativa **d**. O cristalino é uma lente convergente natural, convergindo os raios de luz recebidos pelo observador para a retina. Já a quantidade de luz que entra no olho é regulada pela pupila que tem a forma circular escura interna à íris, que caracteriza a cor dos olhos de uma pessoa. Por outro lado, as cores dos objetos são percebidas pelas células do tipo cone, localizadas na retina.

8. **I)** Verdadeira.

II) Falsa. Apenas a radiação UV-C é absorvida totalmente na atmosfera. Tanto a radiação UV-B (pelo menos parte dela) quanto a UV-A chegam à superfície terrestre e requerem óculos com filtros de proteção para esse tipo de radiação.

III) Falsa. Apesar de possuir mais baixa energia, a radiação UV-A consegue penetrar em algumas estruturas dos olhos e pode causar danos à visão.

IV) Verdadeira.

9. **I)** Verdadeira.

II) Falsa. As células sensíveis às cores e cuja deficiência causa o daltonismo são as do tipo cone.

III) Verdadeira.

IV) Falsa. O astigmatismo é causado por alteração no formato da córnea ou na curvatura do cristalino provocando visão embaçada ou distorcida.

V) Verdadeira.

Página 151

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre sua realidade e exprimam como veem e vivenciam a adolescência ou juventude. Solicite aos estudantes que entreguem sua folha de papel a você, não sendo necessária a identificação. Faça a leitura das respostas de cada um a toda a turma e promova uma discussão sobre as diferentes visões/vivências, incentivando-os a reconhecer no próprio meio a existência de adolescências ou juventudes diversas.

2. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância da alimentação variada e equilibrada e a partir dessa reflexão montar um cardápio rico em diferentes tipos de nutrientes. Além disso, é possível verificar a compreensão dos estudantes a respeito do que são polímeros, onde podem ser encontrados e como são formados. Eles podem usar como exemplos os carboidratos e as proteínas.

3. O objetivo dessa questão é que os estudantes reconheçam que a atual relação do ser humano com os materiais, especialmente os polímeros sintéticos, não é sustentável, havendo consumo e descarte deles excessivos, que prejudicam o meio ambiente e os seres vivos, inclusive o próprio ser humano. Por outro lado, os polímeros sintéticos são de grande importância na sociedade atual, por sua versatilidade e suas inúmeras aplicações. Os estudantes podem citar: consumo excessivo, descarte incorreto, danos ambientais, usos diversos.

MODERNA

4. O objetivo dessa questão é que os estudantes discutam os assuntos trabalhados no capítulo **3**, descrevendo as propriedades e fenômenos referentes às ondas sonoras. Aproveite a oportunidade para avaliar o conhecimento dos estudantes, retomando parte do conteúdo se necessário. Eles podem citar que as ondas sonoras: são mecânicas, longitudinais; caracterizadas por sua altura (frequência), timbre e intensidade (amplitude); podem sofrer refração, reflexão, difração, interferência e efeito Doppler.

5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes discutam os conteúdos trabalhados no capítulo **4**. Caso eles tenham dificuldades, retome alguns conteúdos com a turma. Eles devem citar que: devemos descansar os olhos ao usar equipamentos eletrônicos por tempo prolongado; estipular quantidade de horas de uso diário; piscar mais os olhos ao utilizar uma tela; usar óculos de sol com filtro UV; não olhar diretamente para o Sol ou outra fonte de luz de grande intensidade.

SER CONSCIENTE

Páginas 152 e 153

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da seção **Ser consciente** é uma oportunidade de desenvolver os temas contemporâneos transversais **Diversidade cultural, Direitos da criança e do adolescente** e **Vida social e familiar**.
- Além disso, fornece subsídios para incentivar os estudantes a valorizarem as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, bem como a respeitar-se e promover o respeito ao outro e aos direitos humanos, valorizando a diversidade das adolescências e juventudes, seus saberes, identidades e culturas, o que contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 3** e **9**.

Objetivos

- Compreender que as diferentes adolescências e juventudes se manifestam de maneiras distintas, conforme suas vivências.
- Valorizar e respeitar as diferentes culturas, tradições, condições econômicas e sociais às quais os adolescentes e jovens estão expostos.

Orientações

- Se julgar interessante, proponha aos estudantes o desenvolvimento de uma atividade que reflita a construção das identidades juvenis. Peça a eles que exponham suas vivências, seu modo de vida e seus hábitos por meio da dança, da música ou do esporte, por exemplo.
- Eles podem se reunir em grupos e desenvolver uma apresentação por meio da qual possam expressar suas vivências ou até mesmo realizar uma pesquisa sobre a adolescência e a juventude vivenciadas por tribos e países diferentes, e então apresentar essas manifestações artísticas e culturais para a comunidade escolar.

Respostas

A) Espera-se que os estudantes respondam que conhecer as adolescências e juventudes existentes em cada bairro, município ou região é essencial para compreender as reais vulnerabilidades às quais esses grupos estão expostos e, assim, delinear políticas públicas mais adequadas ao público-alvo. Dessa maneira, é maior a possibilidade de resultados positivos quanto aos esforços de possibilitar a vivência saudável dessas fases da vida.

B) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é inserir os estudantes na realidade onde vivem e levá-los a refletir, mesmo que inconscientemente, a respeito dos cuidados dos governos e da comunidade à pluralidade de adolescentes e jovens. Se possível, oriente os estudantes a visitar esse(s) projeto(s), visando se inserir na realidade local e talvez até identificar uma possibilidade para seu dia a dia, fazendo parte de algum deles. Caso não haja nenhum projeto ou ação governamental ou comunitária com essa finalidade, peça aos estudantes que proponham ideias para essas ações e projetos desse tipo que considerem importantes.

C) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes façam uma íntima avaliação de como enxergam sua adolescência ou juventude, refletindo sobre as dificuldades e seus pontos positivos de modo a refletir sobre suas vivências. Caso considere pertinente, peça que anonimamente entreguem os textos a você para que os leia para a turma. Esse tipo de atividade possibilita identificar possíveis dificuldades pelas quais os adolescentes e jovens possam estar passando e que não compartilham com outras pessoas. Nesses casos, peça orientação junto ao grupo pedagógico escolar para melhor orientar e assistir o adolescente ou jovem.

MODERNA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES COMENTADAS

ABRAMOVAY, M.; SILVA, A. P. da; FIGUEIREDO, E. *Guia para diretores e professores*: reflexões e práticas sobre violência e convivência escolar: faça você mesmo! Rio de Janeiro: Flacso Brasil/BID, 2018. Disponível em: <http://flacso.org.br/?publication=guia-para-diretores-e-professores>. Acesso em: 19 maio 2020.
Guia com orientações para os educadores sobre os principais temas da contemporaneidade relacionados à violência e à convivência escolar abordados de maneira reflexiva e prática.

ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo B. de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
Este livro apresenta os fundamentos da Química de forma clara e precisa, mostrando-a como algo dinâmico e atual. Sua aplicação em sala de aula pode ajudar os estudantes a compreender melhor essa área do conhecimento ao relacionar as ideias químicas fundamentais e suas aplicações, por meio de textos flexíveis e adaptáveis aos objetivos específicos de cada professor.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). *Ensino híbrido*: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.
Este livro reúne artigos, elaborados por professores, apresentando conceitos, reflexões, experiências e possibilidades de implementação do ensino híbrido nas escolas.

BARCA, I. Aula oficina: do projeto à avaliação. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO HISTÓRICA, 4., 2004, Braga. *Atas*... Braga: CIED: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2004. p.131-144.
Trabalho que apresenta de forma objetiva e estruturada as etapas de uma aula-oficina.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia*: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
O livro fornece uma abordagem completa sobre Ecologia, dos princípios fundamentais aos conceitos do século XXI.

BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida*: uma metodologia ativa de aprendizagem. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
Neste livro, os criadores do conceito de sala de aula invertida explicam como utilizar a estratégia adequadamente e associá-la a tecnologias digitais.

BERKELEY CENTER FOR TEACHING & LEARNING. *Active learning strategies*. Disponível em: <https://teaching.berkeley.edu/active-learning-strategies>. Acesso em: 20 maio 2020.
Página (em inglês) elaborada pelo Centro de Ensino e Aprendizagem da Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos, com definições, organização e exemplos de diversas estratégias associadas a metodologias ativas.

BRACKMANN, C. P. *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. 2017. 224 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 19 maio 2020.
Nesta tese de doutorado, o autor apresenta um estudo sobre o desenvolvimento do pensamento computacional na Educação Básica usando atividades desplugadas, ou seja, sem computadores ou dispositivos eletrônicos.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.
Nesta obra, voltada à formação de professores, são discutidos diversos temas relacionados ao Ensino Médio. Em um primeiro momento, discute-se o conceito de juventude a fim de propor mudanças nas maneiras de perceber essa faixa etária, com textos que buscam valorizar o papel do jovem como sujeito de sua história. Em seguida, destacam-se temas como juventude e tecnologia, mercado de trabalho e projeto de vida e o papel da escola na formação dos jovens.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.
A BNCC é o documento que norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas e as propostas pedagógicas das escolas públicas e privadas, estabelecendo os principais conhecimentos, competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 nov. 2018b. p. 21. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-3-de-21-de-novembro-de-2018-51281310>. Acesso em: 31 mar. 2020.
Esta resolução atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio publicadas em 2012. Nela, estão dispostas as mudanças necessárias para a implementação do Novo Ensino Médio.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Temas contemporâneos transversais na BNCC*: contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Brasília, 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.
Documento que apresenta o histórico dos temas contemporâneos transversais, sua divisão em seis grandes áreas e a importância desses temas para os currículos da Educação Básica.

BROWN, T. L. et al. *Química*: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.
Livro que trabalha a Química geral aproximando-a da realidade de nosso dia a dia.

CAINELLI, M. R.; TOMAZINI, E. C. de S. A aula-oficina como campo metodológico para a formação de professores em história: um estudo sobre o PIBID/história/UEL. *História & Ensino*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 11-33, jul./dez. 2017.
Este estudo mostra como a aula-oficina pode ser um exercício da docência, tendo como base relatórios e entrevistas concedidas por estudantes de iniciação científica do curso de História da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

CAMARGO, F.; DAROS, T. *A sala de aula inovadora*: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018. (Série Desafios da Educação).
Este livro é organizado em duas partes: a primeira apresenta reflexões dos autores sobre possibilidades de inovação em sala de aula; já a segunda aborda mais de 40 estratégias que contribuem para a aplicação dessas metodologias.

CARVALHO, A. M. P. de (Org.). *Ensino de ciências*: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2004.
Livro que traz inovações para o ensino, incentivando os estudantes a construir o conhecimento científico para auxiliá-los na compreensão do mundo.

DAYRELL, J. (Org.). *Por uma pedagogia das juventudes*: experiências educativas do Observatório da Juventude da UFMG. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2016.
Juarez Dayrell é um pesquisador que investiga a questão da juventude na Educação, analisando em seus textos a importância das culturas juvenis na construção de um cenário educativo mais democrático e significativo. Nesta obra, ele traz algumas experiências vivenciadas no projeto Observatório da Juventude, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde trabalha desde 2003, sobre a formação de professores, além de discussões envolvendo a juventude.

FATARELI, E. F. et al. Método cooperativo de aprendizagem *jigsaw* no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 161-168, ago. 2010.
Artigo que apresenta a estratégia *jigsaw* por meio da aplicação dessa abordagem em uma turma de estudantes da 2ª série do Ensino Médio.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

CÓPIA

Este livro mostra aplicações práticas e estratégias de trabalho com diversas metodologias que apresentam elementos de inovação nas práticas de ensino-aprendizagem, chamadas pelas autoras de metodologias "inov-ativas".

FORTES, I.; MACEDO, M. M. K. Automutilação na adolescência: rasuras na experiência de alteridade. *Psicogente*, Barranquilla, v. 20, n. 38, p. 353-367, jul./dez. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-01372017000200353>. Acesso em: 9 set. 2020.
Artigo de reflexão teórica que aborda aspectos do comportamento de automutilação, analisando o tema com base em algumas narrativas presentes em *blogs* de adolescentes.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*: óptica e física moderna. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*: gravitação, ondas e termodinâmica. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2.
A coleção apresenta teoria e exercícios ligados às aplicações práticas da Física ao mundo real.

HAYNES, W. M. (Ed.). CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 97. ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2017.
O manual é uma das referências científicas mais acessadas e respeitadas das comunidades científica, técnica e médica, com dados e recomendações internacionais de várias áreas.

ILLERIS, K. (Org.). *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2013.
Nesta obra, o pesquisador Knud Illeris reúne diferentes autores e teorias da aprendizagem que têm sido desenvolvidas na contemporaneidade e apresenta um conjunto de textos que abordam o tema. Cada pesquisador contribui com suas reflexões, buscando caminhos na compreensão sobre o conceito de educar e como funciona o complexo processo de ensino-aprendizagem na atualidade.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Data and statistics*: explore energy data by category, indicator, country or region. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=BRAZIL&fuel=Oil&indicator=Oil%20products%20final%20consumption%20by%20sector>. Acesso em: 25 ago. 2020.
O *site* mostra dados sobre a importação e a exportação de petróleo no Brasil.

LAKEHEAD UNIVERSITY. *Before, during, or after reading*: reflection quick write. Disponível em: <https://teachingcommons.lakeheadu.ca/sites/default/files/inline-files/Quick%20Writes%20explanation.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.
Texto que faz um breve resumo da estratégia *quick writing*, publicado na página da Universidade de Lakehead, do Canadá.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de biologia*: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.
O livro oferece material reflexivo sobre práticas docentes, fazendo a ligação entre o que se trabalha na formação profissional e o que é realizado nos diferentes espaços do ensino de Biologia.

MILLER JR., G. T. *Ciência ambiental*. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
Este livro apresenta um estudo interdisciplinar sobre o funcionamento da natureza, nossa interação com ela e como podemos viver de maneira sustentável. Com base científica, o autor expõe estudos de caso e recursos visuais, além de um resumo no começo de cada capítulo, questões de raciocínio crítico e um glossário.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-15.
Este artigo apresenta práticas pedagógicas, baseadas em metodologias ativas, que valorizam o protagonismo dos estudantes.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
Este livro dá explicações para conceitos complexos e uma visão clara e abrangente da Bioquímica.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*: ótica/relatividade/física quântica. São Paulo: Blucher, 1998. v. 4.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*: fluidos/oscilações e ondas/calor. São Paulo: Blucher, 2002. v. 2.
Estes livros compõem um curso de Física que apresenta uma discussão detalhada dos conceitos e princípios básicos da área e problemas que abordam vários temas, todos com respostas. Eles também auxiliam no desenvolvimento da intuição e da capacidade de raciocínio dos estudantes.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
Livro que aborda a Ecologia utilizando diversos exemplos reais com ênfase nos dilemas humanos, como crescimento da população, gerenciamento de recursos e contaminação ambiental.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. Trad. Anne D. Villela et al. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
Este livro é referência para as Ciências Biológicas devido à sua visão científica e pedagógica, moldado nos atuais padrões de ensino.

REIS, A. F. M. V. dos; BARRETO, M. A. M. Uma experiência com *think pair share* no Ensino Fundamental I. *Práxis*, Volta Redonda, v. 9, n. 17, p. 55-67, jun. 2017.
Artigo com definições e organização da estratégia *think-pair-share* por meio da aplicação dessa abordagem em uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental.

RICHTER, M. G. *Role-play* e ensino interativo de língua materna. Linguagem & Ensino, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 89-113, 1998.
Este artigo propõe a aplicação da estratégia *role-play* no ensino de Língua Portuguesa e relata um estudo de caso realizado com professores da rede pública.

ROCHA, R. S.; CARDOSO, I. M. D.; MOURA, M. A. E. de. O uso da *gallery walk* como metodologia ativa em sala de aula: uma análise sistemática no processo de ensino-aprendizagem. *Sítio Novo*, Palmas, v. 4, n. 1, p. 162-170, jan./mar. 2020.
Este artigo fornece possibilidades de aplicação da estratégia *gallery walk* por meio da análise documental de publicações de sete experiências vivenciadas em salas de aula na cidade de Uberaba, Minas Gerais.

SASSAKI, C. Para uma aula diferente, aposte na rotação por estações de aprendizagem. *Nova Escola*, São Paulo, 21 out. 2016. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/3352/blog-aula-diferente-rotacao-estacoes-de-aprendizagem>. Acesso em: 30 mar. 2020.
Texto, em linguagem objetiva e acessível, que explica a estratégia rotação por estações a educadores e mostra a experiência de um professor com essa abordagem.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *e-Curriculum*, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 864-897, jul./set. 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051>. Acesso em: 19 maio 2020.
Neste artigo, o autor busca analisar as diferentes alternativas, além dos processadores de texto e das planilhas eletrônicas, utilizadas para a implementação do pensamento computacional no currículo escolar básico.

VARGAS, D. de; AHLERT, E. M. *O processo de aprendizagem e avaliação através de quiz*. 2017. 19 f. Artigo (Especialização em Docência na Educação Profissional) — Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2017.
Artigo que apresenta a utilização de *quiz* como estratégia nos processos de aprendizagem e avaliação por meio da utilização de aplicativos e *softwares*.

Violência escolar e bullying: relatório sobre a situação mundial. Brasília: Unesco, 2019.
Relatório que fornece dados atualizados sobre violência escolar e *bullying*, destacando a natureza, a abrangência e os impactos dessas práticas e expondo iniciativas que buscam enfrentar esses problemas.

SEM MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

SER HUMANO E MEIO AMBIENTE: RELAÇÕES E CONSEQUÊNCIAS

Organizadora: Editora Moderna
Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna.

Editora responsável:
Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração dos originais:

Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Éverton Amigoni Chinellato
Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atuou como professor de Física em escolas da rede pública de ensino e atualmente é professor de Física em escolas da rede particular de ensino.

Rafael Aguiar da Silva
Licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Norte do Paraná (Unopar).
Atua como professor de Química em escolas da rede particular de ensino.

Marissa Kimura
Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Ana Carolina N. dos Santos Ferraro
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Patologia Experimental pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

André Luis Delvas Fróes
Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Mestre em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Atuou como professor de Física e Matemática em instituições particulares de Ensino Superior.

Marcela Yaemi Ogo
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Biologia Aplicada à Saúde pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Análise e Educação Ambiental em Ciências da Terra pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Vanessa S. Michelan
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Projeto e produção editorial: Scriba Soluções Editoriais
Edição: Leonel Delvai Favalli, Kelly Cristina dos Santos, Maira Dias Balestri
Assistência editorial: Felipe Revoredo Benatti, Kaio Fukahori, Priscila Boneventi Pacheco
Colaboração técnico-pedagógica: Francine Mendonça Nóbrega, Jeferson Felix da Silva, Maria Carolina Bittencourt Gonçalves, Rodrigo Uchida Ichikawa
Gerência de produção: Camila Rumiko Minaki Hoshi
Projeto gráfico: Daniel Messias, Dayane Aparecida Barbieri Ferreira
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha, A-spring/Shutterstock, IhorZigor/Shutterstock
Gerência de arte: André Leandro Silva
Edição de arte: Cynthia Sekiguchi, Keithy Mostachi
Diagramação: Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Daniela Cordeiro de Oliveira
Supervisão de editoração eletrônica: Luiz Roberto Lúcio Correa
Preparação de texto: Equipe Scriba
Revisão de texto: Equipe Scriba
Pesquisa iconográfica: Alessandra Roberta Arias, Alaíde Stein
Tratamento de imagens: Johannes de Paulo

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

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

Diálogo : ciências da natureza e suas tecnologias / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Kelly Cristina dos Santos. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Obra em 6 v.
Conteúdo: O universo da ciência e a ciência do Universo -- Vida na Terra : como é possível? -- Terra : um sistema dinâmico de matéria e energia -- Energia e sociedade : uma reflexão necessária -- Ser humano : origem e funcionamento -- Ser humano e meio ambiente : relações e consequências

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Santos, Kelly Cristina dos.

20-37388 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livros-texto : Ensino médio 373.19

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
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Conhecendo a coleção

Quantas notícias vemos e ouvimos atualmente envolvendo Ciência? Desenvolvimento de novas tecnologias, novas doenças que afetam a humanidade, problemas ambientais, necessidade do uso cada vez mais racional dos recursos, poluição... enfim, diversas situações que influenciam diretamente nosso dia a dia.

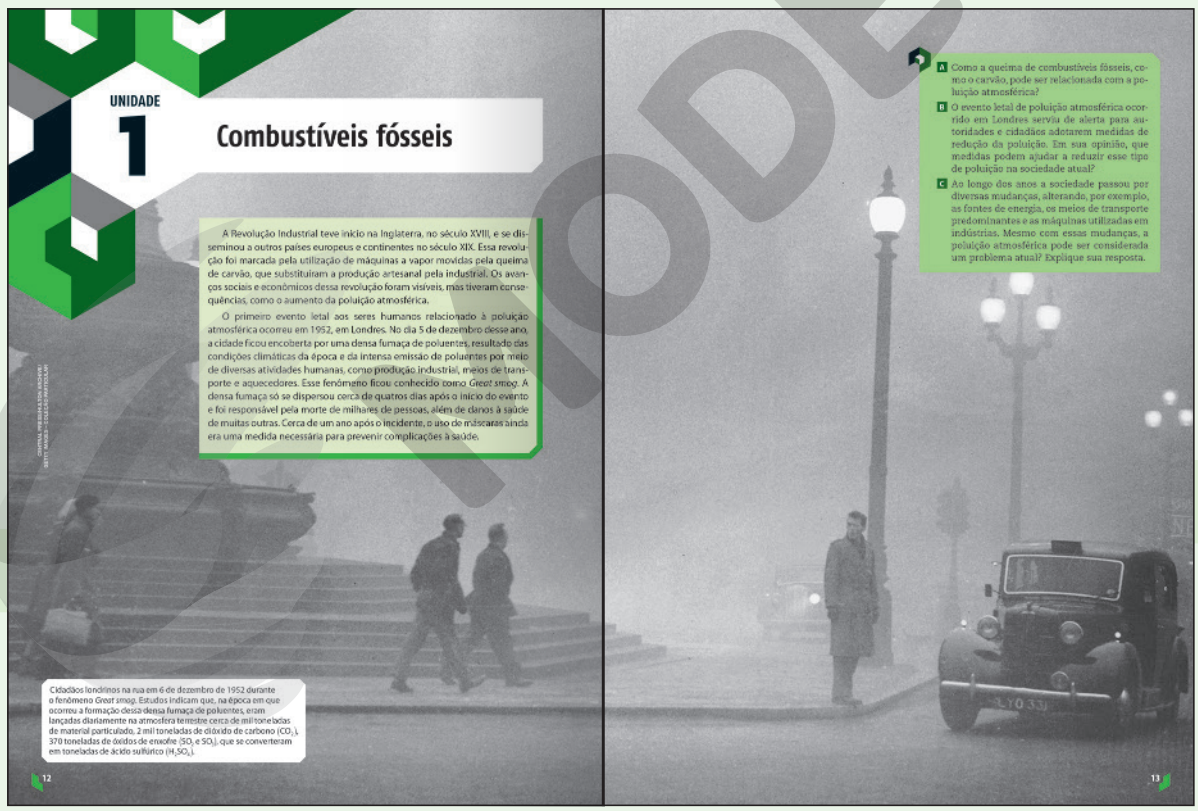
Para compreender e se posicionar diante de tudo isso, é muito importante que você compreenda os aspectos físicos, químicos e biológicos dos fenômenos que ocorrem ao seu redor.

Essa é a proposta deste livro: que você tenha a oportunidade de analisar e se posicionar criticamente diante das situações que ocorrem em seu cotidiano com base no conhecimento científico e sua relação com a sociedade.

Nesta coleção, você terá a oportunidade de conhecer, refletir e opinar sobre temas relevantes em nossa sociedade, por meio de uma linguagem simples, acompanhada de imagens e textos próximos à sua realidade.

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

Veja a seguir como este livro está organizado e como essa organização poderá ajudá-lo nos estudos de **Química**, **Física** e **Biologia**.

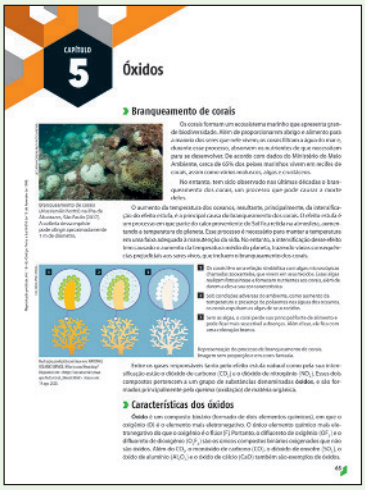


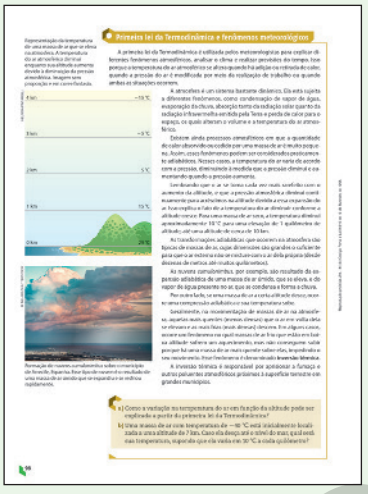
Abertura de unidade

No início de cada unidade, você encontra duas páginas de abertura, que apresentam imagens e textos relacionados aos conteúdos que estudará. Nelas, você terá a oportunidade de expor o que sabe sobre essas imagens e os conteúdos e também de trocar ideias sobre o que será estudado.

Abertura de capítulo

No início e no decorrer de cada capítulo, você entrará em contato com situações de que já ouviu falar ou que fazem parte de seu cotidiano, refletindo sobre elas. É um bom momento de expor o que já sabe sobre essas situações e relacioná-las com o conhecimento científico.



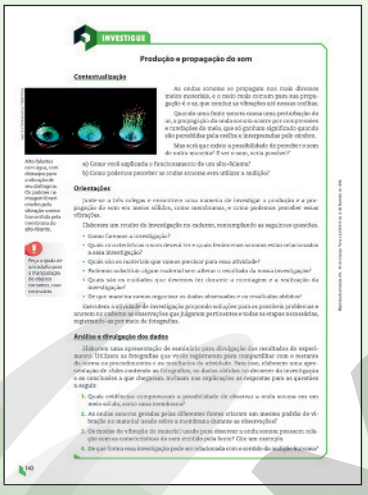


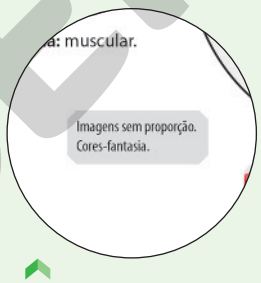
Boxe complementar

Sempre que encontrar esse boxe, você entrará em contato com mais informações sobre o conteúdo e outros assuntos que estão relacionados a ele. Também terá a oportunidade de refletir sobre essas informações e expor suas opiniões sobre elas.

Investigue

Nessa seção, você será convidado a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Também vai elaborar e testar hipóteses, analisar resultados e trocar ideias com os colegas para chegar a uma conclusão.

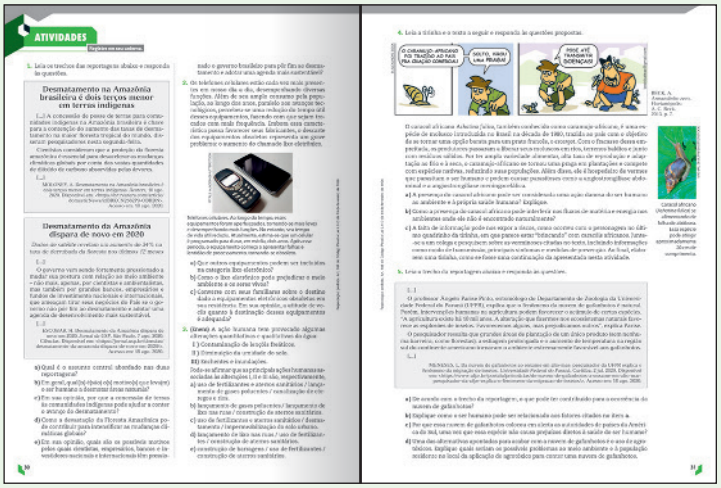




Esse boxe indica que as imagens não estão em proporção e que as cores não correspondem às reais.

Atividades

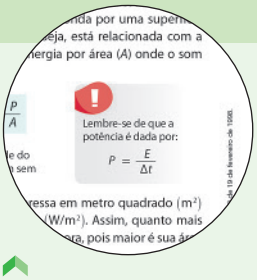
Seção em que você encontra atividades que permitem aprofundar os conteúdos, recorrendo aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. Nela, você também encontra questões de provas oficiais do Enem e de vestibulares de diversas instituições de ensino e pesquisa.



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

Trocando ideias

Nesse boxe, você terá a oportunidade de trocar ideias com os colegas sobre diversos temas de relevância relacionados ao conteúdo que está estudando. Além disso, poderá divulgar o que discutiram tanto à comunidade escolar quanto fora da escola.

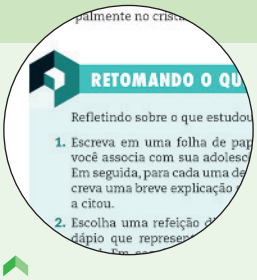


Dica

Fique atento. Toda vez que se deparar com esse boxe, você encontrará informações importantes para compreender os conteúdos, além de dicas que visam facilitar a execução das atividades e orientações relacionadas a cuidados.

Vocabulário

Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos para te auxiliar na compreensão dos conteúdos.



Retomando o que estudei

Ao final de cada unidade, é sempre importante realizar uma autoavaliação do que você aprendeu e retomar alguns conceitos estudados, não é? Esse é o objetivo dessa seção.

Ser consciente

Essa seção aborda temas abrangentes e relevantes para nossa sociedade. Nela, você terá a oportunidade de refletir e discutir com os colegas sobre esses temas, além de encontrar diferentes maneiras de comunicar o que discutiram a outras pessoas.

Ampliando seus conhecimentos

Essa seção apresenta as referências bibliográficas complementares com sugestões de filmes, livros e *sites*.

Respostas

Nessa seção, você poderá consultar as respostas e orientações de questões de provas oficiais e de atividades de múltipla escolha. Além disso, poderá consultar a resolução de atividades que envolvem cálculos.

Siglas

Apresenta os significados das siglas que você encontrou no volume.

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

Objetivos

Neste volume você vai conhecer a diversidade de formas de vida na Terra por meio da análise da organização dos ecossistemas e como ocorrem as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente. Para isso, você estudará os conceitos relacionados à ecologia, às funções químicas ácidos, bases, sais e óxidos e ao funcionamento de máquinas relacionadas à queima de combustíveis fósseis, atribuindo importância à conservação da biodiversidade, do ambiente e de seus recursos, buscando avaliar os impactos das ações humanas e das políticas ambientais para a sustentabilidade do planeta.

Além disso, neste volume você vai analisar e discutir os aspectos físico, psicoemocional e social relacionados à saúde, e desenvolver e divulgar ações associadas à prevenção e à promoção da saúde e do bem-estar. Para isso, será preciso identificar e analisar vulnerabilidades e desafios contemporâneos aos quais está exposto. Vai ainda conhecer e conceituar polímeros com base na classificação de alguns macro e micronutrientes e, com isso, refletirá sobre alimentação saudável.

Por fim, complementando o estudo relacionado à saúde, você vai conhecer aspectos físicos do som e da luz. Esse estudo permite que você compreenda e saiba como cuidar da audição e da visão humana.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Nesta coleção são desenvolvidas as Competências Gerais da Educação Básica e as Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias por meio da leitura de textos, da realização de atividades, da troca de ideias com os colegas, da análise de situações do cotidiano, entre outras estratégias. Veja a seguir as **Competências Gerais da Educação Básica** desenvolvidas neste volume.

COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

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

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

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

MODERNA

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.

Veja agora as **Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e as principais habilidades desenvolvidas neste volume.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade EM13CNT101: Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	**Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 1** • Capítulo 7
Habilidade EM13CNT102: Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	**Unidade 1** • Capítulo 8
Habilidade EM13CNT103: Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.	**Unidade 2** • Capítulo 4
Habilidade EM13CNT104: Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	**Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 1** • Capítulo 7 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 4
Habilidade EM13CNT105: Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	**Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 1** • Capítulo 7

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidade EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	**Unidade 1** • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 2
Habilidade EM13CNT203: Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	**Unidade 1** • Capítulo 1 **Unidade 1** • Capítulo 2 **Unidade 1** • Capítulo 6

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

MODERNA

Unidade 1 • Capítulo 6	**Habilidade EM13CNT205:** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
Unidade 1 • Capítulo 1 **Unidade 1** • Capítulo 3 **Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 2** • Capítulo 2	**Habilidade EM13CNT206:** Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
Unidade 2 • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT207:** Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Unidade 1 • Capítulo 6 **Unidade 1** • Capítulo 7 **Unidade 2** • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Unidade 1 • Capítulo 4 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT302:** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
Unidade 1 • Capítulo 7	**Habilidade EM13CNT305:** Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
Unidade 1 • Capítulo 7 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 4	**Habilidade EM13CNT306:** Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
Unidade 1 • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 1** • Capítulo 7	**Habilidade EM13CNT307:** Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
Unidade 1 • Capítulo 1 **Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 7 **Unidade 2** • Capítulo 2	**Habilidade EM13CNT309:** Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
Unidade 2 • Capítulo 1	**Habilidade EM13CNT310:** Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

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

MANOBRA

Veja também as competências específicas e habilidades de outras áreas desenvolvidas neste volume.

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.

Habilidade EM13CHS102: Identificar, analisar e discutir as circunstâncias históricas, geográficas, políticas, econômicas, sociais, ambientais e culturais de matrizes conceituais (etnocentrismo, racismo, evolução, modernidade, cooperativismo/desenvolvimento etc.), avaliando criticamente seu significado histórico e comparando-as a narrativas que contemplem outros agentes e discursos.	**Unidade 2** • Capítulo 1

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.

Habilidade EM13CHS201: Analisar e caracterizar as dinâmicas das populações, das mercadorias e do capital nos diversos continentes, com destaque para a mobilidade e a fixação de pessoas, grupos humanos e povos, em função de eventos naturais, políticos, econômicos, sociais, religiosos e culturais, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a esses processos e às possíveis relações entre eles.	**Unidade 2** • Capítulo 2

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

Habilidade EM13CHS302: Analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais – entre elas as indígenas, quilombolas e demais comunidades tradicionais –, suas práticas agroextrativistas e o compromisso com a sustentabilidade.	**Unidade 2** • Capítulo 2

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 4

Analisar as relações de produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades.

Habilidade EM13CHS401: Identificar e analisar as relações entre sujeitos, grupos, classes sociais e sociedades com culturas distintas diante das transformações técnicas, tecnológicas e informacionais e das novas formas de trabalho ao longo do tempo, em diferentes espaços (urbanos e rurais) e contextos.	**Unidade 2** • Capítulo 1
Habilidade EM13CHS403: Caracterizar e analisar os impactos das transformações tecnológicas nas relações sociais e de trabalho próprias da contemporaneidade, promovendo ações voltadas à superação das desigualdades sociais, da opressão e da violação dos Direitos Humanos.	**Unidade 1**• Capítulo 7

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

MODERNA

Sumário

UNIDADE 1 Combustíveis fósseis 12

CAPÍTULO 1 Ecologia e biodiversidade 14

A dependência de combustíveis fósseis 14
Introdução à Ecologia 16
Crescimento populacional e fatores limitantes 18
Atividades 20

CAPÍTULO 2 Ameaças à biodiversidade 21

Perda de biodiversidade 21
Desmatamento e queimadas 22
Poluição 23
Superexploração de espécies 25
Introdução de espécies exóticas 26
Mudanças climáticas 28
Atividades 30
Biodiversidade e segurança alimentar 32
Biodiversidade e saúde humana 33
Atividades 35

CAPÍTULO 3 Conservação e sustentabilidade 36

Convenção sobre Diversidade Biológica 36
Estratégias de conservação 37
Proteção legal de espécies 37
Restauração 43
Investigue – A importância do conhecimento científico 44
Atividades 45
O papel da sociedade e do governo 46
Tecnologia e sustentabilidade 50
Atividades 52

CAPÍTULO 4 Ácidos, bases e sais 53

Chuva ácida: causa, consequências e possíveis soluções 53
Algumas definições de ácidos e bases 55
Definições de Arrhenius 55
Definições de Brønsted-Lowry 55
Definições de Lewis 55
Ácidos de Arrhenius 56
Classificação e nomenclatura dos ácidos de Arrhenius 56
Alguns ácidos e suas aplicações 57
Bases de Arrhenius 58
Nomenclatura das bases de Arrhenius 58
Algumas bases e suas aplicações 59
Sais de Arrhenius 60
Classificação dos sais de Arrhenius 60
Nomenclatura dos sais de Arrhenius 61
Alguns sais e suas aplicações 61
Investigue – Indicadores ácido-base naturais 62
Atividades 63

CAPÍTULO 5 Óxidos 65

Branqueamento de corais 65
Características dos óxidos 65
Classificação dos óxidos 66
Nomenclatura dos óxidos 66
Principais óxidos e suas aplicações 67
Atividades 68

CAPÍTULO 6 Cinética química 69

Taxa média de uma reação química 69
Teoria das colisões e formação do complexo ativado 70
Orientação 71
Energia cinética mínima 71
Atividades 72
A rapidez de uma reação química 73
Concentração 73
Temperatura 73
Superfície de contato 73
Catalisadores 74
Investigue – Amadurecimento de frutos climatéricos 76
Lei cinética das reações químicas 77
Atividades 79

MODERNA

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

CAPÍTULO 7 Queima de combustíveis fósseis 81

Máquinas a vapor e motores de combustão interna 81

Transformações gasosas 83

Lei geral dos gases 88

Investigue – Transformações gasosas 89

Atividades 90

CAPÍTULO 8 Termodinâmica 92

Trabalho em uma transformação gasosa 92

Energia interna de um gás 94

Atividades 95

Primeira lei da Termodinâmica 96

Segunda lei da Termodinâmica 99

Rendimento de uma máquina térmica e o ciclo de Carnot 101

Outros ciclos termodinâmicos 102

Atividades 104

Retomando o que estudei 105

Ser consciente

Cidades sustentáveis 106

UNIDADE 2 Saúde humana 108

CAPÍTULO 1 Cuidados com o corpo humano 110

Estilo de vida saudável 110

Adolescência e juventude 112

Vulnerabilidades das adolescências e das juventudes 113

Alimentação inadequada e sedentarismo 113

Consumo de álcool e outras drogas 115

Sofrimentos mentais 115

Saúde reprodutiva e sexual 116

Violência 117

Adolescências e juventudes bem vividas 118

Atividades 119

CAPÍTULO 2 Polímeros 120

Micronutrientes e macronutrientes 120

Polímeros naturais 121

Látex 121

Seda 121

Proteínas 121

Carboidratos 124

Atividades 125

Polímeros sintéticos 126

Polímeros de adição 128

Polímeros de condensação 129

Atividades 132

CAPÍTULO 3 Sons e audição humana 133

Ondas sonoras 133

Características de uma onda 135

Velocidade de propagação de uma onda 135

Características do som 137

Propriedades do som 138

Fenômenos sonoros 139

Reflexão do som 139

Refração do som 139

Difração do som 140

Interferência das ondas sonoras 140

Ressonância das ondas sonoras 141

Efeito Doppler 141

Investigue – Produção e propagação do som 142

Atividades 143

CAPÍTULO 4 Luz e visão humana 144

Uso da tecnologia e olhos humanos 144

Luz solar 146

Alterações da visão 147

Atividades 150

Retomando o que estudei 151

Ser consciente

As adolescências e as juventudes ao nosso redor 152

Ampliando seus conhecimentos 154

Respostas 155

Referências bibliográficas comentadas 160

Siglas 160

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

MODERNA

UNIDADE

1 Combustíveis fósseis

A Revolução Industrial teve início na Inglaterra, no século XVIII, e se disseminou a outros países europeus e continentes no século XIX. Essa revolução foi marcada pela utilização de máquinas a vapor movidas pela queima de carvão, que substituíram a produção artesanal pela industrial. Os avanços sociais e econômicos dessa revolução foram visíveis, mas tiveram consequências, como o aumento da poluição atmosférica.

O primeiro evento letal aos seres humanos relacionado à poluição atmosférica ocorreu em 1952, em Londres. No dia 5 de dezembro desse ano, a cidade ficou encoberta por uma densa fumaça de poluentes, resultado das condições climáticas da época e da intensa emissão de poluentes por meio de diversas atividades humanas, como produção industrial, meios de transporte e aquecedores. Esse fenômeno ficou conhecido como *Great smog*. A densa fumaça só se dispersou cerca de quatros dias após o início do evento e foi responsável pela morte de milhares de pessoas, além de danos à saúde de muitas outras. Cerca de um ano após o incidente, o uso de máscaras ainda era uma medida necessária para prevenir complicações à saúde.

CENTRAL PRESS/HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES – COLEÇÃO PARTICULAR

Cidadãos londrinos na rua em 6 de dezembro de 1952 durante o fenômeno *Great smog*. Estudos indicam que, na época em que ocorreu a formação dessa densa fumaça de poluentes, eram lançadas diariamente na atmosfera terrestre cerca de mil toneladas de material particulado, 2 mil toneladas de dióxido de carbono (CO_2), 370 toneladas de óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), que se converteram em toneladas de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

MODERNA

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Como a queima de combustíveis fósseis, como o carvão, pode ser relacionada com a poluição atmosférica?

B O evento letal de poluição atmosférica ocorrido em Londres serviu de alerta para autoridades e cidadãos adotarem medidas de redução da poluição. Em sua opinião, que medidas podem ajudar a reduzir esse tipo de poluição na sociedade atual?

C Ao longo dos anos a sociedade passou por diversas mudanças, alterando, por exemplo, as fontes de energia, os meios de transporte predominantes e as máquinas utilizadas em indústrias. Mesmo com essas mudanças, a poluição atmosférica pode ser considerada um problema atual? Explique sua resposta.

MODERNA

CAPÍTULO 1

Ecologia e biodiversidade

A dependência de combustíveis fósseis

Leia o trecho da reportagem, analise o gráfico e responda às questões propostas.

Greve dos caminhoneiros afeta abastecimento em supermercados e paralisa produção de frigoríficos

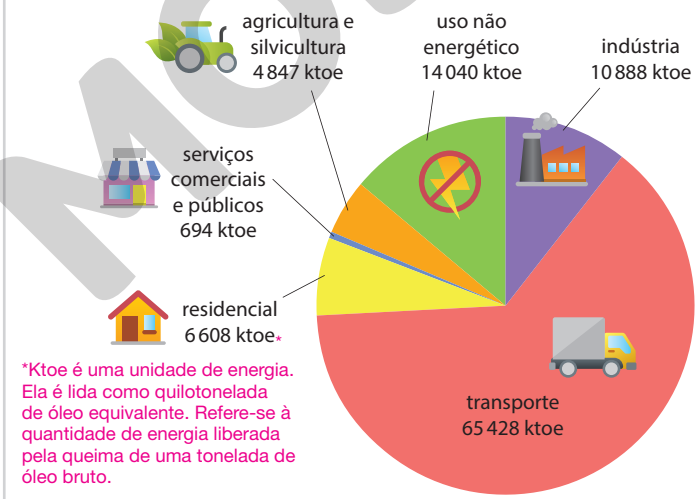
Paralisação deixa ainda postos sem combustível e provoca alta nos preços dos alimentos, dizem entidades dos setores.

CAVALLINI, M. Greve dos caminhoneiros afeta abastecimento em supermercados e paralisa produção de frigoríficos. *G1*, São Paulo, 24 maio 2018. Brasil. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/greve-dos-caminhoneiros-afeta-abastecimento-de-pereciveis-em-supermercados-e-paralisa-producao-de-frigorificos.ghtml>. Acesso em: 8 set. 2020.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Analise o gráfico. Qual é o setor que mais consome derivados do petróleo no Brasil?
2. Em sua opinião, qual é o possível motivo de o setor da economia citado na questão **1** ser o que mais consome derivados do petróleo no Brasil?
3. Como o trecho da reportagem pode ser relacionado com o gráfico?
4. De acordo com o trecho da reportagem, podemos afirmar que a greve noticiada afetou diversos setores da economia e a população brasileira como um todo? Explique sua resposta.
5. O Brasil é um país dependente de combustíveis fósseis. Quais são os possíveis fatores responsáveis por essa dependência e como ela afetou a população?

CONSUMO FINAL DE DERIVADOS DO PETRÓLEO POR SETOR NO BRASIL (2017)



*Ktoe é uma unidade de energia. Ela é lida como quilotonelada de óleo equivalente. Refere-se à quantidade de energia liberada pela queima de uma tonelada de óleo bruto.

HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Data and statistics*. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country5BRAZIL&fuel5Oil&indicator5Oil%20products%20final%20consumption%20by%20sector>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Ao responder às questões, você deve ter percebido quão dependente o Brasil é dos combustíveis fósseis e do transporte rodoviário. Além disso, diversos outros setores da economia utilizam os combustíveis fósseis em menor ou maior proporção. Assim, esses combustíveis se apresentam como um importante recurso energético no país, perfazendo grande parte da denominada matriz energética brasileira.

Explique aos estudantes que, quando nos referimos apenas ao conjunto de fontes disponíveis para a geração de energia elétrica, estamos falando da matriz elétrica.

MODELO

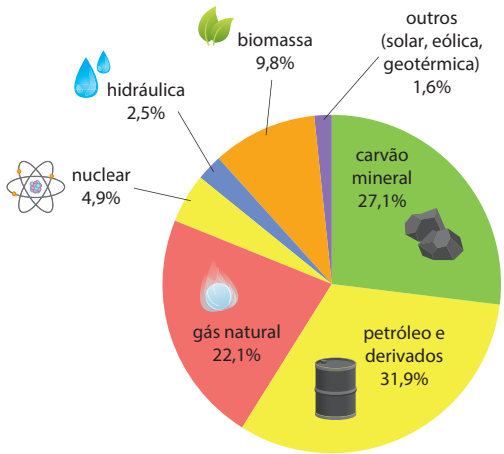
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A matriz energética refere-se ao conjunto de fontes de energia disponíveis para o uso em diversas atividades, como movimentar veículos, preparar alimentos e gerar eletricidade. É composta, por exemplo, de energia nuclear, energia hidráulica, energia eólica, energia solar, biomassa e de petróleo e seus derivados.

Observe os gráficos a seguir e responda às questões **6** e **7**.

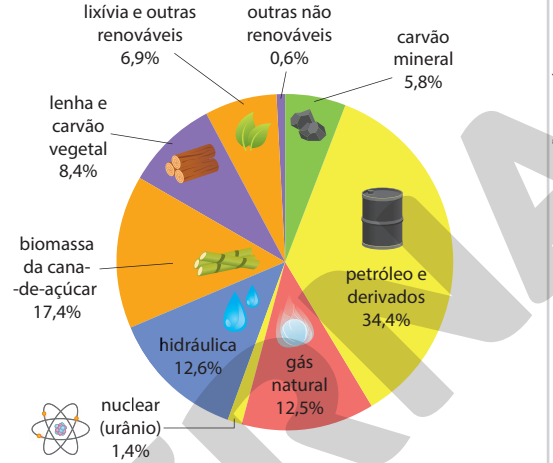
O item "lixívia e outras renováveis" inclui fontes de energia como: lixívia, biodiesel e outras biomassas, biogás, gás industrial de carvão vegetal, energia eólica e solar.

PARTICIPAÇÃO (%) DE CADA FONTE NA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL (2016)



Fonte: BRASIL. Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE). *Matriz Energética e Elétrica*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 18 ago. 2020.

PARTICIPAÇÃO (%) DE CADA FONTE NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (2018)



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: BRASIL. Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE). *Balanço Energético Nacional 2019*. Rio de Janeiro, maio 2019. p. 18. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Apesar de mais de 40% da matriz energética brasileira ser composta de fontes renováveis, o uso de recursos naturais não renováveis ainda é intenso, principalmente de petróleo e seus derivados (34,4%), evidenciando a dependência nacional desse tipo de fonte de energia. Esse, no entanto, não é um problema exclusivo do Brasil, atingindo quase todos os demais países do mundo.

Além do possível esgotamento ao longo dos anos, por se tratar de um recurso natural não renovável, o uso intensivo de combustíveis fósseis gera impactos ambientais e pode afetar a saúde dos seres vivos, inclusive dos seres humanos.

Entre os impactos ambientais, podemos citar a poluição do ar atmosférico, a intensificação do efeito estufa natural e a formação de chuva ácida. Além dos danos ao meio ambiente, a poluição gerada pela queima dos combustíveis fósseis pode prejudicar a saúde humana, principalmente de pessoas que apresentam problemas respiratórios, como asma e bronquite.

DOUGLAS COMETTI/FOLHAPRESS

Efeitos da chuva ácida na passarela Comandante Rolim Amaro, no município de São Paulo (2014). A chuva ácida é um fenômeno caracterizado pela precipitação de ácidos junto à água da chuva, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3). Eles são formados pela reação química que ocorre entre a água presente na atmosfera terrestre e os gases emitidos na queima de combustíveis fósseis.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

6. O que você pode concluir a respeito da matriz energética mundial? E em relação à matriz energética brasileira?

7. Os combustíveis fósseis estão entre as principais fontes de energia utilizadas nas atividades humanas, tanto em nível brasileiro quanto mundial. Como esse cenário pode interferir no meio ambiente?

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

MODELO

Respostas das questões **9** e **10** no **Suplemento para o professor**.

8. Como as informações apresentadas na reportagem podem ser relacionadas com biodiversidade?

9. Como a extinção de espécies pode interferir nos ecossistemas?

10. Como o atual cenário de extinção de espécies pode interferir nas populações humanas e em nosso dia a dia?

8. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito de biodiversidade. Anote as principais informações na lousa e as retome em momento oportuno.

*Comente com os estudantes que IPBES é a sigla em inglês de *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, traduzido como Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas em Serviços de Biodiversidade e Ecossistemas.

Introdução à Ecologia

Além da queima de combustíveis, outras atividades realizadas pelos seres humanos também prejudicam o ambiente e os seres vivos. Para entender essas interferências, vamos, primeiramente, entender as relações entre o ambiente e os seres vivos, inclusive os seres humanos. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões.

Extinção de espécies aumenta em escala sem precedentes, alerta relatório do IPBES*

As taxas de extinção de espécies animais e vegetais estão aumentando em uma escala sem precedentes. A abundância média de espécies nativas na maioria dos principais hábitats terrestres caiu em, pelo menos, 20%, principalmente desde 1900. Mais de 40% das espécies de anfíbios, quase 33% dos corais e mais de um terço de todos os mamíferos estão ameaçados.

[...]

"A saúde dos ecossistemas de que toda a humanidade e as espécies dependem está se deteriorando mais rapidamente do que nunca. Estamos erodindo os próprios alicerces de nossas economias, meios de subsistência, segurança alimentar, saúde e qualidade de vida em todo o mundo", disse Robert Watson, presidente da IPBES.

[...]

ALISSON, E. Extinção de espécies aumenta em escala sem precedentes, alerta relatório do IPBES. *Agência Fapesp*, São Paulo, 7 maio 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/extincao-de-especies-aumenta-em-escala-sem-precedentes-alerta-relatorio-do-ipbes/30430/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

O planeta Terra apresenta uma grande biodiversidade, ou seja, uma grande diversidade biológica, que se manifesta em diferentes níveis, de genes a ecossistemas, incluindo os diversos processos necessários para a manutenção da vida, como os evolutivos, ecológicos e culturais. Essa diversidade de seres vivos pode ser organizada em diferentes níveis, dos mais abrangentes aos mais específicos. Observe a seguir.

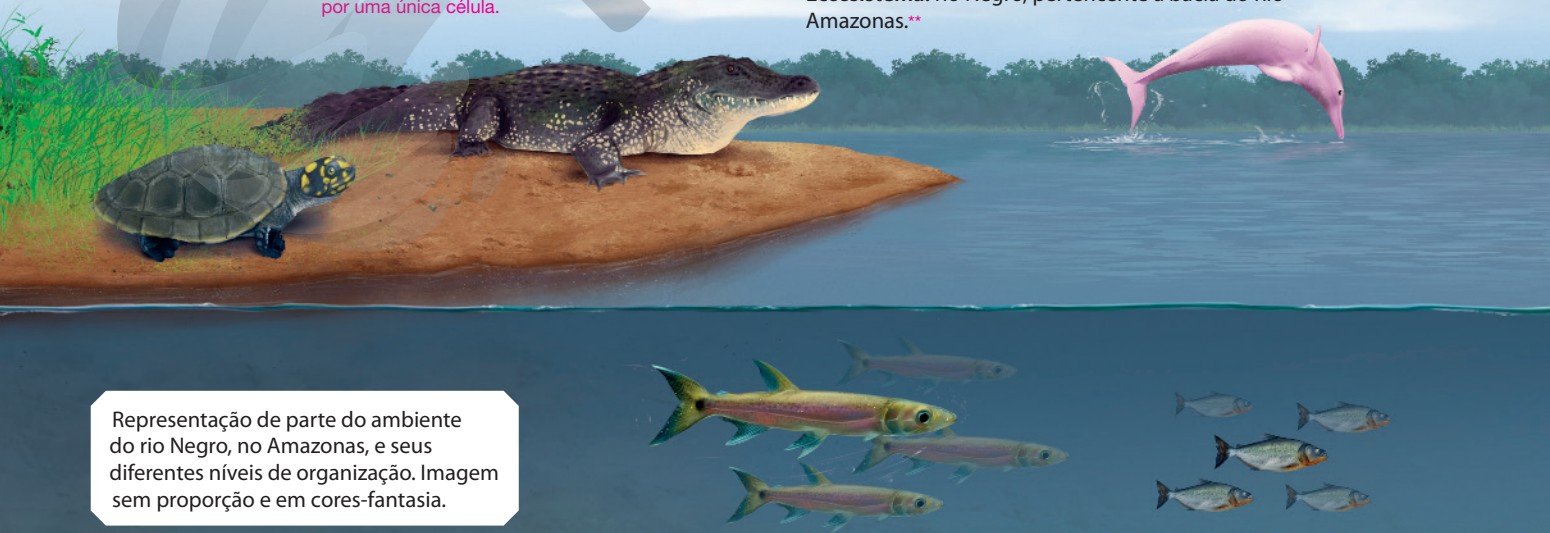
A **biosfera** é o nível mais elevado na hierarquia ecológica e corresponde à porção do planeta em que se encontram os seres vivos, ou seja, onde há vida. Assim, a biosfera inclui todos os ecossistemas da Terra.

O **ecossistema** inclui todos os componentes bióticos de determinada área e as relações estabelecidas entre esses componentes, como aquelas que possibilitam as trocas de energia e a ciclagem da matéria. Além disso, também agrega fatores abióticos, necessários à sobrevivência das espécies de seres vivos.

Ecossistema: rio Negro, pertencente à bacia do Rio Amazonas.**

Enfatize aos estudantes que foram representadas apenas algumas das espécies de seres vivos desse ecossistema. Os nomes científicos das espécies representadas estão no **Suplemento para o professor.

Enfatize aos estudantes que nem todos os seres vivos apresentam todos os níveis de organização citados. As bactérias, por exemplo, são formadas por uma única célula.

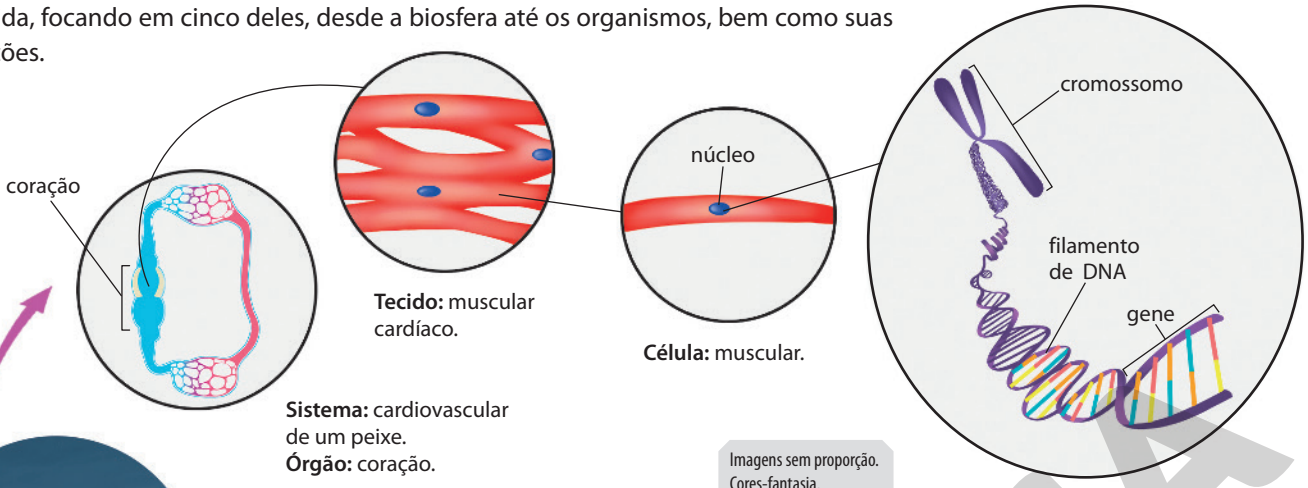


Representação de parte do ambiente do rio Negro, no Amazonas, e seus diferentes níveis de organização. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

MODERNA

A Ecologia é a Ciência responsável por estudar os diferentes níveis de organização da vida, focando em cinco deles, desde a biosfera até os organismos, bem como suas relações.



Sistema: cardiovascular de um peixe.
Órgão: coração.

Tecido: muscular cardíaco.

Célula: muscular.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

O **organismo** é cada indivíduo que compõe uma população.

Organismo: tucunaré.

A **população** é um grupo de indivíduos da mesma espécie que vive em uma área específica, em determinado tempo, interagindo uns com os outros e com o ambiente.

População: tucunarés do rio Negro.

A **comunidade** é formada por todas as populações que habitam um ecossistema, ou seja, ocupam uma área específica ao mesmo tempo e interagem umas com as outras e com o ambiente.

Comunidade: peixes do rio Negro, composta de tucunaré, piranha, peixe-cachorro e pirarucu.

Representação dos níveis de organização da vida.

O **hábitat** é definido como o lugar ou o espaço físico onde um organismo ou grupo de organismos pode ser encontrado.
Já o modo de vida de determinado organismo ou grupo de organismos, como a maneira de se alimentar ou de se reproduzir e o período do dia em que é mais ativo, diz respeito ao **nicho ecológico**.

Os **fatores bióticos** são representados pelos seres vivos, como plantas, animais e microrganismos. Já os **fatores abióticos** são os fatores físico-químicos do ambiente, que interferem na presença e na atividade dos seres vivos, como temperatura, salinidade, água, luz solar, calor, umidade, nutrientes e correnteza.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

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

MODERNA

Crescimento populacional e fatores limitantes

GERSON GERLOFF/PULSAR IMAGENS

Pessoa colhendo uvas niágara, no município de Silveira Martins, Rio Grande do Sul (2018).

Em 2017, produtores de lichia do município de Pilar do Sul, no estado de São Paulo, tiveram grandes prejuízos com as geadas que castigaram a região. O inverno rigoroso, com temperaturas abaixo de zero, deixou as folhas do pomar de lichia secas e amareladas, e as plantas quase não renderam frutos.

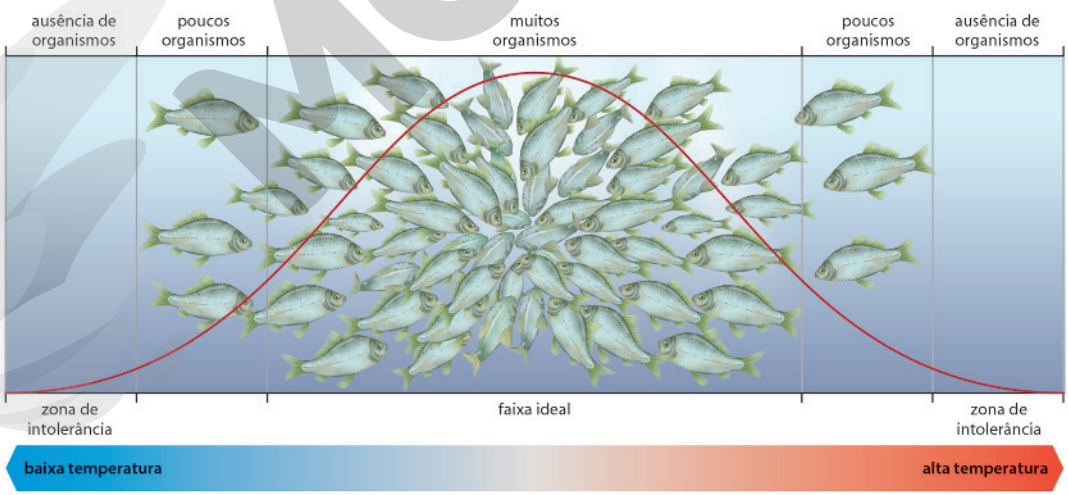
Diante dessa situação, agrônomos aconselharam os produtores rurais a cultivar a uva niágara, a qual é capaz de suportar baixas temperaturas em sua fase de repouso vegetativo, quando não se observa a formação de flores e, consequentemente, de frutos. Nessa variedade de uva, o frio do inverno é necessário para quebrar a dormência das gemas, assegurando um brotamento adequado da videira.

11. Analisando a situação exemplificada anteriormente, o que você pode concluir sobre as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento das duas espécies de plantas citadas?

Como você pôde perceber ao responder à questão acima, as espécies de seres vivos podem apresentar necessidades ambientais variadas, que interferem em seus crescimento e desenvolvimento. Isso ocorre porque tais condições são específicas para cada espécie. Algumas espécies de plantas, por exemplo, necessitam da incidência direta de luz solar durante a maior parte do dia, outras crescem melhor à sombra. Dessa maneira, cada população de um ecossistema apresenta determinada **faixa de tolerância** a variações ambientais físicas e químicas.

A tolerância às variações ambientais também pode ser diferente entre organismos de uma mesma população, os quais podem, por exemplo, apresentar maior ou menor tolerância às variações de temperatura em seu hábitat. Essas diferentes respostas dos indivíduos se devem a alguns fatores individuais, como a variabilidade genética, condições de saúde e idade.

Observe no exemplo a seguir que, em determinada faixa de temperatura, há grande número de indivíduos de uma espécie de peixe. À medida que essa temperatura aumenta ou diminui, ela se torna fator limitante a essa população, levando a uma diminuição no número de indivíduos e podendo chegar à sua inexistência.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: MILLER, G. T. *Ciência ambiental*. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 45.

Representação da faixa de tolerância em relação à temperatura para determinada população de peixes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Assim, quando as características do meio se alteram, seja por causas naturais, seja artificiais, como atividades humanas, o crescimento populacional pode ser alterado. Existem vários fatores que podem interferir no crescimento das populações, os quais são chamados **fatores limitantes**. Nesse caso, a falta ou o excesso de um fator abiótico no meio, por exemplo, pode impedir o crescimento de uma população, mesmo que os demais fatores estejam na faixa de tolerância.

11. Espera-se que os estudantes concluam que elas apresentam necessidades diferentes em relação às condições ambientais, nesse caso específico, à temperatura. A uva niágara suporta baixas temperaturas, que são necessárias ao bom desenvolvimento da planta. Já a lichia não suporta temperaturas muito baixas, que lhe são prejudiciais.

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

MODERNA

O limite de tolerância de cada espécie para as condições ambientais está diretamente relacionado à sua distribuição geográfica. Os ursos-polares, por exemplo, são animais bem adaptados às baixas temperaturas, mas podem morrer caso sejam submetidos às altas temperaturas dos trópicos. Já espécies que têm grande tolerância a variações ambientais tendem a ocupar uma diversidade de hábitats e, muitas vezes, ter uma ampla distribuição geográfica.

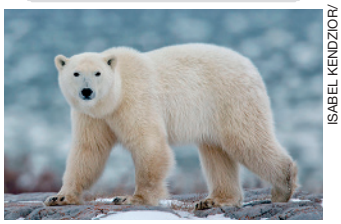
De maneira geral, as populações de seres vivos apresentam um **potencial biótico**, que se refere à capacidade de crescimento de uma população sob condições ambientais ideais, ou seja, a taxa máxima de reprodução que uma população pode apresentar quando os recursos ambientais são ilimitados. Nessa situação, à medida que novos indivíduos são adicionados à população, a taxa de natalidade se eleva, ou seja, o número de novos indivíduos adicionados por unidade de tempo aumenta. Sendo assim, todas as espécies apresentam potencial para um crescimento ilimitado.

Na natureza, no entanto, nenhuma população natural pode aumentar seu tamanho indefinidamente, pois o ambiente impõe limitações ao seu crescimento. O conjunto de fatores ambientais (bióticos e abióticos) que limitam o crescimento populacional é denominado **resistência ambiental**. Essa resistência impede que o potencial biótico de uma população seja efetivado, pois o ambiente não é capaz de sustentar um número ilimitado de organismos.

Assim, a resistência ambiental e o potencial biótico determinam a capacidade de suporte do ambiente, ou seja, o número máximo de indivíduos de determinada população que pode ser sustentado pelo ambiente em determinada área ou volume. Essa capacidade ambiental é determinada pela disponibilidade de recursos, como alimentos, locais de nidificação e abrigos, e pela existência de doenças, de predadores e, em alguns casos, de interações sociais.

As populações apresentam padrões característicos de aumento, as denominadas **formas de crescimento populacional**. Existem, basicamente, duas formas de crescimento em uma população, a exponencial e a logística (ou sigmoide).

Urso-polar (*Ursus maritimus*): pode atingir aproximadamente 2,5 m de comprimento.

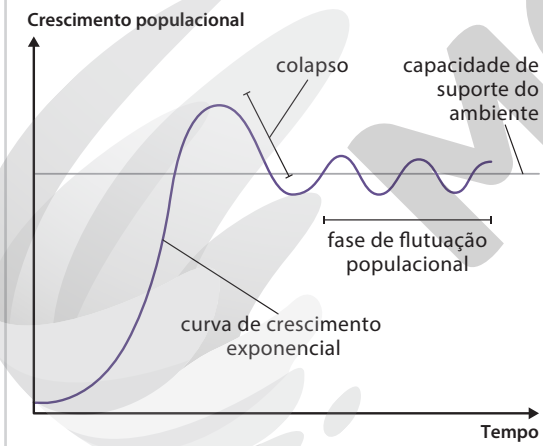


ISABEL KENDZIOR/ SHUTTERSTOCK

Urso-polar (*Ursus maritimus*) na ilha de Ellesmere, Canadá (2019). Os ursos-polares apresentam grande quantidade de pelos e uma camada espessa de gordura abaixo da pele, a qual atua como isolante térmico, evitando a perda de calor do corpo para o ambiente.

Enfatize aos estudantes que as populações e as espécies de seres vivos apresentam padrões de crescimento variável e podem sofrer interferência de diferentes fatores ambientais, em níveis distintos de sensibilidade, fazendo com que elas respondam de modo variável às alterações no ambiente onde vivem.

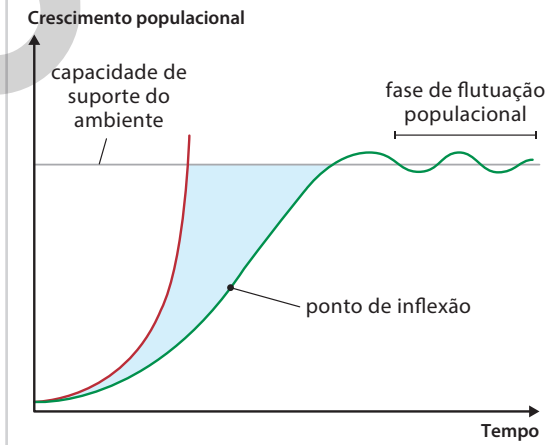
LINHA DE CRESCIMENTO EXPONENCIAL



Fonte: ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 244.

Nesse tipo de crescimento, há um rápido aumento no número de indivíduos ao longo do tempo (curva em J). Após ultrapassar a capacidade de suporte do ambiente, a população inicia um rápido decréscimo populacional, denominado **colapso**. A redução no número de indivíduos está associada à limitação imposta por um ou mais fatores ambientais que passaram a interferir negativamente no crescimento populacional.

LINHA DE CRESCIMENTO SIGMOIDE



Fonte: ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 244.

Nessa representação, a linha vermelha representa o potencial biótico, e a linha verde, a curva de crescimento (curva em S). A diferença entre o potencial biótico e a taxa de crescimento real de uma espécie é, frequentemente, adotada como uma medida da resistência ambiental (área em azul). Caracteriza-se por apresentar um crescimento inicial lento. Já a fase seguinte apresenta um crescimento desacelerado pela resistência ambiental.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. A Terra tem diferentes ambientes, os quais apresentam componentes bióticos e abióticos específicos. Como as características ambientais podem influenciar o tipo de ser vivo que habita esses locais e o tamanho de suas populações e comunidades?

Resposta no **Suplemento para o professor**.

2. **(Unicamp-SP)** Raros são os cientistas que se dedicam a medir um único fenômeno. Mais raro ainda são aqueles que alteram o comportamento da humanidade com suas medições. O norte-americano Charles D. Keeling passou a vida medindo a quantidade de CO_2 existente na atmosfera, demonstrando que a quantidade desse gás está aumentando. Em 1958, muito antes do surgimento dos movimentos ecológicos, Keeling desconfiou de que esse efeito era devido à queima de combustíveis fósseis. Na última década, a hipótese de Keeling foi testada pela análise de bolhas de ar retidas no gelo polar, revelando que a concentração de CO_2 permaneceu inalterada por milênios, aumentando a partir do século XIX.

(Adaptado de Fernando Reinach, *A longa marcha dos grilos canibais*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 41 - 42.)

Os experimentos com as bolhas de ar do gelo polar indicam que a elevação das emissões de CO_2

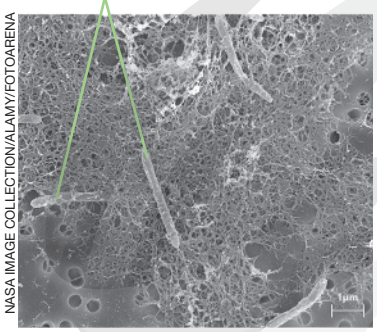
a) é diretamente proporcional à utilização crescente de petróleo (plantas fossilizadas) nos Estados Unidos e na China no século XIX, o que propiciou o desenvolvimento de novos equipamentos, tecnologias e organizações no mundo do trabalho.

b) está correlacionada com a utilização crescente de carvão mineral (plantas fossilizadas) durante a Revolução Industrial, que propiciou o uso da energia a vapor e o desenvolvimento de máquinas, levando à produção em larga escala.

c) está associada à utilização crescente de petróleo (microrganismos fossilizados) desde os primórdios da Revolução Industrial, caracterizada pelo uso de máquinas para a produção em larga escala e novas organizações trabalhistas.

d) é diretamente proporcional à utilização decrescente de biodiesel (microrganismos fossilizados) na Inglaterra durante a Revolução Industrial, quando esse país adotou uma matriz energética baseada no consumo de petróleo para fomentar sua economia protecionista.

Alternativa **b**.



NASA IMAGE COLLECTION/ALAMY/FOTOARENA

Micrografia de bactérias *Desulforudis audaxviator* em microscópio eletrônico.

3. No ano de 2008, nas águas de uma mina de extração de ouro, na África do Sul, pesquisadores encontraram uma bactéria a quase 3 km de profundidade. A esse ser vivo, deu-se o nome de *Desulforudis audaxviator*. O ambiente onde ela foi encontrada é escuro e pobre em gás oxigênio (O_2). Por isso, *D. audaxviator* obtém a energia de que necessita por meio de outros elementos químicos, como o nitrogênio (N), e de moléculas orgânicas. Apesar de essas informações apoiarem as ideias de ser possível a existência de vida em ambientes inóspitos, o que mais chamou a atenção dos pesquisadores foi o fato de não ter sido encontrado nenhum vestígio de outro ser vivo no local, ou seja, o *D. audaxviator* vive completamente sozinho em seu hábitat.

Com base nessas informações, identifique a alternativa que apresenta apenas as informações corretas.

a) Não podemos afirmar que a área onde foi encontrada *D. audaxviator* é um ecossistema, uma vez que não há outros seres vivos existentes no local que possam interagir com essas bactérias.

b) Os organismos encontrados na água da mina compartilham um mesmo hábitat, mas não um único nicho ecológico.

c) Os organismos encontrados pelos cientistas compõem uma comunidade ecológica, mas não uma população.

d) Trata-se de um novo ecossistema, uma vez que apresenta componentes bióticos e abióticos, os quais interagem entre si, sendo estes últimos essenciais à sobrevivência dos primeiros.

Alternativa **d**.

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

MODERNA

CAPÍTULO 2

Ameaças à biodiversidade

Abelha (*Apis mellifera*): pode atingir aproximadamente 1,5 cm de comprimento.

EDSON GRANDISOLI/PULSAR IMAGENS

Abelha (*Apis mellifera*) polinizando flor de acácia mimosa (*Acacia dealbata*). Essa espécie animal vem desaparecendo dos ambientes nas últimas décadas, resultado de diversos fatores, como o desmatamento, o uso intensivo de agrotóxicos e a poluição ambiental. As abelhas exercem papel importante na reprodução de espécies vegetais nativas e de cultivos que fazem parte da alimentação humana. Por isso, sua eliminação do ambiente afeta diretamente a disponibilidade de alimentos aos seres humanos.

Perda de biodiversidade

Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões.

> O primeiro relatório global da FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura] sobre o estado da biodiversidade que sustenta nossos sistemas alimentares foi lançado hoje e traz dados alarmantes para o futuro do planeta. O estudo, O Estado da Biodiversidade para Alimentos e Agricultura no Mundo, apresenta evidências crescentes e preocupantes de que a biodiversidade da Terra está desaparecendo – colocando o futuro de nossos alimentos, meios de subsistência, saúde e meio ambiente sob grave ameaça.
>
> [...]
>
> "Menos biodiversidade significa que plantas e animais são mais vulneráveis a pragas e a doenças. Com a dependência de cada vez menos espécies para se alimentar, a crescente perda de biodiversidade para alimentos e agricultura coloca a segurança alimentar e a nutrição em risco" [...].
>
> Estudo inédito da FAO aponta que a biodiversidade do planeta está desaparecendo. *FAO*, 22 fev. 2019. FAO no Brasil. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1181587>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. De acordo com o texto, qual é a importância da manutenção da biodiversidade e quais as possíveis consequências de sua redução?
2. Como a perda da biodiversidade pode afetar, direta e/ou indiretamente, os seres humanos? Argumente sua resposta.

Como você estudou no capítulo anterior, as espécies de seres vivos e, por vezes, os indivíduos de uma mesma população apresentam diferentes taxas de tolerância a variações ambientais, sendo algumas mais suscetíveis a tais alterações do que outras. Dessa maneira, os efeitos sofridos pelas espécies por conta de alterações ambientais, inclusive as causadas pelo ser humano, também variam.

Muitas das relações dos seres humanos com o ambiente e com outros seres vivos podem causar prejuízos, tanto para o próprio ser humano quanto para os demais componentes bióticos e abióticos do meio. Um desses prejuízos é a redução da biodiversidade, a qual, por sua vez, pode causar a extinção de inúmeras espécies. Embora a extinção seja um processo natural, ela tem sido acelerada pelas ações antrópicas.

A perda da biodiversidade não se manifesta apenas na diminuição do número de espécies, mas também na redução qualitativa da população, como nas relações ecológicas e na diversidade genética. Essa perda de biodiversidade pode ser resultado de diversas atividades humanas, responsáveis pela eliminação direta de espécimes do ambiente ou por causar alterações nas condições ambientais que prejudicam a manutenção das espécies. A partir de agora, vamos estudar algumas atividades antrópicas que prejudicam a biodiversidade e como tais atividades interferem na manutenção das espécies no ambiente e na vida do próprio ser humano.

Indivíduos de uma mesma espécie têm semelhanças genéticas entre si, mas nenhum deles é idêntico geneticamente ao outro. Essa diversidade pode se manifestar como variações morfológicas, fisiológicas e comportamentais e pode auxiliar as espécies a lidar com alterações ambientais.

MODERNA

Desmatamento e queimadas

Leia o trecho da reportagem abaixo e responda às questões.

[...]

O avanço do desmatamento na Amazônia pode resultar no desaparecimento do macaco-barrigudo em Rondônia nas próximas décadas. [...] caso nada seja feito para frear as taxas de perda de floresta no bioma, o mamífero corre risco de perder até 58% do seu hábitat natural em 30 anos, sendo a maior parte dessa perda no estado.

[...]

"Literalmente, esses animais são os plantadores das florestas. Eles se alimentam de uma grande quantidade de frutos, e se deslocam por grandes distâncias dispersando as sementes dos frutos que consomem. Portanto, a regeneração e a continuidade da própria floresta ficam comprometidas sem esses animais" [...].

SUBTIL, M. Avanço do desmatamento em RO pode fazer macaco ameaçado de extinção desaparecer, indica estudo. *G1*, Rondônia, 12 jun. 2020. Amazônia. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/natureza/amazonia/noticia/2020/06/12/avanco-do-desmatamento-em-ro-pode-fazer-macaco-ameacado-de-extincao-desaparecer-indica-estudo.ghtml>. Acesso em: 18 ago. 2020.

3. Quais as consequências da perda do hábitat natural para uma espécie?

4. O desmatamento da Amazônia implica apenas prejuízos para os macacos-barrigudos? Explique.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A destruição do hábitat é um dos principais motivos pelos quais diversas espécies sofrem o processo de extinção, causado por ações como desmatamento, queimadas, substituição de áreas naturais por áreas agrícolas, fragmentação de ecossistemas e poluição da água, do solo e do ar.

A retirada de mata nativa por desmatamento ou queimadas elimina o hábitat de diversas espécies e, consequentemente, suas fontes de alimento e locais de abrigo e de reprodução, levando-os a se deslocarem para outras áreas, inclusive urbanas, ou causando sua morte. Além disso, tais atividades humanas interferem na dinâmica dos ambientes, levando a consequências, como a intensificação do efeito de borda, a deriva genética e o isolamento de populações.

Nas bordas das matas, encontramos, por exemplo, espécies de plantas que dependem de grande incidência de radiação solar, enquanto em seu interior, nos extratos mais baixos, encontramos plantas que se desenvolvem melhor à sombra. Os animais também sofrem essa influência – há espécies de anfíbios, por exemplo, que podem perder muita água e desidratar se não estiverem no interior da mata.

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Vista aérea de porção da Floresta Amazônica desmatada para plantio de soja no município de Itapuã do Oeste, Rondônia (2019). O efeito de borda pode ser variável, podendo se estender por vários metros para o interior do fragmento.

As bordas das matas têm características diferentes das de seu interior. Por exemplo, nas bordas há maior exposição a ventos e radiação solar, as temperaturas são mais elevadas e a umidade, mais baixa. Essas características influenciam as espécies e sua distribuição no ambiente. Dessa forma, a fragmentação reduz o território de espécies que vivem no interior das matas, podendo interferir em sua alimentação e também na reprodução.

A fragmentação de hábitat e a redução no número de indivíduos podem, consequentemente, diminuir a variabilidade genética dentro de uma população, isso por conta da deriva genética. Quando as populações são muito pequenas, um número reduzido de indivíduos contribui geneticamente para a próxima geração. Assim, certos alelos podem aumentar sua ocorrência na população, enquanto outros são eliminados totalmente. Uma possível consequência dessa redução populacional é torná-la mais suscetível a pragas, doenças e variações climáticas, por exemplo.

Além disso, a fragmentação de hábitats pode levar ao isolamento de populações de determinada espécie, impedindo o cruzamento de seus indivíduos e, dessa maneira, interrompendo o fluxo gênico entre essas populações. Como resultado, as populações ficam mais sujeitas à perda de variabilidade genética, deixando seus indivíduos mais susceptíveis a alterações ambientais e, consequentemente, à extinção.

MODERNA

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

Poluição

O uso inadequado dos recursos naturais e sua exploração exagerada pelo ser humano têm causado diversos problemas ambientais que impactam diretamente em recursos como o ar, o solo e a água, causando, por exemplo, sua poluição.

De acordo com a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, entende-se por **poluição** a degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades humanas diretas ou indiretas que adicionam ao ambiente matéria ou energia de modo irregular, prejudicando suas características estéticas, sanitárias e ecológicas. Como resultado dessas alterações, há também prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da população humana, da fauna e da flora, prejudicando inclusive as atividades econômicas e sociais.

Ar

A expansão das áreas urbanas e o desenvolvimento de tecnologias fizeram aumentar a necessidade de energia no dia a dia. Em diversas atividades cotidianas, como ao preparar alimentos e no uso de meios de transporte movidos a combustível fóssil, utilizam-se recursos naturais, os quais sofrem combustão. Muitos dos produtos dessa reação química de liberação de energia são poluentes atmosféricos e têm causado diversos problemas ao ambiente e aos seres vivos, inclusive à saúde dos seres humanos.

O crescimento das atividades humanas que liberam poluentes, tais como queima de combustíveis fósseis, queimadas e mudanças no uso do solo, tem causado um rápido aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, levando à **intensificação do efeito estufa natural**. Entre as consequências dessa intensificação estão: o aumento da temperatura média terrestre; a interferência na disponibilidade de recursos hídricos e, consequentemente, no ciclo hidrológico; o aumento nos níveis dos oceanos, causando inundações em áreas costeiras e ilhas; e a modificação na estrutura de biomas, resultando na perda de hábitats e ecossistemas.

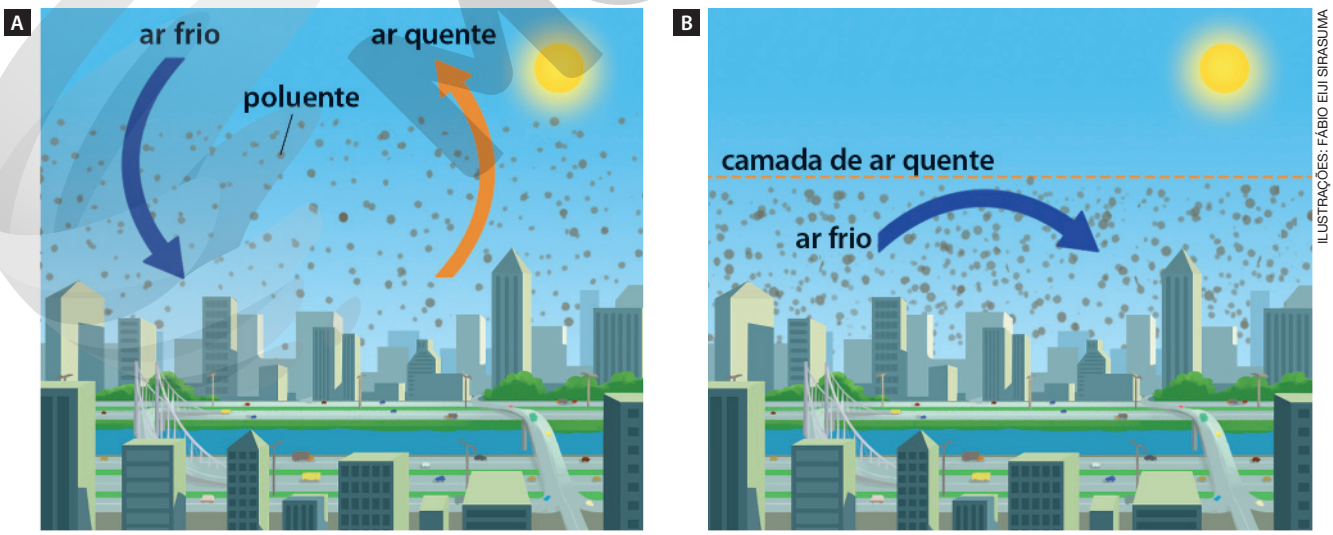
A poluição do ar também pode causar um fenômeno conhecido como **inversão térmica**. Veja a seguir.

5. Em sua opinião, os congestionamentos, comuns em grandes centros urbanos, podem intensificar a poluição do ar? Explique.

Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois, além do elevado fluxo de veículos automotores, durante os congestionamentos o tempo de funcionamento desses veículos é maior, diferente de quando o trajeto é sem interrupções, contribuindo, assim, para uma alta emissão de gases poluentes na atmosfera.

Em dias com temperaturas mais elevadas, o ar próximo à superfície terrestre é aquecido, torna-se menos denso e sobe para as camadas superiores da atmosfera terrestre. Os poluentes, liberados a altas temperaturas, também tendem a subir e se dispersar na atmosfera.

Em dias com temperaturas mais baixas, no entanto, uma camada de ar quente se posiciona sobre o ar mais frio. Ao subir, os poluentes encontram a camada de ar quente, que bloqueia seu movimento e promove acúmulo de poluentes próximo à superfície terrestre.



ILUSTRAÇÕES: FÁBIO EIJI SIRASUMA

Representação de situação sem inversão térmica (**A**) e de situação com inversão térmica (**B**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustrações produzidas com base em: ROCHA, J. C. et al. *Introdução à química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. p. 111.

Explique aos estudantes que a água da chuva natural é levemente ácida em razão do ácido carbônico (H_2CO_3), formado na reação química da água com o gás carbônico (CO_2) da atmosfera terrestre.

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

MODERNA

6. Espera-se que os estudantes comentem que os catalisadores, presentes nos escapamentos dos veículos, transformam gases potencialmente poluentes em menos poluentes, como o gás carbônico, ou não poluentes, como é o caso do gás nitrogênio (N_2) e do vapor de água.

6. Qual é a importância do uso de catalisadores automotivos?

O aumento da emissão de poluentes pela queima de combustíveis fósseis em veículos e termelétricas, bem como pelo uso excessivo de fertilizantes no solo, também pode causar a **chuva ácida**. Além de prejudicar as construções, ao atingir o solo e os corpos d'água, a água ácida altera as características desses meios, podendo causar a morte de animais, vegetais e outros seres vivos.

7. Espera-se que os estudantes respondam que os agrotóxicos aplicados nas lavouras, principalmente por meio de aviões, podem atingir diretamente o solo e os corpos de água ou escorrer das plantas e serem lavados pela ação da chuva, atingindo-os.

Solo e água

Observe a imagem abaixo.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Aplicação aérea de agrotóxico no município de Miranda, Mato Grosso do Sul (2016). Os agrotóxicos podem ser classificados em diferentes categorias, como inseticidas, fungicidas e herbicidas, a depender do alvo de sua aplicação.

7. Como a situação apresentada na imagem ao lado pode poluir a água e o solo?

Os agrotóxicos são um conjunto de produtos químicos utilizados com a finalidade de controlar pragas agrícolas, as quais prejudicam os cultivos. O Brasil é um dos principais consumidores de agrotóxicos no mundo, os quais são aplicados em diversos tipos de plantações. Apesar de serem considerados uma medida de contenção de pragas agrícolas e de melhora na produtividade, seu uso excessivo e inadequado tem causado inúmeros danos ambientais e à saúde de seres vivos, como seres humanos.

Ao serem aplicados nas plantações, os agrotóxicos podem se depositar diretamente sobre o solo, escorrer das plantas após sua aplicação ou serem lavados das plantas pela água das chuvas. No solo, tais produtos químicos podem infiltrá-lo, prejudicando sua biota natural e podendo atingir fontes de água subterrâneas. Além disso, podem escorrer sobre a superfície e atingir corpos d'água superficiais, contaminando-os. A introdução desses produtos no solo e na água altera suas características naturais e afeta negativamente a fauna e a flora, podendo prejudicar suas funções vitais ou causar a morte desses e de outros seres vivos.

Explique aos estudantes que os fertilizantes também são potenciais poluentes dos solos e dos corpos d'água, adicionando nutrientes em excesso a esses meios, o que perturba suas características e, consequentemente, prejudica os seres vivos.

! Os agrotóxicos são extremamente prejudiciais à saúde humana. Por isso, as pessoas que aplicam tais produtos devem utilizar equipamentos de segurança, como roupas adequadas, luvas, máscara e óculos, visando evitar o contato do produto com pele e mucosas e sua inalação ou ingestão.

A água e o solo também podem ser poluídos por conta de descarte e depósito inadequados de resíduos sólidos domésticos e industriais. Esse tipo de contaminação ocorre, geralmente, nos casos de lixões, em que os resíduos são depositados diretamente sobre o solo. Além dos contaminantes nos próprios resíduos, a decomposição da matéria orgânica resulta na formação do chorume, um líquido escuro, potencialmente poluente e que infiltra no solo, contaminando-o e podendo atingir corpos d'água.

Esgoto a céu aberto na Escola de Ensino Fundamental Leopoldo Manoel de Medeiros, no município de Cruz, Ceará (2019). O esgoto apresenta elevada carga de matéria orgânica e agentes causadores de doenças. Por isso, o contato com solo e água contaminados favorece a transmissão de doenças aos seres humanos.

LUIS SALVATORE/PULSAR IMAGENS

O descarte inadequado de esgoto também é uma importante fonte poluidora do solo e da água. Alguns locais do Brasil, infelizmente, ainda não são atendidos por serviços de coleta e de tratamento, ou seja, o esgoto é lançado diretamente no ambiente. Além disso, há casos de descarte ilegal de esgoto. A adição desse tipo de resíduo ao solo ou à água insere poluentes e nutrientes em excesso a esses meios e altera a disponibilidade de gás oxigênio (O_2), prejudicando a fauna e a flora locais.

Além dos prejuízos diretos aos seres vivos, os poluentes adicionados à água e ao solo podem ser transferidos por meio das cadeias alimentares a outros seres vivos, inclusive aos seres humanos.

MODERNA

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

Superexploração de espécies

Embora a fragmentação de hábitats seja a principal causa de extinção de espécies, diversas atividades humanas têm contribuído para colocar em risco a vida de outros seres vivos e, consequentemente, da biodiversidade. Entre elas, podemos citar o comércio ilegal de espécies, a superexploração por meio da caça e da pesca predatórias e a introdução de espécies exóticas. Observe o cartaz e responda às questões.

ACERVO DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/GOVERNO FEDERAL

Cartaz de campanha contra o tráfico de animais silvestres. Por conta da exuberância e do elevado valor no mercado ilegal, as aves estão entre os animais mais traficados. Para evitar esse tipo de comércio, considerado crime ambiental, é essencial denunciar e reconhecer que a beleza das aves deve ser admirada em seu ambiente natural.

8. Em sua opinião, as pessoas que capturam animais silvestres para comercializá-los são os únicos responsáveis por essa atividade ilegal? Explique.

8. Espera-se que os estudantes respondam que não, pois o tráfico se mantém porque existem pessoas que compram tais animais. Assim, tanto quem captura como quem comercializa e quem compra animais silvestres são responsáveis.

9. Como você e seus responsáveis podem contribuir para evitar o tráfico de animais silvestres?

Espera-se que os estudantes citem que eles e seus responsáveis podem contribuir não comprando animais silvestres e denunciando quem pratica essa atividade ilegal.

O tráfico de animais silvestres envolve maus-tratos e retirada de espécimes de seus ambientes naturais, reduzindo o número de indivíduos dessas populações. Como resultado, diversos processos são prejudicados, como as cadeias alimentares locais, a reprodução da espécie e, de modo mais amplo, a dinâmica dos ecossistemas. A maior parte dos animais capturados morre antes de chegar ao destino, uma vez que não têm acesso a condições mínimas de sobrevivência, como alimento e água.

Além do tráfico ilegal, algumas espécies sofrem com a superexploração por meio da caça e da pesca predatórias. Ambas as atividades são caracterizadas pelo descontrole e a não sustentabilidade, ou seja, a quantidade de espécies retirada da natureza é maior do que sua capacidade de reprodução e, portanto, de reposição de indivíduos. Assim, como resultado dessa ação humana predatória, ocorre redução das populações e, por vezes, sua extinção.

10. Quais são as possíveis consequências da pesca predatória para os seres humanos?

10. Como os peixes e outros animais aquáticos fazem parte da alimentação humana, a pesca predatória pode prejudicar e até mesmo eliminar diversas fontes de alimento. Além disso, a redução na oferta pode encarecer esses itens e prejudicar diferentes populações, principalmente aquelas nas quais as espécies aquáticas são essenciais a sua culinária e a seu sustento.

De acordo com o artigo 29 da Lei n.° 9.605, considera-se crime contra a fauna: matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente. Assim, o tráfico de animais, a caça e a pesca ilegais são considerados crimes ambientais.

Algumas medidas visam proteger as espécies da superexploração, como se observa no caso da pesca. Essa atividade é proibida na época de reprodução, o chamado defeso. Além disso, a pesca de indivíduos jovens, que ainda não passaram pela fase reprodutiva, é proibida. Dessa maneira, tais medidas contribuem para a reposição de novos indivíduos nas populações.

Outra atividade que deve ser evitada é a pesca com redes de arrasto. Isso porque essas redes são lançadas nos rios e mares e, ao serem arrastadas, são capazes de capturar uma grande quantidade de indivíduos de diversas espécies, inclusive que não apresentam valor comercial. Geralmente, as espécies que não são alvo acabam sofrendo injúrias devido à pesca e, muitas vezes, não são devolvidas ao ambiente, causando sua morte. Assim, essa prática, comumente associada à pesca comercial, exerce forte pressão sobre as populações de espécies aquáticas, colocando-as em risco.

VISION DIVE/SHUTTERSTOCK

Tartaruga marinha presa em rede de pesca. Os instrumentos utilizados na pesca muitas vezes são ilegalmente descartados no ambiente, o que pode prejudicar outras espécies aquáticas. A captura acidental em redes de pesca é considerada uma das principais ameaças às populações de tartarugas. Ao ficarem presas nas redes, elas não conseguem chegar à superfície para respirar e podem morrer afogadas. Algumas espécies de tartaruga marinha podem atingir aproximadamente 2 m de comprimento.

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

MODERNA

Introdução de espécies exóticas

Comente com os estudantes que os javalis, em geral, podem viver até 12 anos. Porém, em locais com grande pressão de predadores, eles vivem geralmente 2 anos.

FABIO COLOMBINI

Javali (*Sus scrofa*) no Pantanal, Mato Grosso (2017). A cada ninhada uma fêmea pode gerar de 7 a 20 filhotes. Os javalis podem formar bandos de até 100 indivíduos, causando grandes danos nos locais por onde passam. Essa espécie pode atingir aproximadamente 2,1 m de comprimento.

O javali é um animal nativo da Eurásia e da porção Noroeste da África. No Brasil, essa espécie é considerada **exótica**, ou seja, não é naturalmente encontrada em nosso território, e sim introduzida pelo ser humano. Atualmente, os javalis estão amplamente distribuídos e ocupam extensas áreas do país.

Esses animais se alimentam de raízes, tubérculos, produtos agrícolas em geral, pinhões, nozes e de outros animais. Têm o comportamento de revirar o solo com o focinho, criando buracos, além disso, adaptam-se facilmente aos diferentes ecossistemas e têm grandes ninhadas, o que vem causando prejuízos aos seres humanos e à biodiversidade local.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

11. Quais prejuízos os javalis podem causar ao ambiente e às atividades humanas?

RICARDO AZOURY/PULSAR IMAGENS

Coral-sol (*Tubastraea* sp.): pode atingir aproximadamente 15 cm de diâmetro.

A introdução de espécies exóticas em uma região pode ser feita de maneira intencional, como foi o caso dos javalis no Brasil, ou não intencional, como ocorreu com a espécie invasora coral-sol.

Quando uma espécie é introduzida em um ambiente no qual ela não ocorre naturalmente, é possível que não haja predadores nesses locais, que, entre outros papéis, ajudam a controlar o número de indivíduos das populações.

Coral-sol (*Tubastraea* sp.) no município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro (2010). O coral-sol é uma espécie originária do Oceano Pacífico e foi introduzida de maneira não intencional na baía de Ilha Grande, Rio de Janeiro, na década de 1980, trazida por plataformas de petróleo. Essa espécie tem interferido na biodiversidade nativa, competindo por espaço com o coral-cérebro, espécie nativa encontrada apenas no litoral brasileiro.

Caso a espécie exótica se adapte ao ambiente no qual foi introduzida, tendo acesso a alimento em abundância e sem um controle populacional gerado pela predação, ela tende a se reproduzir descontroladamente, formando grandes populações, interferindo nas cadeias alimentares e na dinâmica dos ecossistemas e prejudicando as espécies nativas, que têm dificuldades em competir por recursos com as exóticas.

Quando passam a prejudicar a biodiversidade local, as espécies exóticas são chamadas **invasoras**. Elas podem interferir nas cadeias alimentares, competir por território e, muitas vezes, introduzir nos ecossistemas agentes causadores de doenças que não existiam naquelas regiões. Ao entrar em contato com esses agentes causadores de doenças, as espécies nativas, por geralmente não serem imunes a eles, tornam-se muito suscetíveis a essas doenças, reduzindo ainda mais suas populações.

Interferência nos fluxos de matéria e energia no ambiente

A introdução de espécies exóticas em um ambiente, além de prejudicar diretamente a biodiversidade, pode interferir nos fluxos de matéria e energia do meio, prejudicando indiretamente essa biodiversidade.

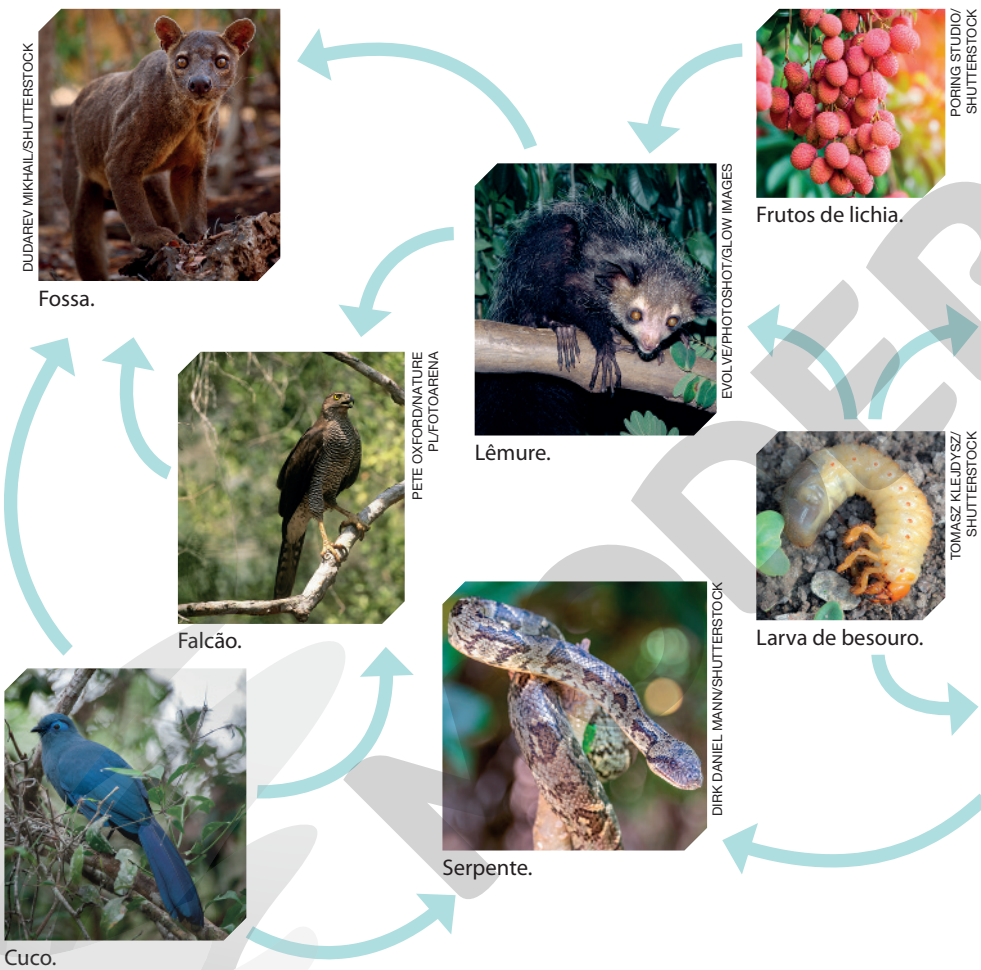
Os fluxos de matéria e energia nos ambientes ocorrem, principalmente, por meio das relações alimentares entre os seres vivos e da interação de alguns deles com fontes de energia naturais, como a luz solar. Nas relações alimentares, é possível observar uma sequência de indivíduos, na qual um serve de alimento para o outro. Essa sequência, que permite determinar como a matéria e a energia são transferidas de um organismo para outro por meio da alimentação, é chamada **cadeia alimentar**. Na natureza, essas cadeias não estão isoladas, mas interligadas, formando as **teias alimentares**.

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

As cadeias e teias alimentares são caracterizadas pela interdependência dos seres vivos envolvidos nessas relações. Por isso, a retirada ou a inserção de uma ou mais espécies nesses sistemas, bem como alterações na quantidade de organismos das populações, são fatores que podem interferir nas relações alimentares, na estrutura das comunidades e, consequentemente, nos fluxos de matéria e de energia.

As relações alimentares entre os organismos nativos de uma área encontram-se naturalmente em equilíbrio, o que pode ser prejudicado, por exemplo, pela introdução de uma espécie exótica no ambiente. Veja a seguir.

O sapo asiático (*Duttaphrynus melanostictus*) é uma espécie exótica da ilha de Madagascar, sendo considerado invasor e de hábitos alimentares similares aos do sapo nativo (*Mantidactylus grandidieri*). Tal similaridade possibilita, por exemplo, que a espécie invasora ocupe posição similar à do anfíbio nativo nas relações alimentares da ilha.



Representação de uma teia alimentar da ilha de Madagascar, na África. Os decompositores não estão representados, embora também façam parte dessa teia.

Apesar de os hábitos alimentares dessas duas espécies serem muito semelhantes, algumas características do sapo asiático fazem sua presença em Madagascar ser prejudicial para esse ambiente; entre elas o rápido crescimento populacional e a capacidade de causar a morte daqueles que o consomem, resultando em desequilíbrios na teia alimentar.

12. Como a presença do *D. melanostictus* pode interferir na estrutura da comunidade da ilha de Madagascar?

13. Ao se alimentarem dos frutos da lichia, os lêmures atuam como dispersores dessas plantas. De acordo com a teia alimentar representada e considerando que o falcão se alimenta do sapo asiático, como a presença de *D. melanostictus* pode interferir na manutenção dessa espécie arbórea no ambiente?

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Os alimentos fornecem nutrientes e energia a seus consumidores. As plantas, geralmente, produzem o próprio alimento, fixando a energia da luz solar. Já os animais, que as consomem, absorvem parte dessa matéria e energia e a disponibilizam para aqueles que os consumirem, e assim sucessivamente. Enquanto a matéria pode ser reciclada por meio da ação de seres vivos decompositores, a energia flui em uma única direção, daqueles que são consumidos para aqueles que consomem.

Cuco (*Coua caerulea*): pode atingir aproximadamente 50 cm de comprimento.
Falcão (*Accipiter henstii*): pode atingir aproximadamente 60 cm de comprimento.
Fossa (*Cryptoprocta ferox*): pode atingir aproximadamente 1,6 m de comprimento.
Larva de besouro (*Melolontha melolontha*): pode atingir aproximadamente 50 mm de comprimento.
Lêmure (*Daubentonia madagascariensis*): o corpo pode atingir aproximadamente 61 cm de comprimento.
Lichia (*Litchi chinensis*): fruto pode atingir aproximadamente 4 cm de comprimento.
Sapo asiático (*Duttaphrynus melanostictus*): pode atingir aproximadamente 8,5 cm de comprimento.
Sapo (*Mantidactylus grandidieri*): pode atingir aproximadamente 10 cm de comprimento.
Serpente (*Sanzinia madagascariensis*): pode atingir aproximadamente 2,3 m de comprimento.

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

Assim, a espécie invasora pode causar diversas interferências nas relações alimentares da teia exemplificada. Entre elas, podemos citar que, em virtude do grande crescimento populacional do *D. melanostictus,* por exemplo, pode haver aumento no consumo de insetos, como os besouros. Esses insetos se tornam menos disponíveis aos lêmures, que se alimentam de suas larvas, e à espécie nativa de sapo, que se alimenta do inseto adulto. Além disso, é possível que ocorra redução da população de serpentes, mortas por envenenamento após consumo do sapo asiático. Tal redução, por sua vez, pode levar ao aumento da população de cucos, que seriam menos predados.

Mudanças climáticas

Você deve estar se perguntado como as mudanças climáticas podem interferir na biodiversidade. Inicialmente, pode parecer que não existe relação, no entanto, o clima e a biodiversidade estão intimamente relacionados. Embora não haja na Terra ambientes que tenham exatamente as mesmas constituições animal e vegetal, é possível agrupar os que são similares quanto à vegetação dominante em sistemas regionais, os chamados **biomas**, que são observados em locais específicos da superfície terrestre e caracterizados por um tipo também específico de vegetação a qual, por sua vez, interfere na fauna local.

Em relação aos biomas terrestres, o clima é o principal fator que afeta na formação e na distribuição desses sistemas. Isso porque a temperatura e a precipitação médias, componentes do clima, interferem diretamente na disponibilidade de água e na distribuição dos recursos e, consequentemente, na distribuição das plantas, animais e outros seres vivos no ambiente. Assim, alterações nos elementos climáticos podem afetar diretamente nos componentes bióticos desses sistemas, com efeitos em sua estrutura e biodiversidade.

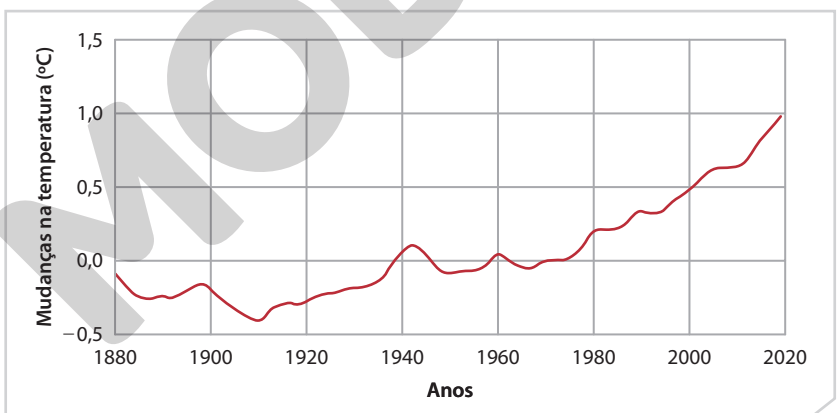
Apesar da importância do clima para a manutenção dos biomas e dos ecossistemas da Terra, verificam-se nas últimas décadas alterações climáticas, resultantes, por exemplo, do aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera. Observe abaixo.

14. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema. Eles podem comentar que o clima envolve diferentes fatores, como a temperatura e a pluviosidade, os quais, por sua vez, interferem nas condições ambientais locais e, consequentemente, nas espécies que vivem em determinada área. Alterações climáticas afetam as condições ambientais e, em determinadas situações, podem prejudicar a manutenção das espécies, considerando que elas apresentam diferentes faixas de tolerância a fatores ambientais.

14. Como as alterações climáticas podem prejudicar a biodiversidade?

!

Os principais biomas terrestres brasileiros são Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Pampas e Mata Atlântica. Cada um apresenta temperatura e precipitação médias anuais características e espécies de plantas e de animais endêmicas.



Fonte: NASA. Global Climate Change. *Facts*: global temperature. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Representação de dados da temperatura média global nos anos 1880 a 2020.

Relembre os estudantes de que grande parte do aumento da emissão de gases que intensificam o efeito estufa é consequência do aumento das atividades humanas que liberam poluentes atmosféricos, tais como queima de combustíveis fósseis, queimadas e mudanças no uso do solo.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

15. Como o aumento na concentração de gases de efeito estufa pode ser relacionado com a imagem acima?

16. Observando a imagem, o que é possível afirmar a respeito da temperatura média terrestre?

A imagem acima mostra que ao longo dos anos, principalmente a partir da década de 1970, a temperatura média terrestre teve um aumento constante e cada vez mais intenso, e que, atualmente, apresenta o valor mais elevado. Esse fenômeno é chamado **aquecimento global**.

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

MODERNA

Infelizmente, mesmo com medidas imediatas de remediação, a temperatura média terrestre continuará aumentando nas próximas décadas, uma vez que os impactos no planeta são intensos e de difícil reversão. Entre as consequências desse aumento estão as alterações na disponibilidade de recursos hídricos; o aumento nos níveis dos oceanos, inundando áreas costeiras e ilhas; e a modificação na estrutura dos biomas, resultando na perda de hábitats e ecossistemas.

Coral (*Palythoa caribaeorum*): pode atingir aproximadamente 1,5 cm de diâmetro.

OCTAVIO CAMPOS SALLES/ALAMY/FOTOARENA

Você possivelmente já deve ter lido a respeito dos efeitos do aquecimento global nas regiões polares, onde se observa um derretimento acelerado das porções de gelo. Nessas áreas, animais como o urso-polar têm sofrido com a redução de fontes de alimento e locais de caça. No entanto, os efeitos das mudanças climáticas não são percebidos somente nas regiões polares. De acordo com o Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC), outros ecossistemas têm grande probabilidade de serem prejudicados e perderem biodiversidade, como é o caso dos recifes de corais, das áreas costeiras úmidas e dos cumes das altas montanhas.

Lembre-se de que as espécies de seres vivos apresentam uma faixa de tolerância. Assim, alterações nas condições naturais podem prejudicar a manutenção desses seres vivos. Além disso, embora, de maneira geral, as espécies se adaptem e sobrevivam a determinadas mudanças nas condições ambientais, o que se observa atualmente são mudanças intensas e graves. Até que ponto as espécies serão capazes de se adaptar ao aumento da temperatura global em um período tão curto de tempo? Mais importante do que saber essa resposta é frear e reverter os fatores responsáveis pelas mudanças climáticas.

Corais (*Palythoa caribaeorum*) em processo de branqueamento, no município-arquipélago de Ilhabela, São Paulo (2019). Nesse processo, decorrente do aumento da temperatura de mares e oceanos, as algas, que vivem nos tecidos dos corais e são responsáveis pela coloração desses organismos e pelo suprimento de nutrientes, passam a produzir compostos nocivos, forçando os corais a expeli-las. A ausência dessas algas prejudica o suprimento alimentar dos corais e, a longo prazo, pode causar sua morte.

De modo semelhante à interferência que o clima exerce nos biomas, conservá-los é essencial à manutenção das condições climáticas. A degradação dos hábitats naturais, associada a outros efeitos das atividades humanas, como o aumento da temperatura média, tem alterado o regime e a distribuição de chuvas. Como resultado, fenômenos atmosféricos extremos estão mais frequentes, como grandes volumes de chuvas em curto intervalo de tempo, ciclones e longos períodos de estiagem.

EDUARDO VALENTE/AFP

Vista aérea de centro esportivo destruído pelo ciclone bomba no município de Celso Ramos, Santa Catarina (2020). O aumento da temperatura média terrestre também eleva a temperatura das águas de mares e oceanos, interferindo nas correntes marítimas e na movimentação das massas de ar. Como resultado, fenômenos extremos, como os ciclones, estão se tornando cada vez mais comuns, causando inúmeros danos materiais, sociais e emocionais na população.

EVARISTO SA/AFP

Incêndio em vegetação do Parque Nacional de Brasília, no Distrito Federal (2017). Esse parque tem vegetação nativa do Cerrado, e a falta de chuva durante 100 dias reduziu a umidade relativa do ar a 10%.* Temperaturas elevadas, associadas a longos períodos de estiagem, tornam a vegetação mais seca e aumentam as chances de ocorrência de incêndios.

*Explique aos estudantes que a umidade relativa do ar se refere à quantidade de vapor de água presente no ar atmosférico e é definida pela razão da quantidade desse vapor em determinada porção da atmosfera. Quanto menor a porcentagem, menor a quantidade de vapor de água.

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

EDITORIA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** e **2** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia os trechos das reportagens abaixo e responda às questões.

Desmatamento na Amazônia brasileira é dois terços menor em terras indígenas

[...] A concessão de posse de terras para comunidades indígenas na Amazônia brasileira é chave para a contenção do aumento das taxas de desmatamento na maior floresta tropical do mundo, disseram pesquisadores nesta segunda-feira.

Cientistas consideram que a proteção da floresta amazônica é essencial para desacelerar as mudanças climáticas globais por conta das vastas quantidades de dióxido de carbono absorvidas pelas árvores.

[...]

MOLONEY, A. Desmatamento na Amazônia brasileira é dois terços menor em terras indígenas. *Reuters,* 10 ago. 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/ambiente-desmatamento-terrasindigenas-idBRKCN2562P9-OBRDN>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020

Dados de satélite revelam um aumento de 34% na taxa de derrubada da floresta nos últimos 12 meses

[...]

O governo vem sendo fortemente pressionado a mudar sua postura com relação ao meio ambiente – não mais, apenas, por cientistas e ambientalistas, mas também por grandes bancos, empresários e fundos de investimento nacionais e internacionais, que ameaçam tirar seus negócios do País se o governo não pôr fim ao desmatamento e adotar uma agenda de desenvolvimento mais sustentável.

[...]

ESCOBAR, H. Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020. *Jornal da USP,* São Paulo, 7 ago. 2020. Ciências. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

a) Qual é o assunto central abordado nas duas reportagens?

b) Em geral, qual(is) é(são) o(s) motivo(s) que leva(m) o ser humano a desmatar áreas naturais?

c) Em sua opinião, por que a concessão de terras às comunidades indígenas pode ajudar a conter o avanço do desmatamento?

d) Como a devastação da Floresta Amazônica pode contribuir para intensificar as mudanças climáticas globais?

e) Em sua opinião, quais são os possíveis motivos pelos quais cientistas, empresários, bancos e investidores nacionais e internacionais têm pressionado o governo brasileiro para pôr fim ao desmatamento e adotar uma agenda mais sustentável?

2. Os telefones celulares estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia, desempenhando diversas funções. Além de seu amplo consumo pela população, ao longo dos anos, paralelo aos avanços tecnológicos, percebeu-se uma redução do tempo útil desses equipamentos, fazendo com que sejam trocados com mais frequência. Embora essa característica possa favorecer seus fabricantes, o descarte dos equipamentos obsoletos representa um grave problema: o aumento do chamado lixo eletrônico.

VITALII ALADDIN/SHUTTERSTOCK

Telefones celulares. Ao longo do tempo, esses equipamentos foram aperfeiçoados, tornando-se mais leves e desempenhando mais funções. No entanto, seu tempo de vida útil reduziu. Atualmente, estima-se que um celular é programado para durar, em média, dois anos. Após esse período, o equipamento começa a apresentar falhas e lentidão de processamento, tornando-se obsoleto.

a) Que outros equipamentos podem ser incluídos na categoria lixo eletrônico?

b) Como o lixo eletrônico pode prejudicar o meio ambiente e os seres vivos?

c) Converse com seus familiares sobre o destino dado a equipamentos eletrônicos obsoletos em sua residência. Em sua opinião, a atitude de vocês quanto à destinação desses equipamentos é adequada?

3. **(Enem)** A ação humana tem provocado algumas alterações quantitativas e qualitativas da água:

I) Contaminação de lençóis freáticos.

II) Diminuição da umidade do solo.

III) Enchentes e inundações.

Pode-se afirmar que as principais ações humanas associadas às alterações I, II e III são, respectivamente,

a) uso de fertilizantes e aterros sanitários / lançamento de gases poluentes / canalização de córregos e rios.

b) lançamento de gases poluentes / lançamento de lixo nas ruas / construção de aterros sanitários.

c) uso de fertilizantes e aterros sanitários / desmatamento / impermeabilização do solo urbano.

d) lançamento de lixo nas ruas / uso de fertilizantes / construção de aterros sanitários.

e) construção de barragens / uso de fertilizantes / construção de aterros sanitários.

Alternativa **c**.

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

Respostas no **Suplemento para o professor**.

4. Leia a tirinha e o texto a seguir e responda às questões propostas.

BECK, A. *Armandinho zero*. Florianópolis: A. C. Beck, 2013. p. 7.

O caracol africano *Achatina fulica*, também conhecido como caramujo-africano, é uma espécie de molusco introduzida no Brasil na década de 1980, trazida ao país com o objetivo de se tornar uma opção barata para um prato francês, o *escargot*. Com o fracasso dessa empreitada, os produtores passaram a liberar seus moluscos em rios, terrenos baldios e junto com resíduos sólidos. Por ter ampla variedade alimentar, alta taxa de reprodução e adaptação ao frio e à seca, o caramujo-africano se tornou uma praga em plantações e compete com espécies nativas, reduzindo suas populações. Além disso, ele é hospedeiro de vermes que parasitam o ser humano e podem causar parasitoses como a angiostrongilíase abdominal e a angiostrongilíase meningocefálica.

MIKHAIL SHULPIN/SHUTTERSTOCK

Caracol africano (*Achatina fulica*) se alimentando de folha de abóbora. Essa espécie pode atingir aproximadamente 20 cm de comprimento.

a) A presença do caracol africano pode ser considerada uma ação danosa do ser humano ao ambiente e à própria saúde humana? Explique.

b) Como a presença do caracol africano pode interferir nos fluxos de matéria e energia nos ambientes onde ele não é encontrado naturalmente?

c) A falta de informação pode nos expor a riscos, como ocorreu com o personagem no último quadrinho da tirinha, em que parece estar "brincando" com caracóis africanos. Junte-se a um colega e pesquisem sobre as verminoses citadas no texto, incluindo informações como modo de transmissão, principais sintomas e medidas de prevenção. Ao final, elaborem uma tirinha, como se fosse uma continuação da apresentada nesta atividade.

5. Leia o trecho da reportagem abaixo e responda às questões.

> [...]
>
> O professor Ângelo Parise Pinto, entomólogo do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), explica que o fenômeno da nuvem de gafanhotos é natural. Porém, intervenções humanas na agricultura podem favorecer o acúmulo de certas espécies. "A agricultura existe há 10 mil anos. A alteração que fizermos nos ecossistemas naturais favorece as explosões de insetos. Favorecemos alguns, mas prejudicamos outros", explica Parise.
>
> O pesquisador ressalta que grandes áreas de plantação de um único produto (sem nenhuma barreira, como florestas), a estiagem prolongada e o aumento de temperatura na região sul do continente americano tornaram o ambiente extremamente favorável aos gafanhotos.
>
> [...]
>
> MENESES, L. Da nuvem de gafanhotos ao enxame em alto-mar: pesquisador da UFPR explica o fenômeno da migração de insetos. *Universidade Federal do Paraná*, Curitiba, 2 jul. 2020. Disponível em: <https://www.ufpr.br/portalufpr/noticias/de-nuvem-de-gafanhotos-a-enxame-em-alto-mar-pesquisador-da-ufpr-explica-o-fenomeno-da-migracao-de-insetos/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

a) De acordo com o trecho da reportagem, o que pode ter contribuído para a ocorrência da nuvem de gafanhotos?

b) Explique como o ser humano pode ser relacionado aos fatores citados no item **a**.

c) Por que essa nuvem de gafanhotos colocou em alerta as autoridades de países da América do Sul, uma vez que essa espécie não causa prejuízos diretos à saúde do ser humano?

d) Uma das alternativas apontadas para acabar com a nuvem de gafanhotos é o uso de agrotóxicos. Explique quais seriam os possíveis problemas ao meio ambiente e à população residente no local da aplicação de agrotóxico para conter uma nuvem de gafanhotos.

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

Biodiversidade e segurança alimentar

Resposta no **Suplemento para o professor**.

1. Em sua opinião, como a degradação dos ambientes pode interferir na produção de alimentos para as populações humanas?

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), mais de metade da energia obtida de alimentos vegetais no mundo provém de apenas quatro cultivos: milho, trigo, arroz e batata, o que representa um estreitamento cada vez maior de sua diversidade biológica. Além disso, a alimentação humana tem se tornado cada vez mais homogênea no mundo, ou seja, as espécies nativas vêm sendo trocadas pelos cultivos de espécies exóticas.

Esse estreitamento da diversidade biológica ocorre, em parte, pela opção dos produtores de alimentos por variedades selecionadas, de maior valor comercial, mais resistentes a determinadas pragas ou condições ambientais e de floração mais rápida. No entanto, apesar desses cultivares terem suas vantagens comerciais, ainda apresentam baixa variabilidade genética – quando comparados às variedades selvagens – tornando-os mais suscetíveis a variações climáticas, doenças e pragas, que poderiam dizimar plantações no mundo inteiro e colocar em risco a segurança alimentar do planeta.

Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*): pode atingir aproximadamente 18 m de altura.

CADU DE CASTRO/PULSAR IMAGENS

Sendo assim, a biodiversidade é essencial para garantir a produção de alimento ao ser humano. Nesse cenário, visando diversificar a alimentação da população mundial e garantir a segurança alimentar, diversas medidas têm sido adotadas por governos e entidades.

No Brasil, entre essas medidas, temos o incentivo ao consumo de espécies nativas. Atualmente, a maior parte dos alimentos consumidos pela população brasileira são de espécies exóticas, embora o país tenha uma grande diversidade de itens alimentícios nativos. Além de promover o resgate do valor cultural, valorizando o conhecimento dos povos tradicionais, a adição de alimentos nativos à dieta brasileira possibilita incrementar a nutrição da população, tornando-a mais variada. Isso porque, em geral, as plantas nativas contêm alto valor nutricional, contribuindo para uma alimentação rica em nutrientes e, consequentemente, evitando problemas como a desnutrição.

Indígena em plantação de cupuaçu na aldeia Nova Esperança, no município de Pacaraima, Roraima (2019). O cupuaçuzeiro é nativo da Amazônia e seus frutos, chamados cupuaçu, contêm alto teor de sais minerais, lipídios e vitaminas. Eles podem ser utilizados tanto para fins culinários, como na produção de geleias, sorvetes e sucos, quanto na indústria cosmética, na fabricação de cremes e manteigas labiais. Atualmente, essa árvore é cultivada em diversos estados das regiões Norte e Nordeste.

Muitos dos produtos nativos são obtidos por meio do extrativismo sustentável, uma atividade econômica de extração de recursos naturais geralmente realizada por povos tradicionais e que tem como objetivo o mínimo impacto ambiental.

Além de ajudar a reduzir a dependência das culturas exóticas, o incentivo à diversificação da alimentação, com enfoque em espécies nativas, é uma estratégia para promover a conservação da biodiversidade local. A opção pela extração sustentável de alimentos nativos evita o aumento das áreas desmatadas, muitas vezes relacionado à ampliação de espaços de plantio de culturas exóticas.

2. Qual é a relação entre alimentos e nutrição?

Os alimentos são fonte de nutrientes para o organismo. Cada alimento é rico em determinados nutrientes (carboidratos, lipídios, sais minerais, proteínas e vitaminas), ou seja, quanto mais variada e equilibrada a alimentação, mais nutritiva ela é.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

O conhecimento e a divulgação de informações sobre plantas nativas com potencial para a alimentação humana são essenciais para promover sua inclusão na alimentação brasileira.

- Em duplas, pesquisem a respeito de um alimento nativo que já faz parte da alimentação brasileira ou que poderia ser inserido nela. Pesquisem a distribuição da espécie no território brasileiro, além de informações nutricionais desse alimento e seus modos de consumo. Ao final da atividade, pergunte a seus familiares se eles já consumiram tal alimento, incentivando-os a compartilhar a experiência.

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

Biodiversidade e saúde humana

O trecho da reportagem a seguir apresenta uma das hipóteses sobre a origem do vírus SARS-CoV-2.

> […]
>
> Ebola, Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), vírus zika, HIV/AIDS, Febre do Nilo Ocidental e a recente COVID-19 são algumas das principais doenças emergentes nas últimas décadas.
>
> Embora tenham surgido em diferentes partes do mundo, elas têm uma coisa em comum: são o que os cientistas chamam de "doenças zoonóticas", ou seja, infecções transmitidas de animais para seres humanos, que podem deixar rastros de doenças e mortes por onde passam.
>
> Um novo estudo científico do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e do Instituto Internacional de Pesquisa Pecuária (ILRI) concluiu que, se os países não tomarem medidas drásticas para conter a disseminação de zoonoses, surtos globais como o da COVID-19 serão mais comuns.
>
> "As pessoas lembram da pandemia de gripe espanhola de 1918-19 e pensam que essas doenças acontecem apenas uma vez. Mas isso não é verdade. Se não restabelecermos o equilíbrio entre o mundo natural e o humano, elas se tornarão cada vez mais predominantes", afirmou o diretor de Avaliações Científicas do PNUMA, Maarten Kappelle.
>
> [...]
>
> À medida que a população mundial se aproxima de 8 bilhões de pessoas, o desenvolvimento desenfreado coloca cada vez mais os seres humanos em contato com animais selvagens, o que facilita a disseminação dessas doenças entre as espécies.
>
> [...]
>
> O PNUMA e o ILRI convocam governos a adotarem uma abordagem intersetorial e interdisciplinar chamada *One Health* (saúde unida, em português). […]
>
> Mais especificamente, incentiva governos a promoverem a agricultura sustentável, fortalecerem os padrões de segurança alimentar, monitorarem e aprimorarem os mercados tradicionais de alimentos, investirem em tecnologia para rastrear surtos e criarem novas oportunidades de emprego para pessoas que comercializam animais silvestres.
>
> […]
>
> Enquanto COVID-19 tira vidas no mundo todo, ONU sugere caminho para evitar novas pandemias. *UNIC Rio de Janeiro*, 9 jul. 2020. Disponível em: <https://unicrio.org.br/enquanto-covid-19-tira-vidas-no-mundo-todo-onu-sugere-caminho-para-evitar-novas-pandemias/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

3. O trecho da reportagem cita que o crescimento da população humana facilita a disseminação de doenças, como a COVID-19. Explique, com suas palavras, essa afirmação.

4. Uma das hipóteses levantada pelos cientistas é que o pangolim seja um possível hospedeiro intermediário do vírus SARS-CoV-2. Esse mamífero sofre com o tráfico de animais silvestres. Sabendo disso, de acordo com essa hipótese, como essa atividade ilegal pode ter contribuído com a infecção humana pelo vírus?

Em dezembro de 2019, foi identificado o primeiro caso de COVID-19, na cidade de Wuhan, China. Essa doença é causada por um vírus (SARS-CoV-2) transmitido por meio de secreções respiratórias contaminadas. Uma das hipóteses levantadas pelos cientistas é que se tratava de um vírus cuja transmissão aos seres humanos ocorreu pelo contato com animais silvestres, como o pangolim. Rapidamente, o SARS-CoV-2 atingiu diversas regiões do planeta, instaurando uma pandemia que causou milhares de mortes no Brasil e no mundo.

BINTURONG-TONOSCARPE/SHUTTERSTOCK

Pangolim-malaio (*Manis javanica*). Esse animal silvestre, que corre risco de extinção, é comercializado ilegalmente para diversos fins, como culinária e tratamentos de medicina tradicional asiática. Essa espécie pode atingir aproximadamente 88 cm de comprimento.

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

MODERNA

Entre as diversas lições dessa pandemia para a humanidade, podemos citar o alerta a respeito do modo como o ser humano se relaciona com o ambiente e com os demais seres vivos.

O desmatamento, a invasão e a destruição de hábitats naturais, assim como a caça e o tráfico de animais silvestres, são atividades antrópicas que não impactam somente o meio ambiente e os seres vivos diretamente prejudicados por elas, mas também a saúde humana em diversos aspectos. Um deles é o acometimento por zoonoses, em razão do contato de seres humanos com animais silvestres com os quais não convivia naturalmente e que podem ser portadores de agentes patogênicos.

Zoonose: doença transmitida de outros animais para os seres humanos.

Diga aos estudantes que os animais transmissores de agentes causadores de doenças, como vírus, bactérias, protozoários e vermes, são chamados vetores.

Estima-se que as zoonoses sejam responsáveis por grande parte das doenças contagiosas que acometem a população mundial na atualidade. Elas podem ser transmitidas aos seres humanos por picadas de insetos, por mordidas de animais, ao consumir carnes cruas ou malpassadas ou água e alimentos contaminados, ao ter contato com sangue e secreções contaminadas ou mesmo com animais doentes. Veja a seguir outros exemplos de zoonoses.

Os insetos são vetores de várias zoonoses, como dengue, chikungunya e zika, transmitidas aos seres humanos pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus,* infectada pelos vírus causadores das doenças. A febre amarela também pode ser transmitida em áreas urbanas pelo *Aedes aegypti*. Outro inseto vetor de zoonose é o mosquito-prego, do gênero *Anopheles*, que transmite protozoários do gênero *Plasmodium*, agente causador da malária.

A doença de Chagas também é transmitida ao ser humano pela picada de insetos, nesse caso, o popularmente conhecido barbeiro ou chupança. Tal transmissão ocorre por meio das fezes do barbeiro contaminadas com o protozoário *Trypanosoma cruzi*, que penetra no organismo pelo orifício da picada do inseto.

A esquistossomose é uma doença causada pelo verme *Schistosoma mansoni*, cujo ciclo de vida se desenvolve parcialmente no caramujo do gênero *Biomphalaria*. A contaminação do ser humano ocorre pelo contato com água contaminada com o parasita.

O porco é o hospedeiro intermediário da *Taenia solium*, enquanto a *Taenia saginata* tem como hospedeiro o boi. Esses vermes são transmitidos aos seres humanos por meio da ingestão de carne suína ou bovina malcozida e contaminada com larvas desses vermes. Ao ingerir ovos de *T. solium*, por sua vez, o ser humano pode desenvolver a cisticercose, considerada a forma mais grave da doença.

A toxoplasmose é causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii*, transmitido aos seres humanos pelas fezes de felinos, como gatos domésticos.

A raiva é transmitida ao ser humano por meio da mordida ou da lambedura de mamíferos infectados, sendo o cachorro e o morcego os animais com os maiores índices registrados de transmissão do rabdovírus, presente na saliva dos vetores.

Acima foram apresentados apenas alguns exemplos de zoonoses. No entanto, infelizmente, a lista dessas doenças é muito mais extensa e a tendência é de que aumente ao longo dos anos. Então, o que fazer para evitar esse aumento? Isso não é possível por meio de uma única medida, mas sim por um conjunto delas.

O que estamos vivenciando atualmente é resultado de um desequilíbrio causado pelos seres humanos. Assim, a mudança no modo como nos relacionamos com o ambiente e os demais seres vivos é essencial para frear essas consequências. Além disso, é necessário que governos e sociedade priorizem medidas que favoreçam a manutenção da biodiversidade, incluindo não apenas o número de espécies, mas também sua variabilidade genética, bem como visem reduzir as alterações climáticas. Em resumo, é preciso que o ser humano passe a agir de modo responsável, ético, controlado e sustentável em relação ao meio ambiente.

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

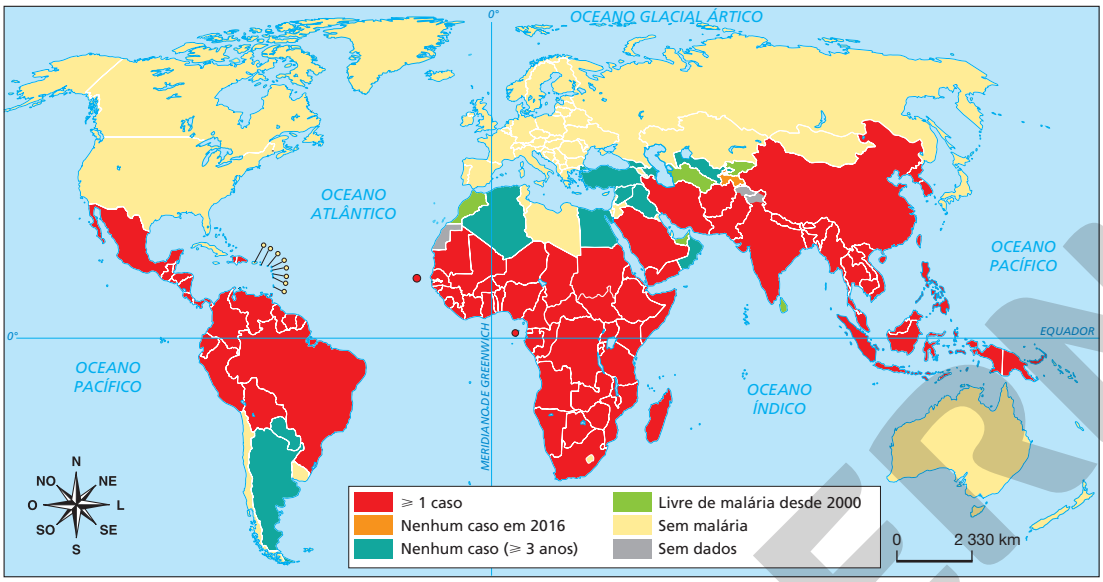
ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. A malária é uma doença que provoca milhares de mortes todos os anos. Observe o mapa e o trecho da reportagem a seguir. Depois, responda às questões.

***STATUS* MUNDIAL DA MALÁRIA (2016)**



KEITHY MOSTACHI

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Saúde do Viajante. *Malária*: a doença no mundo. Disponível em: <http://www.saudedoviajante.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo5120>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Malária explode na terra Yanomami; casos quadruplicaram em 5 anos

[...]

Para o pesquisador da Fiocruz Paulo Basta, há duas explicações básicas para a explosão dos casos da doença. Em primeiro lugar, o aumento da atividade garimpeira dentro da TIY [Terra Indígena Yanomami]. "A invasão garimpeira provoca devastação, altera a população de mosquitos. É bem reconhecido na literatura científica que a malária segue o rastro do garimpo. Quando o garimpo se expande, é natural que a malária aumente."

Os garimpos derrubam árvores, abrem crateras, mexem com o leito dos rios. Todo esse processo, explica Basta, cria águas paradas que são condições ideais para a proliferação do mosquito transmissor da malária, o *Anopheles* ou anofelino, e ao mesmo tempo espanta espécies nativas de insetos predadores dos mosquitos, como aranhas, alterando todo o equilíbrio do ecossistema.

[...]

VALENTE, R. Malária explode na terra Yanomami; casos quadruplicaram em 5 anos. *UOL*, São Paulo, 2 ago. 2020. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/colunas/rubens-valente/2020/08/02/covid-garimpo-malaria-yanomami.htm>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Comente com os estudantes que a outra explicação para o fato, segundo a reportagem, seria a desestruturação de ações para controle da doença dentro do território, principalmente no período da pandemia de COVID-19.

a) Observando o mapa, em que regiões do planeta a incidência de malária é maior? Converse com os colegas e elaborem uma hipótese para explicar esse fato.

b) O mapa apresenta dados referentes ao ano de 2016, enquanto a reportagem relata uma situação ocorrida em 2020. Com base nisso, o que é possível afirmar sobre a incidência da malária no Brasil?

c) Explique como a malária é transmitida e cite maneiras de prevenção.

d) Explique a relação entre a atividade garimpeira e o aumento de casos de malária entre os Yanomami.

e) A atividade garimpeira não é permitida em terras de demarcação indígena. Porém, como relatado na reportagem, isso ocorre com frequência. Em sua opinião, o que desencadeia esse problema e o que poderia ser feito para mitigá-lo?

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

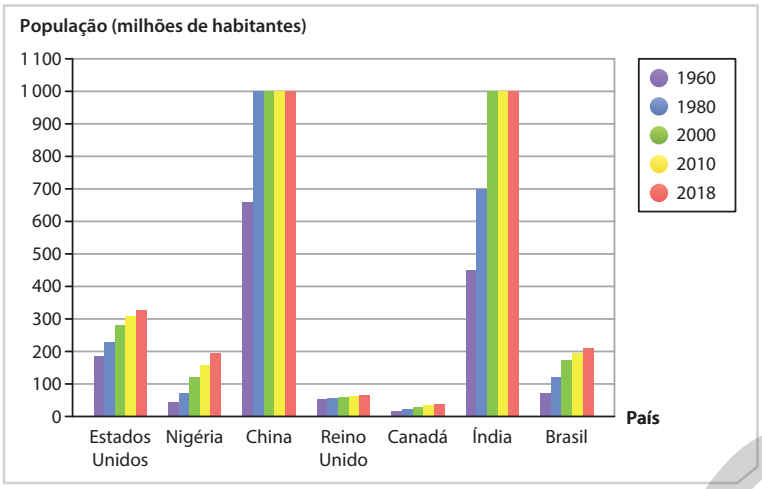
MODERNA

CAPÍTULO 3

Conservação e sustentabilidade

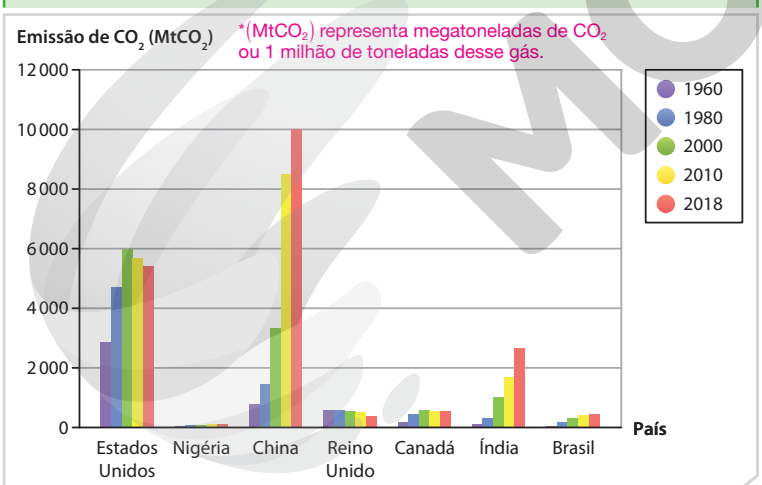
Convenção sobre Diversidade Biológica

POPULAÇÃO (MILHÕES DE HABITANTES) (1960-2018)



Fonte: UNIVERTITY OF OXFORD. Population growthy by country. *Our World in Data*. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/population?time51811..latest&country5BRA~CAN~CHN~IND~NGA~GBR~USA>. Acesso em: 20 ago. 2020.

EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO ($MtCO_2$)*(1960-2018)



Fonte: FOUNDATION BNP PARIBAS. *Global Carbon Atlas*. Disponível em: <http://globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas>. Acesso em: 8 set. 2020.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

3. Você considera possível conciliar conservação ambiental com as necessidades das sociedades atuais? Explique.

4. Para você, o que é sustentabilidade?

Observe os gráficos e responda às questões.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. O que é possível afirmar a respeito da população dos países representados e suas respectivas emissões de dióxido de carbono (CO_2) ao longo dos anos?

2. Como o crescimento populacional pode estar relacionado ao aumento na emissão de CO_2?

Como você pode notar ao analisar os gráficos, a população dos países representados aumentou ao longo dos anos e, de modo geral, a emissão de poluentes também sofreu aumento. Esse cenário é percebido em diversos outros países. Afinal, como o crescimento populacional pode estar relacionado à poluição e à degradação ambiental? Isso ocorre porque a população humana exerce uma pressão sobre o meio ambiente e seus recursos.

Para suprir suas necessidades, o ser humano faz uso de diferentes recursos naturais. Assim, quanto maior a população humana, maior é a exploração desses recursos, mais extensas as áreas ocupadas e modificadas e, consequentemente, maior a degradação ambiental.

Nesse contexto, cabe uma reflexão: o modo como o ser humano atualmente se relaciona com o meio ambiente e com os demais seres vivos é possível de ser mantido sem que haja um colapso do meio ambiente e seus recursos? Estudos científicos que analisam os impactos das atividades humanas para o futuro do planeta concordam que é emergencial modificar os hábitos e as políticas que orientam nossa relação com o meio ambiente, visando, entre outros objetivos, manter a biodiversidade e a própria espécie humana. Isso é possível por meio da sustentabilidade.

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

MODERNA

Com o intuito de proteger a biodiversidade no contexto da sociedade moderna, em 1992 a Organização das Nações Unidas (ONU) criou um tratado denominado Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), do qual diversos países são signatários, inclusive o Brasil. Essa convenção tem entre seus princípios a conservação da biodiversidade e seu uso sustentável, aliando proteção e conservação do meio ambiente e seus recursos naturais com o crescimento econômico.

Praticamente todas as atividades realizadas pelo ser humano envolvem o uso de recursos naturais. Quando esse uso é excessivo, ultrapassando a taxa de reposição desses recursos, eles começam a reduzir no ambiente, o que é caracterizado como degradação, pois altera as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio ambiental e das diferentes formas de vida. Nesse contexto, é essencial desenvolver estratégias de conservação.

No Brasil, a CDB, considerada um dos mais importantes instrumentos internacionais para a conservação do meio ambiente, entrou em vigor em maio de 1994.

Estratégias de conservação

Diversos povos e comunidades, principalmente as tradicionais, dependem dos recursos naturais para subsistirem. Assim, a conservação garante não apenas o acesso a tais recursos por gerações futuras como também é essencial para a manutenção desses povos e suas culturas.

É necessário, então, que tais atividades econômicas sejam realizadas de modo sustentável, possibilitando subsistência sem degradar o meio ambiente. Nesse sentido, existem as chamadas Reservas Extrativistas, áreas onde as populações locais extraem os recursos necessários para seu sustento, de acordo com a cultura da comunidade.

As Reservas Extrativistas são uma estratégia de proteção ao meio ambiente e à biodiversidade prevista em lei. A seguir, estudaremos esse tema com mais detalhes.

RICARDO AZOURY/PULSAR IMAGENS

Extração de látex na Reserva Extrativista Chico Mendes, no município de Xapuri, Acre (2012). Essa reserva foi criada em 1987 e suas atividades se baseiam no extrativismo vegetal, principalmente do látex e da castanha-do-pará.

5. Qual é a importância das reservas extrativistas para os povos tradicionais?

As Reservas Extrativistas possibilitam que esses povos mantenham sua cultura, exercendo suas atividades e extraindo recursos da natureza de modo a garantir que eles não se esgotem. Assim, eles não precisam desenvolver outro tipo de atividade como fonte de renda e subsistência, o que os auxilia na manutenção de seus costumes e suas tradições.

Proteção legal de espécies

As leis e os decretos são importantes ferramentas jurídicas de proteção e conservação do meio ambiente e sua biodiversidade, uma vez que podem estabelecer medidas de proteção ambiental, cujo descumprimento prevê punições, e determinar parâmetros de fiscalização. O Brasil tem uma ampla legislação ambiental. Veja alguns exemplos a seguir.

A Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, visa proteger a vegetação nativa no Brasil. Ela substituiu leis anteriores e tem enfoque no desenvolvimento sustentável. Essa lei também delimita as áreas de vegetação na beira dos rios, auxiliando na conservação desses corpos d'água.

A Lei n.º 5.197, de 3 de janeiro de 1967, tem como objetivo proteger a fauna brasileira. Segundo essa lei, os animais, em todas as fases de desenvolvimento e que vivem livres no ambiente, são considerados integrantes da fauna silvestre e, portanto, propriedade do Estado, o que proíbe sua utilização, perseguição, captura e caça.

A Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que prevê a criação de áreas naturais protegidas por lei, as chamadas Unidades de Conservação (UCs), como é o caso das Reservas Extrativistas. Além disso, essa lei institui as regras para criação, implantação e gestão dessas áreas.

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

Unidades de Conservação

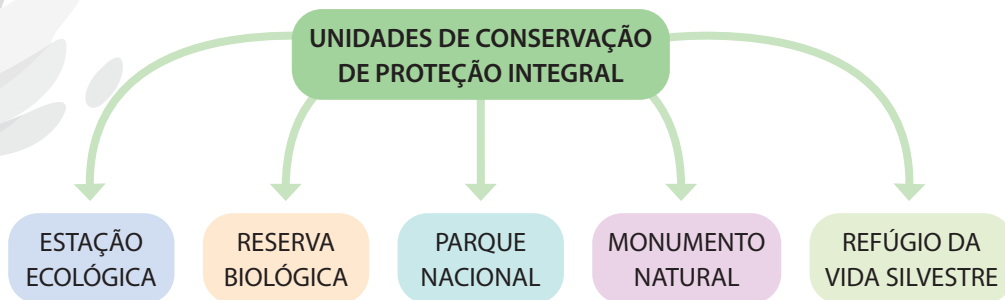
As UCs são áreas do território nacional, delimitadas e implantadas por lei, que apresentam características naturais relevantes. Sua gestão pode ocorrer nas esferas municipal, estadual e federal. Veja a seguir alguns objetivos das Unidades de Conservação.

> [...]
>
> I – contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
>
> II – proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
>
> III – contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
>
> IV – promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
>
> V – promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
>
> VI – proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
>
> VII – proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
>
> VIII – proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
>
> IX – recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
>
> X – proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
>
> XI – valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
>
> XII – favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
>
> XIII – proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.
>
> [...]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2000. p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Assim, além de visar à conservação da área e de seus recursos, as UCs contribuem com geração de renda e emprego, principalmente às populações locais, favorecendo a melhora na qualidade de vida desses povos. Essas áreas legalmente protegidas podem ser organizadas em dois grupos: de proteção integral e de uso sustentável.

As **unidades de conservação de proteção integral** têm como objetivo principal a conservação da natureza. Por isso, nesses locais, é permitido somente o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, que não envolve consumo, coleta ou dano, como é o caso do turismo ecológico, das pesquisas científicas e das visitas educacionais.



As **unidades de conservação de uso sustentável**, por sua vez, buscam o uso sustentável de seus recursos naturais, como a coleta, sem comprometer o equilíbrio e a disponibilidade desses recursos. Veja a seguir.

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

*Retome com os estudantes a situação apresentada na página **37**.

As diferentes categorias de UCs têm características específicas, como em relação ao objetivo e às atividades que são permitidas em cada uma delas. Veja a tabela a seguir.

Unidades de Conservação	
Categoria	**Descrição**
Estação Ecológica	Área que tem como objetivo a conservação dos ambientes naturais, sendo permitidas pesquisas científicas e visitas educacionais.
Reserva Biológica	Área destinada à conservação integral da diversidade biológica, onde as únicas atividades humanas permitidas são medidas de recuperação e manejo da área e visitas educacionais.
Parque Nacional	Área que visa conservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, permitindo pesquisas científicas, atividades educativas e turismo ecológico.
Monumento Natural	Área, particular ou pública, destinada à conservação de locais considerados de beleza cênica, sendo permitido o turismo ecológico.
Refúgio da Vida Silvestre	Área, particular ou pública, cujo objetivo é proteger ambientes naturais, assegurando condições adequadas à vida e à reprodução de espécies de seres vivos locais ou migratórios. São permitidas atividades de turismo ecológico.
Área de Proteção Ambiental	Área, particular ou pública, geralmente extensa, que visa proteger a diversidade biológica, regular o processo de ocupação humana e assegurar o uso sustentável de seus recursos naturais.
Área de Relevante Interesse Ecológico	Área pública ou privada, geralmente pouco extensa, com características naturais únicas ou que abriga exemplares raros da biota regional, que visa conservar ecossistemas naturais, aliando atividades humanas restritas.
Floresta Nacional	Área de cobertura florestal com predominância de espécies nativas, que busca o uso sustentável de seus recursos florestais, sendo permitidas pesquisas científicas, principalmente as voltadas a métodos de exploração sustentável de florestas nativas. Nesses locais é permitida a permanência de populações tradicionais que habitavam a área antes de sua delimitação legal.
Reserva Extrativista	Área destinada à proteção dos meios de vida e de cultura de populações tradicionais que habitam o local. Nessa área, tais populações podem explorar os recursos naturais de modo sustentável, além de exercer a agricultura e a pecuária de subsistência. Também são permitidas a visitação pública e as pesquisas científicas.
Reserva de Fauna	Área adequada para estudos técnico-científicos sobre o manejo sustentável da fauna nativa.
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural povoada por populações tradicionais, cujo desenvolvimento se baseia em sistemas sustentáveis, ao longo das gerações. Nessas áreas são permitidas a visitação pública e as pesquisas científicas.
Reserva Particular de Patrimônio Natural	Área privada, criada por iniciativa do proprietário, que visa conservar a diversidade biológica, aliando turismo ecológico e visitação recreativa e educacional. Essa é a única categoria que continua sendo de propriedade privada após sua criação.

Fontes: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Categorias*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/categorias.html>. BRASIL. Sistema Nacional de Informações Florestais. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/conservacao-das-florestass/211-sistema-nacional-de-unidades-de-conservacaoo?modal51&tipo5tableau>. Acessos em: 20 ago. 2020.

Em algumas unidades de conservação também são realizadas pesquisas científicas e projetos de conservação de espécies, algumas das quais se encontram ameaçadas de extinção.

A criação de Unidades de Conservação em áreas particulares é possível desde que nessas áreas sejam realizadas atividades compatíveis com o previsto na categoria de UC pretendida.

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

MODERNA

Veja a seguir alguns exemplos de Unidades de Conservação no Brasil.

RUBENS CHAVES/PULSAR IMAGENS

A Floresta Nacional de Tapajós localiza-se no bioma Amazônia e abriga espécies de plantas como andiroba (*Carapa guianensis*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), cumaru (*Coumarouma odorata*), inajá (*Maximiliana regia*), taperebá (*Spondia lutear*) e buriti (*Mauritia flexuosa*). A população local vive da pesca, da caça e do cultivo de feijão, arroz e milho para subsistência, bem como da extração de produtos florestais não madeireiros.

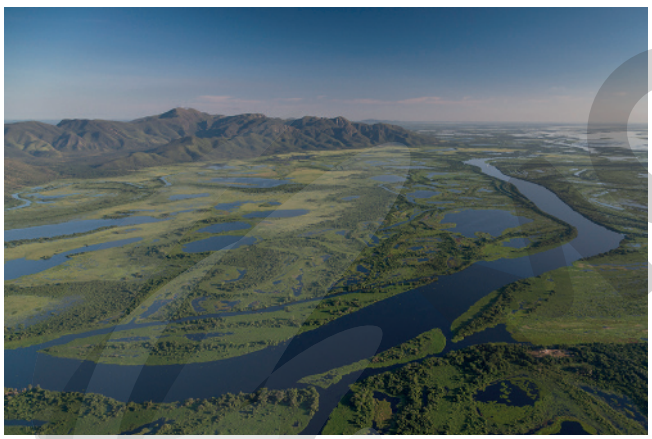
Trilha no interior da Floresta Nacional do Tapajós, no município de Belterra, Pará (2019).

PAULO FRIDMAN/PULSAR IMAGENS

A Reserva Extrativista de Arapixi também está localizada no bioma Amazônia. A flora contém espécies como ipês (*Tabebuia* sp.), figueiras (*Ficus* sp.), tapiá (*Alchornea glandulosa*) e pau-óleo (*Alchornea triplinervia*). A fauna abrange espécies de aves como aracuã (*Ortalis guttata*), jacamin-de-costas-brancas (*Psophia leucoptera*), periquito-de-cabeça-suja (*Aratinga weddellii*), papagaio-da-várzea (*Amazona festiva*) e sovela-vermelha (*Galbalcyrhynchus purusianus*). As atividades extrativistas nessa área envolvem, principalmente, a extração de castanha-do-pará, látex e cacau.

Extração da polpa do cacau no município de Boca do Acre, Amazonas (2011).

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS



O Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense se localiza no bioma Pantanal. Essa área visa proteger o ambiente de queimadas e desmatamentos e evitar a caça ilegal de animais como o jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a onça-pintada (*Panthera onca*). Além destes, nesse parque vivem espécies como o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*) e o tamanduá-bandeira (*Mymecophaga tridactyla*).

Vista aérea do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense , com a Serra do Amolar ao fundo, no município de Poconé, Mato Grosso (2017).

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Buraco das Araras localiza-se no Cerrado. Essa área sofreu degradação no século passado, causando redução acentuada da população de araras-vermelhas (*Ara chloropterus*). Além disso, há casos de atropelamento de animais e presença de espécies exóticas. Esse local abriga plantas como pau-terra (*Qualea grandiflora*), pequi (*Caryocar brasiliense*), araçá (*Psidium guineense*), embaúba (*Cecropia pachystachya*) e sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*). Entre os animais, destacam-se o lobinho (*Cerdocyon thous*), o tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), o gato-maracajá (*Leopardus tigrinus*), a catita (*Gracilinanus agilis*) e o jacupemba (*Penelope superciliaris*).

Arara-vermelha (*Ara chloropterus*) na Reserva Particular do Patrimônio Natural Buraco das Araras, no município de Jardins, Mato Grosso do Sul (2019). Essa espécie pode atingir aproximadamente 90 cm de comprimento.

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

CÓPIA

O Monumento Natural Rio São Francisco está localizado no bioma Caatinga. A área sofreu impacto por conta da construção de uma usina hidrelétrica, o que levou várias espécies de animais a perder seu hábitat. A vegetação encontra-se em regeneração e inclui espécies como catingueira (*Poincianella pyramidalis*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), velame (*Croton heliotropiifolius*) e urundeúva (*Myracrodruon urundeuva*).

MARCO ANTONIO SA/PULSAR/PULSAR IMAGENS

Rio São Francisco visto do mirante do Monte Carmelo, no município de Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco (2020).

Também localizada na Caatinga, a Estação Ecológica Raso da Catarina abriga várias espécies de plantas encontradas na região, como muquém (*Dalbergia cearenses*), pau-violeta (*Pilosocereus tuberculatus*), copaíba (*Copaifera martii*) e cactos dos gêneros *Melocactus* e *Pilosocereus*. Entre os animais encontrados, temos o tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e o pássaro-preto (*Gnorimopsar chopi*). Esse ambiente natural sofre pressão do tráfico de animais e da devastação dos hábitats. A retirada de licuri (*Syagrus coronata*), por exemplo, que serve de alimento para a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus lear*) tem prejudicado diretamente a população dessas aves.

RITA BARRETO/FOTOARENA

Casal de araras-azuis-de-lear em uma palmeira, no município de Euclides da Cunha, Bahia (2019). Essa espécie pode atingir aproximadamente 1 m de envergadura.

A Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira localiza-se no bioma Mata Atlântica. Nesse ambiente são encontradas plantas como caúna (*Ilex microdonta*), casca-de-anta (*Drimys brasiliensis*) e ipê-amarelo (*Tabebuia catarinensis*). Na fauna, podemos citar o sapo-flamenguinho (*Melanophryniscus moreirae*), o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), o muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), o gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Esse local sofre com problemas como construção de estradas, expansão desordenada da área urbana, introdução de espécies exóticas, lançamento inadequado de efluentes e mudanças climáticas.

FABIO COLOMBINI

Vista aérea do município de Santo Antônio do Pinhal, na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira, São Paulo (2020).

No Parque Estadual de Itapeva, localizado no bioma Pampa, encontram-se plantas como capim-das-dunas (*Panicum racemosum*), orquídea-da-praia (*Epidendrum fulgens*), margarida-do-campo (*Senecio ceratophylloides*), alecrim-do-campo -(*Baccharis dracunculifolia*) e cambará (*Lantana camara*). Entre os animais, podemos citar o pato-do-mato (*Cairina moschata*), o sapinho-narigudo-de-barriga-vermelha (*Melanophryniscus macrogranulosus*), o arapaçu-liso (*Dendrocincla turdina*), a cobra-d'água-do-litoral (*Helicops carinicaudus*) e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*). Esse ambiente sofre pressões diversas, como extrativismo ilegal, presença de espécies invasoras e fragmentação.

PEDRO PERSINOTTI/PULSAR IMAGENS

Praia da Itapeva, inserida no Parque Estadual de Itapeva, no município de Torres, Rio Grande do Sul (2019). Essa UC inclui ecossistemas diversos, como a restinga, característica de áreas litorâneas.

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

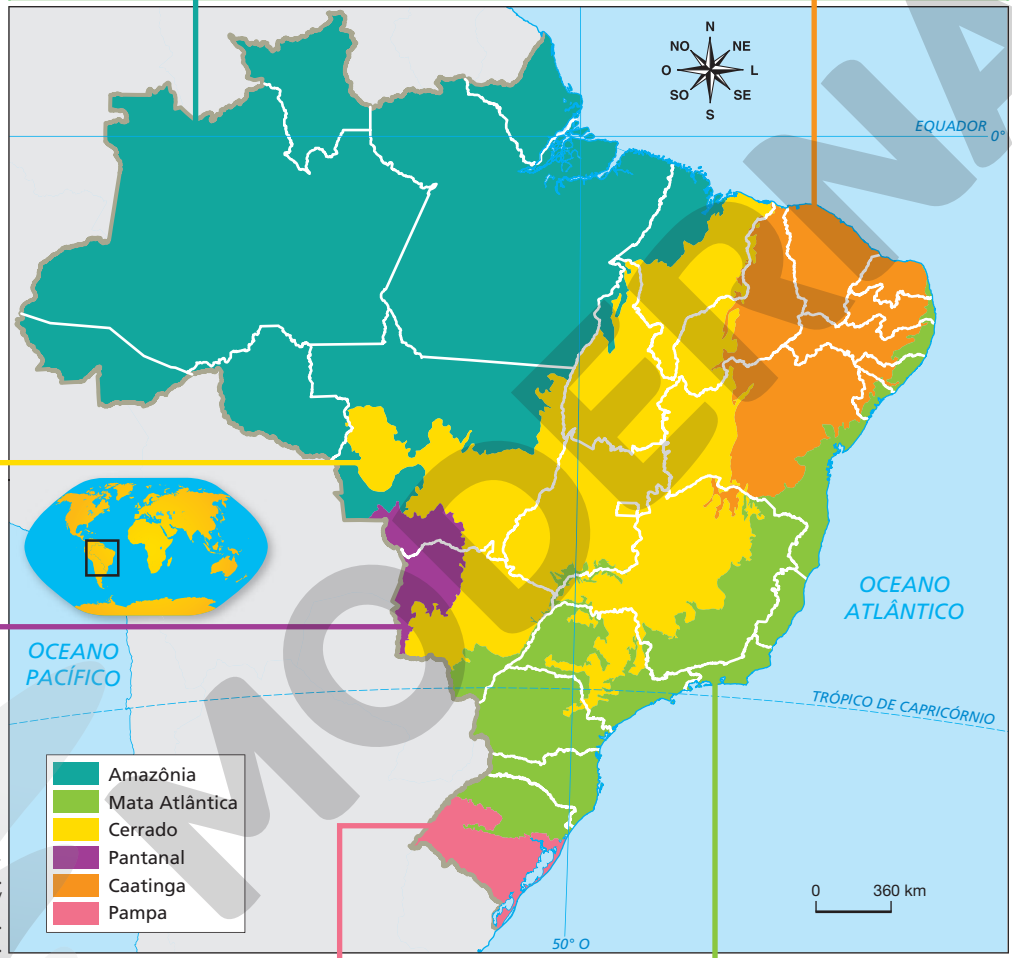
Como você pôde perceber nas páginas anteriores, as Unidades de Conservação são encontradas em todos os biomas brasileiros, ajudando, assim, na conservação desses sistemas e das espécies de seres vivos. Veja a seguir um panorama dessas unidades nos biomas do país.

Área total do **bioma Amazônia**: 4 215 439 km².
UCs de Proteção Integral: 95 (428 833 km²); 10,2%.
UCs de Uso Sustentável: 257 (775 597 km²); 18,4%.
Total de UCs: 352 (1 204 430 km²); 28,6%.

Área total do **bioma Caatinga**: 862 636 km².
UCs de Proteção Integral: 60 (20 365 km²); 2,4%.
UCs de Uso Sustentável: 148 (57 173 km²); 6,6%.
Total de UCs: 208 (77 538 km²); 9,0%.

Área total do **bioma Cerrado**: 1 984 659 km².
UCs de Proteção Integral: 144 (58 459 km²); 2,9%.
UCs de Uso Sustentável: 300 (115 089 km²); 5,8%.
Total de UCs: 444 (173 548 km²); 8,7%.

Área total do **bioma Pantanal**: 150 961 km².
UCs de Proteção Integral: 6 (4 401 km²); 2,9%.
UCs de Uso Sustentável: 19 (2 584 km²); 1,7%.
Total de UCs: 25 (6 985 km²); 4,6%.



KEITHY MOSTACHI

Fonte: Biomas Brasileiros. *IBGE*. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em: 24 ago. 2020.

Área total do **bioma Pampa**: 193 984 km².
UCs de Proteção Integral: 17 (1 218 km²); 0,6%.
UCs de Uso Sustentável: 17 (4 659 km²); 2,4%.
Total de UCs: 34 (5 876 km²); 3,0%.

Área total do **bioma Mata Atlântica**: 1 106 846 km².
UCs de Proteção Integral: 477 (29 091 km²); 2,6%.
UCs de Uso Sustentável: 960 (91 031 km²); 8,2%.
Total de UCs: 1437 (120 122 km²); 10,9%.

Fonte: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Unidades de Conservação por bioma*. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80229/CNUC_FEV20%20-%20C_Bio.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Apesar de serem áreas de conservação da biodiversidade, as Unidades de Conservação não são intocáveis, tampouco abrangem todas as áreas naturais. Por isso, é necessário um conjunto de ações humanas para manter a proteção e o equilíbrio do ambiente, tanto nas áreas protegidas legalmente quanto nas não delimitadas por lei.

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

Restauração

A maior parte das áreas naturais da Terra foram alteradas ou degradadas pela ação humana. Como você estudou na página **38**, entre os objetivos das Unidades de Conservação está a restauração de ambientes degradados, um processo mediado pelos seres humanos que visa reverter tais danos, ou parte deles, restaurando a função biológica do ecossistema e seu equilíbrio. A restauração pode envolver o reflorestamento, a reintrodução de espécies nativas, a remoção de espécies exóticas e a remoção de represas, ação esta que libera o fluxo dos rios.

A restauração florestal envolve o plantio de sementes e/ou mudas de espécies vegetais, de preferência nativas, possibilitando assim a recuperação da cobertura vegetal.

Quando as áreas de restauração estão próximas a comunidades rurais, podem ser plantadas árvores frutíferas, castanheiras ou espécies de interesse comercial. Pode ser realizado também o plantio em consórcio, com produtos de interesse econômico, como cacau, erva-mate ou café.

Para que seja realizado o reflorestamento, é preciso considerar a sucessão ecológica, um processo natural que ocorre nos ambientes e envolve uma sequência de comunidades ecológicas. Nesse processo, os seres vivos de uma comunidade são substituídos por outros ao longo do tempo.

A sucessão ecológica pode seguir estágios e ser classificada como primária ou secundária. Veja a seguir.

A

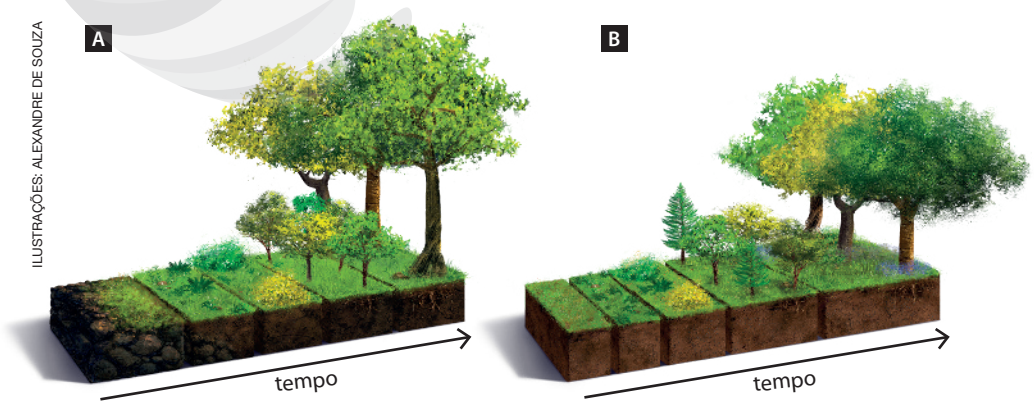
B

FOTOS: FABIO COLOMBINI

Imagens de área de Mata Atlântica no município de Santo Antônio do Pinhal, São Paulo (2017), antes do reflorestamento (**A**) e 2,5 anos após o plantio de espécies nativas (**B**). O restabelecimento da cobertura vegetal ajuda a proteger o solo, melhorando sua qualidade e auxiliando na proteção e na qualidade dos corpos d'água. Além disso, ao restabelecer essa vegetação, as condições se tornam adequadas para a fixação de outros seres vivos, incluindo os animais.

A **sucessão ecológica primária** ocorre em locais que não eram ocupados anteriormente. A superfície rochosa é ocupada inicialmente por seres vivos pioneiros, como liquens e microrganismos, que podem secretar ácidos que desgastam as rochas, atuando na formação do solo. A morte desses microrganismos contribui para disponibilizar matéria orgânica, auxiliando no desenvolvimento de gramíneas e vegetação rasteira. Com o tempo, a fertilidade do solo aumenta, o que contribui para estabelecer arbustos e árvores de grande porte.

Já a **sucessão ecológica secundária** ocorre em ambientes já ocupados por seres vivos e que passaram por perturbações, como queimadas ou desmatamento. Por isso, o solo já está formado e pode conter mudas e sementes, ocorrendo mais rápido que a sucessão primária. Inicialmente, o solo é coberto por gramíneas, que são pioneiras, isto é, que se estabelecem primeiro, as quais são substituídas por arbustos e árvores de pequeno porte. Com o aumento da umidade e da fertilidade do solo, a temperatura diminui, o que favorece o povoamento por espécies de árvores de grande porte.



ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

Ilustrações produzidas com base em: MILLER, G. T. *Ciência ambiental*. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 127-128.

Representação das sucessões ecológicas primária (**A**) e secundária (**B**). Quando os estágios dessas sucessões atingem a maturidade, dizemos que foi estabelecida a comunidade clímax, ou estágio terminal da sucessão ecológica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

INVESTIGUE

A importância do conhecimento científico

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Contextualização

BLACK SALMON/SHUTTERSTOCK

Pessoas usando máscara durante a pandemia de COVID-19. Nesse período, o uso de máscara se mostrou uma medida eficiente para reduzir a dispersão do vírus entre as pessoas.

Em 2020, a população mundial se viu refém de uma doença até então desconhecida em seres humanos, a COVID-19. A falta de informações a respeito do vírus SARS-CoV-2, causador da doença, prejudicou o estabelecimento de medidas de contenção e tratamento, além de não haver uma vacina contra essa doença. Por isso, cientistas de todo o planeta uniram-se em uma intensa busca por informações, desenvolvendo diversos estudos para conhecer o vírus e as formas de contágio e infecção das células humanas para, então, desenvolver uma vacina.

a) A informação foi essencial para buscar medidas de prevenção e tratamento para a COVID-19. Considerando uma situação de degradação ambiental, é possível propor medidas ou soluções para esse tipo de problema sem conhecê-lo? Explique.

b) Quais aspectos devem ser levados em consideração antes de propor medidas que amenizem a degradação ambiental e os danos por ela causados?

Orientações

Junte-se a quatro colegas, façam uma visita de campo ao bairro ou região onde cada um de vocês vive e identifiquem uma situação que envolva degradação ambiental. Em seguida, elaborem um roteiro para investigar o problema ambiental identificado e proponham soluções. Para auxiliar no processo, vocês podem fazer alguns questionamentos, como os sugeridos a seguir.

- Quais são os materiais necessários para a montagem dessa investigação?
- Qual(is) é(são) o(s) principal(is) problema(s) ambiental(is) observado(s) nesse local?
- Quais são as causas/fontes e consequências desse(s) problema(s) ambiental(is)?
- Quais são os cuidados necessários durante a realização dessa investigação?
- Como serão registrados os dados observados?
- Que medidas podem ser adotadas pela população e pelos governantes para que esse(s) problema(s) não se mantenha(m) na área?

Durante a execução da atividade, procurem soluções para os possíveis problemas e dificuldades que surgirem. Registrem por meio de fotos a situação identificada no ambiente visitado e anotem todas as observações feitas nesse local. Pesquisem em livros, artigos científicos e *sites* confiáveis as informações necessárias para a realização dessa investigação.

Análise e divulgação dos dados

Produzam um fôlder que contemple todo o processo da investigação, os resultados obtidos durante a investigação, bem como as medidas sugeridas para conter o(s) problema(s) identificado(s). Incluam também as respostas às questões a seguir e, por fim, exponham a produção em um espaço comum da escola.

1. Quais foram os problemas identificados no local visitado?
2. A hipótese levantada no início dessa atividade foi aceita ou refutada? Expliquem.
3. Quais medidas imediatas são necessárias para minimizar ou solucionar o problema detectado? E quais devem ser implantadas a longo prazo?
4. Na busca por soluções para esses problemas, como vocês chegaram à conclusão de que as medidas elencadas são eficientes para solucioná-los?
5. A importância do levantamento de informações pode ser aplicada em outras situações de nosso dia a dia? Explique.

MODERNA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Oriente os estudantes a resolver as questões de vestibular cujas alternativas são numeradas. Os valores das alternativas que respondem corretamente à questão devem ser somados e a resposta é o resultado da somatória.

1. Leia o texto a seguir.

Desde a chegada dos portugueses, os recursos naturais brasileiros foram explorados excessivamente e de maneiras distintas. O bioma Mata Atlântica, por exemplo, foi intensamente degradado por atividades como os cultivos de mandioca, milho, cana-de-açúcar, cacau e café. Essa degradação, no entanto, teve efeitos na população da época.

Durante o Brasil Império, mais especificamente no início do século XVII, a população da cidade do Rio de Janeiro vivenciou uma crise hídrica, resultado de um longo período de seca. Em 1855, o governo imperial já havia desapropriado áreas próximas aos mananciais e ao curso dos rios Carioca, Maracanã e Comprido. Passados seis anos, em 1861, D. Pedro II criou as florestas da Tijuca e das Paineiras, por meio do Decreto Imperial 577, iniciando a recuperação da área. Ao longo dos primeiros 13 anos, foram plantadas cerca de 100 mil mudas de árvores, especialmente nativas, e em anos seguintes mais outras milhares de mudas, possibilitando a restauração das áreas florestais.

VITOR MARIGO/SHUTTERSTOCK

Nascer do sol visto da Pedra da Proa na Floresta da Tijuca, pertencente ao Parque Nacional da Tijuca, no município do Rio de Janeiro (2018).

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Que estratégia foi utilizada na recuperação desse ambiente?

b) Explique como as atividades antrópicas, como a retirada da vegetação nativa, podem interferir na disponibilidade de água, como na época descrita no texto?

c) Por que a ideia de replantio de árvores pode ajudar no problema de abastecimento de água?

d) Atualmente, a Floresta da Tijuca faz parte de uma Unidade de Conservação. Qual é a importância dessas unidades?

e) No Parque Nacional da Tijuca há diversas trilhas para visitação pública. Essa característica condiz com a categoria a que pertence essa Unidade de Conservação? Explique.

2. **(UEM-PR)** Sobre sucessão ecológica, escreva em seu caderno a somatória das alternativas **corretas**.

01) Uma plantação agrícola com produtividade elevadíssima, desde o preparo da terra até a colheita, é um exemplo de comunidade clímax.

02) A sucessão ecológica primária é o processo de colonização de um ambiente anteriormente destituído de vida.

04) A comunidade onde a biodiversidade e a biomassa aumentam é denominada clímax.

08) A sucessão ecológica secundária é aquela que ocorre em locais desabitados, mas anteriormente habitados por comunidade biológica cujo equilíbrio foi rompido natural ou artificialmente.

16) Liquens, gramíneas, algas microscópicas do plâncton são exemplos de espécies pioneiras sem as quais a sucessão ecológica não aconteceria em regiões inóspitas.

Soma: 02 + 08 + 16 = 26

3. **(Enem)** Corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. São instituídos com base em informações como estudos sobre o deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações.

Disponível em: <https://www.mma.gov.br>. Acesso em: 30 nov. 2017 (adaptado).

Nessa estratégia, a recuperação da biodiversidade é efetiva porque

a) propicia o fluxo gênico.

b) intensifica o manejo de espécies.

c) amplia o processo de ocupação humana.

d) aumenta o número de indivíduos nas populações.

e) favorece a formação de ilhas de proteção integral.

Alternativa **a**.

4. Junte-se a dois colegas e façam uma pesquisa sobre as Unidades de Conservação do município ou da região onde vocês vivem ou próximo a ele. Em seguida, respondam aos itens propostos a seguir.

- Descrevam o tipo e a categoria a que pertencem cada uma das Unidades de Conservação pesquisadas.
- Que atividades podem ser realizadas em cada uma dessas UCs?
- Entrevistem familiares e amigos e perguntem se eles já visitaram alguma(s) da Unidade de Conservação pesquisadas por vocês.
- Elaborem um folheto digital com as informações pesquisadas, visando divulgar esse tipo de estratégia de conservação. Caso alguma das UCs pesquisadas permita visitação do público, insira informações como dias e horários de visita ao local.

4. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a conhecer a realidade onde vivem do ponto de vista de estratégias de conservação ambiental e sustentabilidade. Se possível, organize uma visita ao(s) local(is) pesquisado(s) pela turma.

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

MODERNA

O papel da sociedade e do governo

Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões propostas.

[...]

Em apenas 10 anos, a cidade [Shenzhen – China], que era menor e mais poluída que São Paulo, tornou elétrica toda sua frota de ônibus e táxis. A qualidade do ar, a diminuição no consumo de combustível e a melhoria nas ilhas térmicas já podem ser percebidas por lá.

[...]

Para tratar de locomoção chinesa, faz sentido começar pelas bicicletas. Assim como na Holanda, esse é um sistema de mobilidade bastante tradicional, embora o tamanho das cidades dificulte sua utilização como alternativa exclusiva. [...]

Por que a China é referência em mobilidade sustentável? *Mobilidade*, São Paulo, 8 jun. 2020. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/por-que-a-china-e-referencia-em-mobilidade-sustentavel/>. Acesso em: 8 set. 2020.

ROBERT WAY/SHUTTERSTOCK

Pessoas andando de bicicleta em ciclovia em Shanghai, China (2020). Nesta imagem também é possível identificar postes de iluminação pública mantidos por energia solar, uma fonte de energia renovável.

Ao responder às questões, você possivelmente chegou à conclusão de que, embora muitos países estejam implementando medidas que buscam reduzir os danos ambientais, tornando-se mais sustentáveis, a humanidade está distante de se tornar sustentável. Basta refletirmos sobre as principais fontes de energia, por exemplo.

Apesar das inúmeras fontes de energia renováveis, de modo geral, a sociedade ainda é dependente de recursos naturais não renováveis, como os metais e o petróleo e seus derivados – os combustíveis fósseis. Esse fato foi explicitado durante a greve dos caminhoneiros, em 2018, que levou à paralisação de diversas atividades no Brasil. No entanto, tal greve também nos mostrou que é possível mudar diversos hábitos diários, como priorizar meios de transporte coletivos ou que não utilizam combustíveis fósseis, como bicicletas.

A sustentabilidade envolve três áreas: desenvolvimento social, desenvolvimento econômico e conservação ambiental. Sendo assim, para que seja implantada de modo efetivo, é preciso que essas três áreas estejam em equilíbrio, o que pode ser alcançado, com planejamento e atitudes que possibilitam sua implementação.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Qual é a importância ambiental de atitudes como as citadas na reportagem?
2. Você considera a sociedade atual sustentável? Explique.
3. Você considera que, em alguns anos, o Brasil siga os mesmos passos da cidade chinesa citada na reportagem?
4. Você considera seu estilo de vida sustentável? Explique.

Pegada ecológica

Quão prejudicial nosso estilo de vida é ao meio ambiente? Seria possível mensurar essa interferência? Refletindo sobre essas questões e considerando que o ser humano deixa "pegadas", rastros no meio ambiente, foi proposto o conceito de pegada ecológica, que nos ajuda a perceber quantos recursos naturais são utilizados em nosso dia a dia e se nosso estilo de vida é sustentável ou não.

O canadense William Rees (1943-) e o suíço Mathis Wackernagel (1962-), ambos ecologistas, foram os primeiros a utilizar esse conceito, na década de 1990. Essa "pegada" refere-se à área produtiva da superfície terrestre necessária para fornecer os recursos naturais que sustentam o estilo de vida de uma pessoa, cidade ou país. Nesse conceito também é preciso considerar a biocapacidade de determinada área, ou seja, a capacidade de produzir recursos e absorver resíduos gerados pelo ser humano.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Acesse o *site* <http://www.pegadaecologica.org.br/pegada.php> e calcule o tamanho da sua pegada ecológica. Em seguida, compare-a com as dos colegas e discutam a respeito dos resultados.

b) Em sua opinião, como é possível tornar seu estilo de vida mais sustentável?

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

Um dos principais objetivos da sociedade atual é se tornar sustentável, melhorando a relação do ser humano com o meio ambiente e seus recursos. Como isso é possível? Podemos começar aplicando a sustentabilidade em nosso cotidiano, avaliando e modificando o modo como lidamos com a água, a energia elétrica, os alimentos e os resíduos sólidos, por exemplo. Observe a tirinha abaixo.

© ALEXANDRE BECK

BECK, Alexandre. *Armandinho sete*. Florianópolis: A. C. Beck, 2015. p. 12.

5. Qual é a relação entre a mata ciliar e a escassez de água?

5. Espera-se que os estudantes comentem que a mata ciliar é uma vegetação que se localiza ao redor de rios, protegendo-os do assoreamento. Assim, sua remoção favorece a ocorrência desse processo, que, entre outras consequências, reduz a profundidade dos rios e pode prejudicar a captação feita pelas Estações de Tratamento de Água. Como resultado, a distribuição de água tratada à população é prejudicada.

A água é um recurso renovável. No entanto, sua disponibilidade à população humana pode ser prejudicada por diferentes fatores, como degradação dos corpos d'água, uso inadequado, desperdício e longos períodos de estiagem. Nesse contexto, é essencial adotarmos o consumo consciente e atitudes que ajudam a conservar esse recurso. Veja a seguir.

Mantenha o registro do chuveiro fechado enquanto toma banho.

Feche a torneira enquanto lava a louça.

Feche a torneira ao escovar os dentes.

Não lave calçadas utilizando mangueira; dê preferência ao uso de baldes.

A energia elétrica no Brasil provém, em sua maioria, do uso de energia hidráulica e, em menor proporção, de usinas termelétricas movidas a carvão mineral. Assim, também dependemos da água e dos combustíveis fósseis para a produção de energia elétrica.

Dessa forma, o uso consciente de energia elétrica é essencial para um modo de vida sustentável. Para isso, é possível adotar algumas medidas, como as apresentadas abaixo.

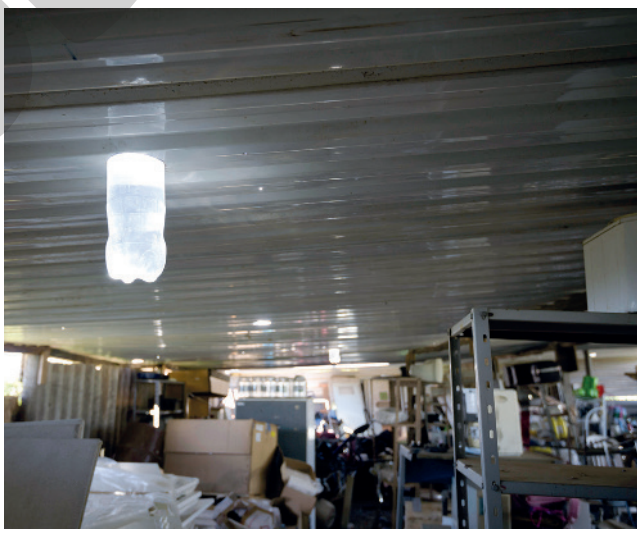
Dê preferência por lâmpadas de LED ou fluorescentes. Elas consomem menos energia elétrica e são mais duráveis.

Apague a luz dos cômodos que estiverem vazios.

Aproveite a luz solar para iluminar os ambientes no período do dia.

Retire os equipamentos elétricos da tomada quando não estiverem em uso. No modo *stand-by*, ainda há consumo de energia elétrica.

Ao comprar um equipamento eletrônico, prefira os que consomem menos energia elétrica.



MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Iluminação de ambiente interno com uso de garrafa PET na Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis, no município de Lagoa Santa, Minas Gerais (2015). Esse tipo de iluminação aproveita a luz solar e evita o uso de lâmpadas elétricas.

Outro recurso que infelizmente vem sendo amplamente desperdiçado na sociedade moderna são os alimentos. No Brasil, a quantidade diária de alimentos desperdiçada por pessoa é estimada em cerca de 353 g – o que daria 128,8 kg por ano. De acordo com pesquisa realizada em 2018 pela Embrapa, em conjunto com a Fundação Getulio Vargas (FGV), os alimentos mais descartados são o arroz (22%), a carne bovina (20%), o feijão (16%) e o frango (15%). Embora tais alimentos sejam os mais desperdiçados, muitas pessoas sequer têm acesso a esses e tantos outros alimentos, em decorrência das desigualdades sociais e econômicas do país.

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

MODERNA

Como, então, evitar o desperdício de alimentos? Veja a seguir.

Adicione ao prato somente a quantidade suficiente de alimento para saciar sua fome.	Evite comprar e armazenar grande quantidade de alimentos, pois a data de validade pode expirar antes de seu consumo, necessitando descartar o alimento.	Utilize partes de alimentos que seriam descartadas, como cascas, para a elaboração de outras receitas.	Seja criativo! Elabore receitas que aproveitem o alimento preparado no dia anterior, evitando seu descarte.

HITRA/SHUTTERSTOCK

A alimentação humana sofreu modificações nas últimas décadas, tendendo ao aumento do consumo de alimentos processados e ultraprocessados, os quais, além de menos nutritivos, requerem o uso de mais embalagens. Com a industrialização, diversos outros produtos também passaram a utilizar embalagens, produzidas com diferentes materiais, como plástico, papel e papelão. Dessa forma, quanto maior o consumo desses produtos, mais recursos são extraídos do ambiente e maior é a quantidade de resíduos gerados.

Diferentes produtos industrializados em um supermercado. As embalagens desses produtos podem ser de diferentes materiais, sendo o plástico um dos mais utilizados. Além do resíduo gerado por seu descarte, as embalagens requerem a extração de matéria-prima da natureza, como metais, areia, celulose e petróleo.

6. Qual é o destino das embalagens de produtos consumidos em sua residência?

ARCADY/SHUTTERSTOCK

Símbolo indicativo de material reciclável. Além do consumo consciente, é importante dar preferência para embalagens retornáveis ou que foram feitas com material reciclável.

Os alimentos desperdiçados e as embalagens dos produtos, quando descartados, passam a compor os resíduos domésticos. Antes de descartar os itens, no entanto, é preciso considerar a possibilidade de muitos poderem ser reaproveitados ou reciclados. No reaproveitamento (reutilização), o produto é utilizado com finalidade diferente daquela para a qual foi produzido. Já quando o material é reciclado, sua matéria-prima é utilizada para a elaboração de outros produtos. Ambas as possibilidades ajudam a reduzir a quantidade de resíduos sólidos lançados no ambiente.

Atitudes sustentáveis também envolvem tornar atividades econômicas mais sustentáveis. A agricultura, por exemplo, é uma das principais atividades econômicas do Brasil e, quando realizada de modo correto, pode auxiliar na conservação ambiental sem prejudicar sua produtividade. É o caso da agricultura orgânica, que se baseia no cultivo sem agrotóxicos, e no sistema agroflorestal, que associa o cultivo de alimentos ao plantio de árvores.

*Explique aos estudantes que lixo é o nome popular dado aos resíduos sólidos produzidos pelo ser humano.

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

Plantação de cacau em sistema agroflorestal, no município de Linhares, Espírito Santo (2019). Esse tipo de sistema de plantio combina, em uma mesma área e por determinado intervalo de tempo, diferentes tipos de vegetação – no caso da imagem, cultivo de cacau em meio a mata nativa. Além das espécies agrícolas, são cultivadas espécies arbóreas, frutíferas, arbustivas ou para a extração de madeira, que ajudam a manter a nutrição do solo e, no caso do plantio de espécies nativas, atrai animais para o local.

A redução do uso de meios de transporte que utilizam combustíveis fósseis, um dos principais setores de consumo desse tipo de combustível, também é essencial para contribuirmos com uma sociedade mais sustentável. Para isso, podemos ter algumas atitudes, como as citadas a seguir.

Utilize o transporte público sempre que possível.	Se puder percorra pequenas distâncias a pé ou de bicicleta.	Organize as atividades diárias e semanais para evitar o uso excessivo de veículos.

6. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a reconhecer seus hábitos e os de seus familiares. Eles podem citar atitudes sustentáveis, como a reutilização e a separação para a coleta seletiva, ou medidas inadequadas, como o descarte desses materiais no lixo comum.

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

Até o momento, estudamos como cada cidadão pode colaborar diariamente para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável. E os governos, governantes e outras entidades, de que maneira podem ajudar nessa mudança?

Incentive os estudantes a responder à questão sugerida no texto.

Uma das principais ferramentas dos governos para alcançar a sustentabilidade são as leis e os decretos. Esses mecanismos jurídicos estabelecem, por exemplo, limites de exploração e regras quanto ao lançamento de resíduos no ambiente, bem como preveem punições àqueles que descumprirem essas leis. Veja alguns exemplos.

O Decreto n.º 4.339, de 22 de agosto de 2002, inclui princípios para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Nesse documento estão as diretrizes necessárias para conhecer e conservar a biodiversidade, utilizar os recursos de maneira sustentável, monitorar e prevenir os impactos sobre a biodiversidade, entre outros princípios.

A Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, promove a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe os princípios para o gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como as punições aplicáveis aos que a descumprirem.

A Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, que busca assegurar a disponibilidade de água no Brasil para as próximas gerações e prevenir problemas decorrentes do mau uso desse recurso natural.

A Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as penalidades para aqueles que descumprirem as leis ambientais.

O conjunto de leis e decretos contribui para o desenvolvimento de políticas públicas envolvendo a proteção das espécies, a manutenção da biodiversidade e a conservação dos recursos naturais. Elas são a base das diretrizes que estabelecem medidas a respeito das questões ambientais. Além disso, promovem o incentivo às pesquisas científicas, ajudando a traçar os possíveis caminhos para alcançar os objetivos propostos.

Para que as medidas de sustentabilidade sejam viáveis, é necessário repensar o planejamento urbano, pois cidades cujo crescimento ocorre de modo descontrolado e sem planejamento têm mais chances de problemas, como construção de moradias em áreas de risco e ambientalmente relevantes.

As cidades planejadas, por sua vez, têm inúmeras vantagens, entre elas crescimento populacional mais controlado, melhor mobilidade urbana, melhores condições de vida para a população e menos danos ambientais, tendo em vista que é possível incluir no planejamento o incentivo ao transporte coletivo de qualidade e a veículos que emitem menos poluentes.

NASA ARQUIVE/ALAMY/FOTOARENA

Imagem de satélite de Brasília, em 22 de abril de 2010. O Brasil tem alguns municípios planejados, entre eles Brasília. A capital do país foi inaugurada em 1960, durante o governo de Juscelino Kubitschek, e seu planejamento contou com a participação de diferentes arquitetos, como o carioca Oscar Niemeyer (1907-2012) e o francês Lúcio Costa (1902-1998), também urbanista.

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Diante da necessidade de tornar as sociedades sustentáveis, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou em 2015, com vários países, os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030.

Junte-se a dois colegas, pesquisem a respeito desses 17 objetivos e respondam às questões a seguir.

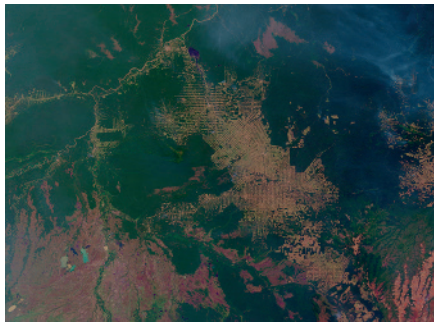
a) Vocês consideram que o Brasil já alcançou algum(ns) dos objetivos? Explique.

b) O que é preciso fazer para o Brasil alcançar todos esses objetivos?

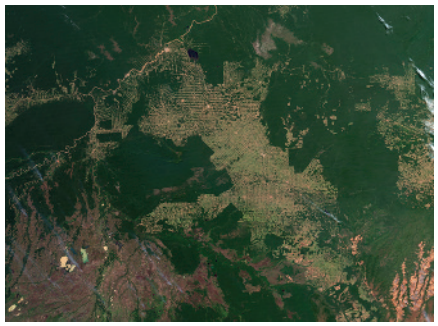
c) Vocês consideram que os governantes brasileiros (nas esferas federal, estadual e municipal) têm proposto e cumprido políticas públicas de proteção à biodiversidade e à sustentabilidade?

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

MODERNA



EARTH OBSERVATORY/NASA



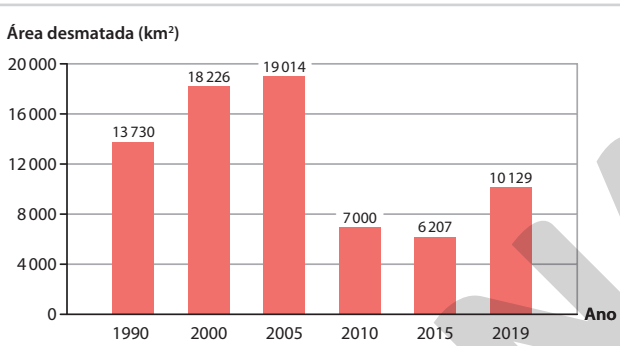
NASA

Imagens de satélite mostrando área de desmatamento em Rondônia nos dias 11 de agosto de 2001 (**A**) e 18 de julho de 2012 (**B**).

Tecnologia e sustentabilidade

Ao longo do tempo, a tecnologia tem sido uma aliada do ser humano, facilitando a realização de inúmeras tarefas diárias. Além disso, ela pode auxiliar no desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável. Como? Observe as imagens ao lado e o gráfico e responda às questões.

DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA LEGAL (1990-2019)



HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: Terra Brasilis. *Prodes (Desmatamento)*. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates>. Acesso em: 21 ago. 2020.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

7. O que você pode concluir a respeito do desmatamento da Amazônia?
8. O gráfico foi produzido com base em dados diversos, como os obtidos por imagens de satélite, semelhantes às apresentadas acima. Como esse tipo de tecnologia pode auxiliar na busca por uma sociedade mais sustentável?
9. Em sua opinião, esse tipo de levantamento de dados seria possível, com a mesma rapidez e precisão, sem a ajuda da tecnologia? Explique.

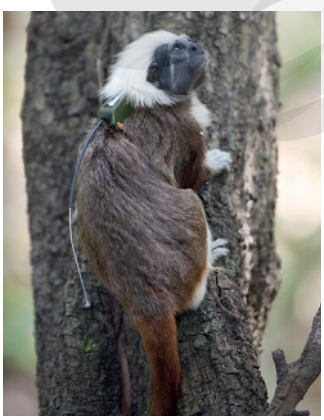
Os instrumentos espaciais, como os satélites, permitem visualizar todas as áreas da superfície terrestre e as modificações que nelas ocorrem, monitorando-as. O monitoramento das áreas naturais é essencial para sua conservação. Ao identificar aumento ou redução da taxa de desmatamento, é possível alertar os órgãos competentes a respeito da necessidade de medidas que visem reduzir esse tipo de degradação, no caso do aumento, ou apontar que as medidas de contenção estão surtindo efeitos positivos na diminuição desse tipo de dano, quando identificada uma redução.

Além disso, a análise de imagens de satélite possibilita identificar as áreas específicas onde a degradação está ocorrendo, direcionando assim devidos esforços e políticas para esses locais.

O monitoramento, auxiliado por satélites, também pode ser realizado com animais. Nesse caso, diversos projetos de pesquisa e conservação da fauna utilizam o monitoramento remoto das espécies, possibilitando aos pesquisadores acompanhar um indivíduo ou um grupo deles, mapeando seu deslocamento e seus hábitos e avaliando o comportamento desse(s) animal(is).

O uso dessa tecnologia permite conhecer melhor uma espécie e, assim, desenvolver medidas de conservação de suas populações, sendo especialmente importante no caso de espécies migratórias, que se deslocam por grandes distâncias, ou daquelas que se encontram ameaçadas de extinção. Além disso, o uso dessa tecnologia dá a oportunidade de localizar e estudar diferentes animais simultaneamente e sem a interferência do observador, o que possibilita o acesso a informações mais próximas do comportamento natural de determinada espécie.

Os rastreadores por telemetria utilizados para estudar a fauna são de diferentes tipos, podendo ser operados via rádio, satélite ou GPS (*Global Positioning System*, traduzido como Sistema de Posicionamento Global), sendo este último o mais moderno. Cada um desses tipos tem suas vantagens e limitações, e é escolhido de acordo com o animal a ser estudado e o objetivo da pesquisa.



LISA HOFFNER/NPL/MINDEN PICTURES/FOTOARENA

Sagui-cabeça-de-algodão (*Saguinus oedipus*) usando colar* com rastreador via rádio. Esse equipamento tem uma antena que emite sinais de alta frequência. Ao captar esses sinais, por meio de antenas receptoras, os pesquisadores conseguem localizar o animal.

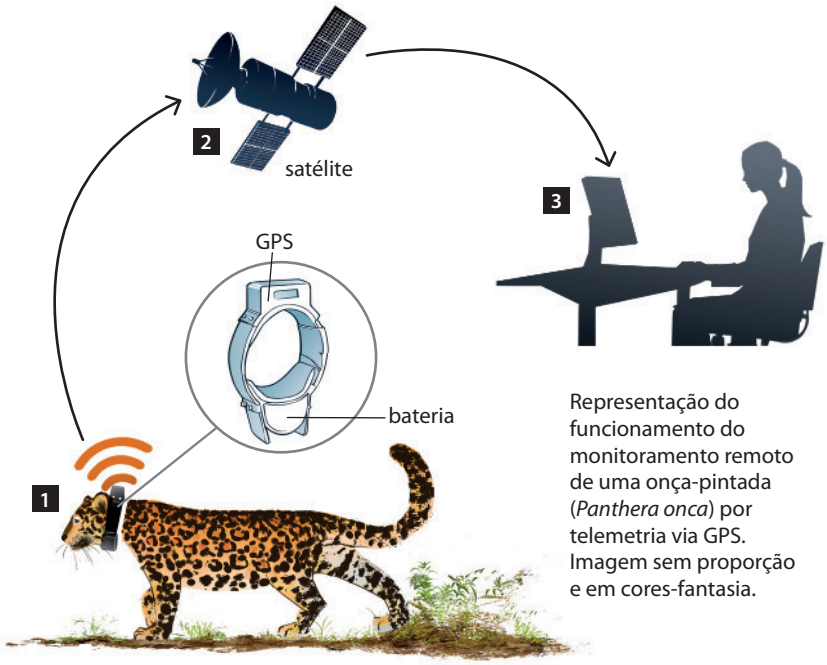
Sagui-cabeça-de-algodão (*Saguinus oedipus*): pode atingir aproximadamente 25 cm de comprimento.

*Comente com os estudantes que os equipamentos podem ser fixados nos animais de diferentes maneiras, como por meio de colares, implantes e adesivos, a depender das características do animal.

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

MODERNA

Veja a seguir um exemplo de funcionamento do monitoramento de animal com uso da telemetria via GPS.



ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

Representação do funcionamento do monitoramento remoto de uma onça-pintada (*Panthera onca*) por telemetria via GPS. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1 O equipamento fixado na onça-pintada contém um GPS. Este possui receptores que captam sinais enviados de satélites de posicionamento remoto em intervalos de tempo específicos. Tais dados são armazenados e transmitidos, como um pacote de dados, a outro satélite em intervalos de tempo predeterminados. A existência de barreiras físicas, como vegetação densa e montanhas, pode prejudicar a comunicação com os satélites e, consequentemente, o monitoramento da espécie.

2 As informações recebidas pelo satélite do colar fixado no animal são transformadas em coordenadas geográficas, as quais são transmitidas, a cada intervalo de tempo pré-programado, para o laboratório de pesquisa ou pesquisador.

3 Os dados enviados pelo satélite são recebidos via *e-mail* e analisados pelo cientista.

Fonte: GREENBOND. Monitoramento: saiba a diferença entre os colares VHF e GPS. *Onçafari*, 8 jan. 2020. Disponível em: <https://oncafari.org/2020/01/08/monitoramento-saiba-a-diferenca-entre-os-colares-vhf-e-gps/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Alguns sensores podem ser anexados aos sistemas de monitoramento, possibilitando a obtenção de informações fisiológicas do animal monitorado, como batimentos cardíacos, atividade e temperatura corporal.

A tecnologia também pode auxiliar no desenvolvimento da sustentabilidade por meio de instrumentos que reduzem a emissão de poluentes na atmosfera terrestre, como os filtros em chaminés de indústrias e os catalisadores em escapamentos de veículos.

Há também tecnologias que ajudam a reduzir os níveis de poluição atmosférica permitindo que os meios de transporte não emitam gases poluentes. Esse é o caso das bicicletas elétricas, que são movidas a bateria, e dos veículos elétricos movidos a gás hidrogênio (H_2).

Imagens sem proporção.

PHILLIPUS/ALAMY/FOTOARENA

Catalisador de caminhão em corte. Os catalisadores apresentam estrutura de colmeia, cujos canais são revestidos por metais. Nele ocorrem reações químicas que transformam gases com alto poder de poluição, como monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio, resultantes da queima incompleta do combustível fóssil, em materiais menos poluentes, como dióxido de carbono e água.*

JAMES HODGSON/ALAMY/FOTOARENA

Estação para aluguel de bicicletas elétricas em Paris, França (2020). As baterias de algumas dessas bicicletas são recarregáveis, tornando ainda mais sustentável seu uso.

*No Brasil, cabe ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) controlar a poluição do ar emitida por veículos, sendo o proprietário responsável pela manutenção desse equipamento, que se encontra no interior do escapamento.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** a **3** no **Suplemento para o professor**.

1. O desmatamento é uma das atividades humanas que mais contribuem para a redução dos biomas no Brasil. Observe a tabela abaixo e responda às questões.

Desmatamento na Mata Atlântica (2005-2018)	
Desmatamento observado	**Total desmatado (hectares)**
2017-2018	11 399
2016-2017	12 562
2015-2016	29 075
2014-2015	18 433
2013-2014	18 267
2012-2013	23 948
2011-2012	21 977
2010-2011	14 090
2008-2010	30 366
2005-2008	102 938
2000-2005	174 828
1995-2000	445 962
1990-1995	500 317

Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica*: relatório técnico: período 2017-2018. São Paulo, 2019. p. 35. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

a) O que podemos afirmar a respeito do desmatamento na Mata Atlântica ao longo dos anos?

b) Estima-se que, originalmente, a Mata Atlântica abrangia 131 500 000 hectares do território brasileiro. Atualmente, estima-se que restam aproximadamente 20 milhões de hectares. Qual é a porcentagem restante do bioma e que impactos isso causa à biodiversidade?

c) De que maneira é possível restabelecer parte desse bioma?

d) Na Mata Atlântica vivem mais de 100 milhões de pessoas. Que tipos de medidas são necessários, por parte da sociedade e dos governos, para reduzir os danos a esse bioma causados pela ação humana?

2. Em alguns locais do Brasil são observadas cisternas, como a mostrada na imagem abaixo.

LUIS SALVATORE/PULSAR IMAGENS

Cisterna para captação de água da chuva e irrigação de horta na Escola Municipal José Queiroz Ferreira, no município de Pindoretama, Ceará (2017).

a) Quais são as possíveis vantagens ambientais e sociais do uso de cisternas?

b) Na imagem é possível identificar outra medida que ajuda a reduzir os danos ambientais. Que medida é essa?

c) Na residência onde você vive há aproveitamento de água da chuva? Converse com os colegas.

3. **(UEM-PR)** Em agosto de 2017, o então presidente da República Federativa do Brasil assinou um decreto que liberou para a mineração a Reserva Nacional do Cobre e Associados (Renca). A reserva se localiza na Região Amazônica, entre o Pará e o Amapá, tem o tamanho do estado do Espírito Santo e contém nove áreas de preservação – parques, florestas, reservas biológicas e terras indígenas.

No final do mesmo mês, a Justiça Federal suspendeu o decreto. Sobre o assunto, escreva no caderno a soma do que for **correto**.

01) Os ambientalistas criticaram a assinatura do decreto, pois ele fere diretamente o Protocolo de Kyoto.

02) A exploração de minérios sem a utilização de substâncias químicas em sua extração é recomendada, pois não contamina os aquíferos e não interfere na biodiversidade.

04) Mesmo com o desmatamento da Amazônia, haverá a sucessão secundária no local, levando ao restabelecimento da mesma comunidade clímax anterior, por ser o solo muito rico em nutrientes minerais.

08) A extração de recursos minerais na Amazônia tem consequências econômicas, demográficas, políticas e ambientais.

16) A liberação da área em questão para mineração pode contribuir para a devastação da Floresta Amazônica, com consequências negativas, tais como: perda da biodiversidade, expulsão de indígenas, aumento da quantidade de gás carbônico na atmosfera e desertificação.

Soma: 08 + 16 = 24

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

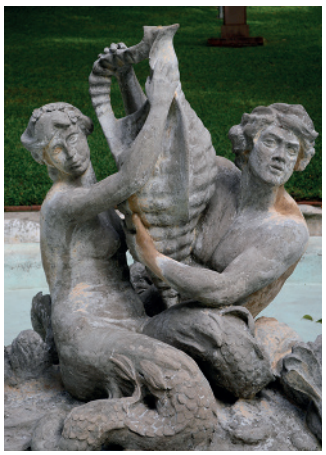
MODERNA

CAPÍTULO 4

Ácidos, bases e sais

Chuva ácida: causa, consequências e possíveis soluções

Observe as fotografias a seguir e responda às questões **1** e **2**.



DANIEL CYMBALISTA/PULSAR IMAGENS

Chafariz com as figuras de Anfitrite e Tritão desgastadas por intempérie e chuva ácida no município de São Paulo (2015).

NELSON ANTOINE/FOLHAPRESS

Camada de poluição no céu da região central do município de São Paulo (2017).

Intempérie: condições climáticas extremas, como vento forte, temporal, seca etc.

1. Como essas duas fotografias podem estar relacionadas?
2. Quais são as atitudes do ser humano que colaboram para causar os problemas mostrados nas fotografias?

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes relacionem as condições climáticas extremas irregulares e a chuva ácida com a poluição atmosférica.
2. Resposta pessoal. Os estudantes podem associar a poluição e a chuva ácida com a emissão de gases tóxicos na atmosfera por meio da combustão de combustíveis fósseis, pelo consumo de produtos industrializados etc.

O dióxido de carbono (CO_2) presente na atmosfera dissolve-se na água (H_2O) precipitada e, por se tratar de um óxido ácido, faz com que a chuva, a neblina ou a neve fique ácida. Mesmo em ambientes não poluídos, a água da chuva é ácida, com pH por volta de 5,6. Entretanto, a queima de combustíveis fósseis por parte de veículos, indústrias e usinas termelétricas aumenta a quantidade de dióxido de carbono e outros óxidos na atmosfera, levando ao aumento da acidez da chuva.

A gasolina e o óleo *diesel*, por exemplo, contêm enxofre (S) que, a partir de sua combustão, transforma-se em dióxido de enxofre (SO_2). Na atmosfera, ele pode reagir tanto com a água, formando o ácido sulfuroso (H_2SO_3), como com o gás oxigênio (O_2), originando o trióxido de enxofre (SO_3):

$$SO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_3(aq)$$
$$2\,SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,SO_3(g)$$

O SO_3, por sua vez, pode reagir com água, formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4).

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

MODERNA

Outras substâncias que também reagem na atmosfera, dando origem à chuva ácida, são os óxidos de nitrogênio. Leia o trecho a seguir.

> **Emissões de nitrogênio trazem de volta a chuva ácida**
>
> [...]
>
> Além de dissolver cimento e calcário e reduzir o pH de lagos e riachos, a chuva ácida lava importantes nutrientes do solo, prejudicando plantas e liberando minerais tóxicos que podem alcançar hábitats aquáticos. [...]
>
> De maneira geral, usinas elétricas a carvão e veículos motorizados expelem a maior parte dos óxidos de nitrogênio do país, a matéria-prima para a chuva de ácido nítrico. [...]
>
> Emissões de nitrogênio trazem de volta a chuva ácida. *Scientific American Brasil*. Disponível em: <https://sciam.com.br/emissoes-de-nitrogenio-trazem-de-volta-a-chuva-acida/>. Acesso em: 3 set. 2020.

Um óxido de nitrogênio pode ser formado durante a descarga elétrica em uma tempestade. A energia elétrica provoca a reação entre os gases nitrogênio (N_2) e oxigênio, formando o monóxido de nitrogênio (NO).

O monóxido de nitrogênio, junto com o dióxido de nitrogênio (NO_2) liberado na queima de combustíveis fósseis, reage na atmosfera dando origem a outros ácidos, como o ácido nitroso (HNO_2) e o ácido nítrico (HNO_3), como mostra as reações a seguir.

$$2\,NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$$

$$2\,NO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow HNO_2(aq) + HNO_3(aq)$$

$$2\,HNO_2(aq) + O_2(g) \longrightarrow 2\,HNO_3(aq)$$

Portanto, observa-se maior acidez da chuva nas regiões onde há um número muito grande de indústrias e automóveis. Nesses locais, em geral, a água da chuva tem pH por volta de 4,5. No entanto, já houve registro de pH próximo de 2, que pode ser comparado com a acidez do suco de limão, por exemplo.

Além de danificar estátuas e construções, como mostrado na página anterior, a chuva ácida pode provocar o aumento da acidez do solo e dos corpos d'água, prejudicando os ecossistemas aquáticos e terrestres. O aumento da acidez do solo pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Já o aumento da acidez dos corpos d'água pode aumentar a mortandade de peixes e outros seres vivos aquáticos.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Evitar a formação da chuva ácida envolve aspectos técnicos, econômicos, políticos e sociais. Uma medida que pode ser tomada é a purificação de combustíveis como o óleo *diesel* e o carvão mineral, de modo a minimizar a quantidade de enxofre em sua composição.

- Reúna-se com seus colegas e listem formas de combater a chuva ácida, incluindo ações individuais que possam ser adotadas em seu dia a dia. Elaborem um folheto digital e divulguem essas informações para a comunidade por meio das redes sociais.

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

Algumas definições de ácidos e bases

Definições de Arrhenius

A Química, desde a sua origem, busca teorias e modelos que expliquem os comportamentos das substâncias. Uma das teorias mais difundidas para classificar ácidos e bases é a de Arrhenius, proposta pelo químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927). Essa teoria define que:

- **ácido** é a substância que, em água, apresenta capacidade de produzir o cátion hidrogênio (H^+) e formar o cátion oxônio (H_3O^+). Os ácidos são substâncias covalentes que, em água, sofrem **ionização**, isto é:

$$HNO_3(aq) \longrightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$$
$$HNO_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

- **base** é a substância que, em água, apresenta capacidade de liberar ânion hidroxila (OH^-). As bases são substâncias iônicas que, em água, sofrem **dissociação iônica**, isto é:

$$KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$$

A teoria de Arrhenius apresenta limitações, pois é restrita à classificação de soluções aquosas. A teoria ácido-base mais aceita atualmente é a proposta por Brønsted-Lowry, que envolve a liberação ou o recebimento de íons H^+ por parte da substância.

Definições de Brønsted-Lowry

Para suprir a limitação da definição proposta por Arrhenius, o químico dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) e o químico inglês Thomas Martin Lowry (1874-1936) propuseram, de modo independente, uma definição mais geral de ácidos e bases. De acordo com a teoria ácido-base de Brønsted-Lowry:

- ácido é toda espécie química capaz de **ceder prótons** H^+ em uma reação. Por exemplo, o íon HCO_3^- é um ácido de Brønsted-Lowry, em que:

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(aq) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

- base é toda espécie química capaz de **receber prótons** H^+ em uma reação, como na reação abaixo, em que o NH_3 se comporta como uma base:

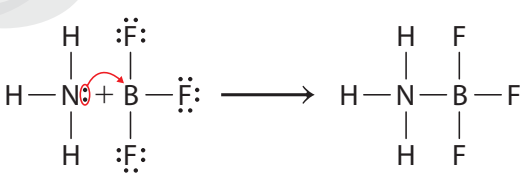
$$NH_3(aq) + HCl(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Definições de Lewis

O químico estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs uma teoria para ácidos e bases ainda mais abrangente do que aquelas propostas por Arrhenius e Brønsted-Lowry. De acordo com a teoria de Lewis:

- base é toda espécie química capaz de **ceder pares eletrônicos**;
- ácido é toda espécie química capaz de **receber pares eletrônicos**.

Veja os exemplos a seguir.



Na reação, a amônia (NH_3) cede um par de elétrons para o trifluoreto de boro (BF_3). Como produto, temos o trifluorborato de amônia (BF_3H_3N), formado pelo compartilhamento de elétrons. Portanto, o NH_3 é a base de Lewis, enquanto o BF_3 é o ácido de Lewis.

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

MODERNA

Ácidos de Arrhenius

De acordo com Arrhenius, os ácidos são compostos moleculares que, ao reagirem com a água, sofrem ionização formando novas espécies químicas. Nesse processo, há o rompimento de ligações covalentes e formam-se íons: cátions H^+ e ânions.

Nessas reações, dizemos que houve a **ionização total**, quando todos os átomos de hidrogênio presentes na molécula se separaram do ânion, formando cátions H^+. Essa ionização pode ser dividida em etapas (**ionização parcial**), em que um átomo de hidrogênio é ionizado a cada vez. Observe a reação de ionização do ácido sulfúrico.

$$H_2SO_4(l) \xrightleftharpoons{H_2O} H^+(aq) + HSO_4^-(aq) \qquad \text{primeira ionização parcial}$$

$$HSO_4^-(aq) \xrightleftharpoons{H_2O} H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \qquad \text{segunda ionização parcial}$$

Classificação e nomenclatura dos ácidos de Arrhenius

Os ácidos podem ou não apresentar oxigênio em sua constituição. Dessa forma, eles podem ser classificados em **hidrácidos** (não têm oxigênio na sua fórmula química), como o ácido clorídrico (HCl), e **oxiácidos** (têm oxigênio na sua fórmula química), como o ácido fosfórico (H_3PO_4).

Para os hidrácidos, sua nomenclatura é dada de acordo com a seguinte regra:

- **ácido + nome do elemento químico + ídrico**

  Exemplos: ácido bromídrico (HBr) e ácido fluorídrico (HF).

Para os oxiácidos, a regra de nomenclatura é dada de acordo com o número de oxiácidos que o elemento químico central forma.

Para elementos químicos que formam apenas **um oxiácido**, tem-se:

- **ácido + nome do elemento químico + ico**

  Exemplos: ácido carbônico (H_2CO_3) e ácido bórico (H_3BO_3).

Para elementos químicos que formam **dois oxiácidos**, tem-se:

- **ácido + nome do elemento químico + ico**

  Ácidos padrões, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3).
- **ácido + nome do elemento químico + oso**

  Ácidos que apresentam na fórmula química um oxigênio a menos que o ácido padrão, como o ácido sulfuroso (H_2SO_3) e o ácido nitroso (HNO_2).

Para elementos químicos que formam **quatro oxiácidos**, tem-se:

- **ácido + per + nome do elemento químico + ico**

  Ácidos que apresentam na fórmula química um oxigênio a mais que o ácido padrão, como o ácido perclórico $(HClO_4)$.
- **ácido + nome do elemento químico + ico**

  Ácidos padrões, como o ácido clórico $(HClO_3)$.
- **ácido + nome do elemento químico + oso**

  Ácidos que apresentam na fórmula química um oxigênio a menos que o ácido padrão, como o ácido cloroso $(HClO_2)$.
- **ácido + hipo + nome do elemento químico + oso**

  Ácidos que apresentam na fórmula química dois oxigênios a menos que o ácido padrão, como o ácido hipocloroso $(HClO)$.

MODERNA

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

Alguns ácidos e suas aplicações

3. Os ácidos são materiais nocivos à saúde?

4. Quais alimentos são conhecidos por serem ácidos?

3. O objetivo dessa questão é fazer o estudante perceber que os materiais ácidos podem ser nocivos à saúde. Entretanto, a sua ingestão por meio dos alimentos pode trazer benefícios, como colaborar na digestão dos alimentos.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem alimentos cujo sabor é azedo, como o abacaxi, a laranja, o limão, a uva, o iogurte etc.

Quando mencionamos a palavra ácido, geralmente as pessoas a associam a um material perigoso e o seu potencial de causar danos. Existem ácidos que realmente podem causar queimaduras na pele e danos severos a muitos materiais. No entanto, existem alguns ácidos presentes em alimentos que podem ser consumidos sem exagero e não causam qualquer problema ao ser humano.

Veremos a seguir alguns ácidos e sua aplicabilidade no cotidiano.

JR IMAGES/SHUTTERSTOCK

As baterias de automóveis são compostas de barras de chumbo (Pb) e dióxido de chumbo (PbO_2) mergulhadas em uma solução de ácido sulfúrico.

A Ácido sulfúrico (H_2SO_4): um ácido forte e corrosivo, com ação desidratante, ou seja, ele é capaz de retirar água dos materiais. Esse ácido está envolvido em vários processos industriais, como na fabricação de fertilizantes, no refino do petróleo, na produção de outros ácidos, como o ácido nítrico e o ácido fosfórico, na limpeza de metais e em baterias automotivas.

B Ácido nítrico (HNO_3): usado para produzir fertilizantes, como o nitrato de amônio (NH_4NO_3). Também participa de reações que formam o nitrato de potássio (KNO_3), também chamado de salitre, que é um dos componentes da pólvora. É usado ainda como matéria-prima na fabricação de explosivos como o trinitrotolueno-TNT ($C_7H_5N_3O_6$) e a nitroglicerina ($C_3H_5N_3O_9$).

C Ácido clorídrico (HCl): puro, ele é denominado cloreto de hidrogênio. Trata-se de um gás incolor, não inflamável, muito tóxico e corrosivo. Ao ser dissolvido em água, ele forma a solução de ácido clorídrico, a qual é incolor, tóxica e corrosiva. Esse ácido é usado nas indústrias de alimentos, corantes, tintas e couros, entre outros. Vendido comercialmente como ácido muriático, é utilizado na limpeza pesada de pisos. Portanto, ao fazer uso doméstico, é necessário utilizar equipamentos de proteção individual (EPIs). O ácido clorídrico é um dos componentes do suco gástrico de nosso estômago. Sua ação ajuda a digerir os alimentos.

DIRCEU PORTUGAL/FOTOARENA

O ácido muriático é vendido em lojas de materiais de construção. Ele é utilizado na limpeza pesada após o término de obras e reformas.

D Ácido fosfórico (H_3PO_4): seu principal uso é na indústria alimentícia, como acidulante e conservante de refrigerantes, doces, molhos para saladas e geleias. Esse ácido também é usado na indústria farmacêutica para a obtenção de insulina e para a produção de antibióticos, na fabricação de fertilizantes, ração animal, detergentes, entre outros produtos.

E Ácido etanoico ($C_2H_4O_2$): usualmente denominado ácido acético, apesar de ser um ácido fraco (pouco ionizável), é corrosivo e produz vapores que causam irritação nos olhos, nariz e garganta. É muito utilizado na indústria de plásticos, para a produção do PET. Outras aplicações são a produção de perfumes, seda artificial, obtenção de sais metálicos para a fabricação de tintas e inseticidas e na produção do ácido acetilsalicílico (AAS). O vinagre é uma solução de ácido etanoico em água, tendo por entre 4% e 7% de ácido em massa, e sua obtenção é por meio da fermentação, em que microrganismos transformam o etanol (C_2H_6O) presente no vinho, por exemplo, em ácido etanoico.

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

MODERNA

Bases de Arrhenius

As bases são compostos que têm sabor adstringente, algo semelhante ao sabor de uma banana verde, entretanto, muitas bases são tóxicas e corrosivas. Esses compostos também são denominados hidróxidos, pois apresentam o ânion hidroxila (OH^-), ou ainda *álcalis*, palavra de origem árabe que significa cinza, pois alguns hidróxidos são encontrados nas cinzas da madeira queimada.

As bases são compostos iônicos que, ao se dissolverem em água, liberam ânions hidroxila (OH^-) e cátions metálicos por dissociação iônica, resultando, portanto, em soluções condutoras de eletricidade. Nesse processo, quando a base entra em contato com a água, não há reação química, mas a separação de íons preexistentes.

Na dissociação iônica em solução aquosa, forma-se o íon hidroxila (OH^-) e um cátion metálico. Observe os exemplos a seguir.

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$Mg(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}(aq) + 2\,OH^-(aq)$$

$$Al(OH)_3(s) \xrightarrow{H_2O} Al^{3+}(aq) + 3\,OH^-(aq)$$

As bases apresentam diferentes solubilidades em água. Elas costumam ser classificadas em solúveis, parcialmente solúveis e praticamente insolúveis. De modo geral, a solubilidade desses compostos depende da temperatura a que são submetidos.

A solubilidade das bases em água é determinada experimentalmente. Os resultados obtidos mostram que a solubilidade das bases formadas por metais alcalinos é maior e vai diminuindo até as bases formadas por outros metais, como representado no esquema abaixo.

bases de metais alcalinos e de amônio ⟶ solúveis

bases de metais alcalinoterrosos ⟶ parcialmente solúveis

bases de outros metais ⟶ praticamente insolúveis

Nomenclatura das bases de Arrhenius

A nomenclatura das bases é dada de acordo com as regras a seguir.

Para bases cujos cátions apresentam carga fixa, tem-se:

- **hidróxido de + nome do elemento químico**

  Exemplos: hidróxido de sódio ($NaOH$), hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) e hidróxido de alumínio ($Al(OH)_3$).

Para bases cujos cátions apresentam carga variável, indica-se ao final do nome entre parênteses o valor da carga do cátion em algarismo romano.

- **hidróxido de + nome do elemento químico + carga em algarismo romano**

  Exemplos: hidróxido de cobre(I) ($CuOH$), hidróxido de cobre(II) ($Cu(OH)_2$), hidróxido de ferro(II) ($Fe(OH)_2$) e hidróxido de ferro(III) ($Fe(OH)_3$).

Podem ser escritos também substituindo o valor da carga pelos sufixos **ico** ou **oso**.

- **hidróxido de + nome do elemento químico + ico**

  Elemento químico com maior carga, como o hidróxido cúprico ($Cu(OH)_2$) e o hidróxido férrico ($Fe(OH)_3$).

- **hidróxido de + nome do elemento químico + oso**

  Elemento químico com menor carga, como o hidróxido cuproso ($CuOH$) e o hidróxido ferroso ($Fe(OH)_2$).

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

MODERNA

Algumas bases e suas aplicações

Assim como os ácidos, as bases têm importantes aplicações no cotidiano. Por meio dos componentes básicos, também denominados alcalinos, são produzidos vários materiais que são utilizados com diversos objetivos, como o sabão, medicamentos, entre outros. Algumas das principais bases e suas utilizações são listadas a seguir.

A Hidróxido de sódio $(NaOH)$: recebe o nome comercial de soda cáustica. É um sólido branco, corrosivo, tóxico e solúvel em água. A sua manipulação deve ser feita utilizando EPIs, pois seu contato com a pele pode causar queimaduras severas. O hidróxido de sódio é muito utilizado na fabricação de sabão, papel, seda artificial e celofane, entre outros produtos, e na purificação de óleos vegetais e derivados do petróleo.

B Hidróxido de cálcio $(Ca(OH)_2)$: conhecido como cal hidratada, cal extinta ou cal apagada. Esses nomes provêm de seu método de preparação, que é por hidratação do óxido de cálcio (CaO), denominado cal viva ou cal virgem. Esse material é usado na construção civil para a preparação de argamassa e na pintura de paredes (caiação). Suas propriedades antibacterianas ajudam a combater o mofo. Ele também impede a infestação por insetos, sendo utilizado para proteger troncos de árvores. Por ter um custo bem mais baixo que as tintas, a caiação acaba sendo usada em guias de calçadas, postes e muros residenciais externos. O hidróxido de cálcio é usado também na agricultura, como inseticida e fungicida, no tratamento (purificação) de águas e esgotos, nas indústrias de couro e alimentos, no refino do açúcar e na odontologia.

Caiar: pintar utilizando uma solução aquosa de hidróxido de cálcio.

BUBBERS BB/SHUTTERSTOCK

Preparação de argamassa com cal.

C Hidróxido de potássio (KOH): também conhecido como potassa cáustica, trata-se de um sólido branco, relativamente translúcido, tóxico e corrosivo. É utilizado na produção de sais de potássio, como o carbonato, o cianeto, o permanganato, os fosfatos e os vários silicatos. Muitas vezes, é utilizado em substituição ao hidróxido de sódio para a produção de sabões, pois requer menos água para ser liquefeito, resultando em um produto mais concentrado em relação ao agente de limpeza.

D Hidróxido de amônio (NH_4OH): também conhecido como amoníaco, esse hidróxido não existe de forma pura, apenas em solução aquosa de amônia (NH_3), isto é:

$$NH_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4OH(aq)$$

Soluções de hidróxido de amônio são utilizadas na fabricação de produtos têxteis, produtos farmacêuticos, papel, borracha, detergentes, tintas, fertilizantes, couro e outros produtos químicos. É um composto que provoca queimaduras, dano aos olhos e irritação das vias respiratórias. Portanto, seu manuseio deve ser feito com o uso de EPIs.

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

MODERNA

Sais de Arrhenius

Um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores brasileiros é a acidez do solo. Cerca de 70% das terras agricultáveis do país são ácidas, prejudicando o desenvolvimento de algumas culturas. Para não comprometer a produção, um dos processos mais usados para neutralizar a acidez do solo é a adição de carbonato de cálcio $(CaCO_3)$ nele, um processo denominado **calagem**. A correção da acidez do solo pela aplicação do $CaCO_3$ é possível por causa do caráter básico que essa substância apresenta em meio aquoso, formando íons OH^-:

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$$

O carbonato de cálcio, também denominado calcário, pode ser classificado como sal segundo as definições de Arrhenius. Além de eliminar a acidez, o calcário fornece cálcio (Ca) e magnésio (Mg) ao solo, nutrientes essenciais para as plantas. O cálcio, por exemplo, estimula o crescimento das raízes, facilitando a absorção da água e dos nutrientes do solo e auxiliando a planta na tolerância à seca.

A formação de um sal, tal como o $CaCO_3$, ocorre, em geral, quando uma solução aquosa de uma base reage com uma solução aquosa de um ácido. A reação entre uma base e um ácido, que produz sal e água, é denominada **reação de neutralização**.

Outro exemplo, o cloreto de sódio (NaCl), principal constituinte do sal de cozinha, pode ser formado pela reação química de neutralização entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

Classificação dos sais de Arrhenius

As soluções aquosas de sais podem apresentar caráter ácido, neutro ou básico, de acordo com a força do ácido e da base que as formam. Portanto, os sais são classificados de acordo com os itens a seguir.

- **Sais neutros**: têm cátions de bases fortes e ânions de ácidos fortes ou, ainda, cátions de bases fracas e ânions de ácidos fracos. Por exemplo, o nitrato de potássio (KNO_3) em água forma solução de caráter neutro:

$$HNO_3(aq) + KOH(aq) \longrightarrow KNO_3(aq) + H_2O(l)$$

- **Sais ácidos**: têm cátions de bases fracas e ânions de ácidos fortes, como o cloreto de amônio (NH_4Cl):

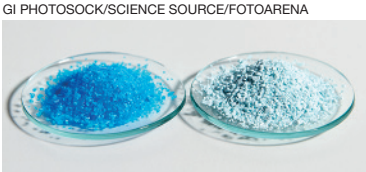
$$HCl(aq) + NH_4OH(aq) \longrightarrow NH_4Cl(aq) + H_2O(l)$$

- **Sais básicos**: têm cátions de bases fortes e ânions de ácidos fracos, como o carbonato de cálcio $(CaCO_3)$:

$$H_2CO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \longrightarrow CaCO_3(aq) + 2\,H_2O(l)$$

- **Sais mistos**: também denominados de sais duplos, são derivados de dois ácidos ou de duas bases diferentes. Por exemplo, o sulfato duplo de sódio e potássio $(KNaSO_4)$ é derivado de duas bases e um ácido. No entanto, o cloreto brometo de cálcio (CaBrCl) é derivado de uma base e de dois ácidos.
- **Sais hidratados**: cristalizam com uma ou mais moléculas de água em seu retículo cristalino. Por exemplo, o sulfato de cobre(II) penta-hidratado $(CuSO_4 \cdot 5\,H_2O)$ tem cinco moléculas de água em sua estrutura cristalina. A água presente em sais é chamada água de hidratação. O sulfato de cobre(II) penta-hidratado tem a coloração azul. No entanto, ao ser aquecido, ele perde a água de hidratação e transforma-se em sulfato de cobre(II) anidro $(CuSO_4)$, que tem cor branca, como mostra a fotografia ao lado.

GI PHOTOSOCK/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



Sulfato de cobre(II) hidratado, na cor azul, e sulfato de cobre(II) anidro, na cor branca.

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

MODERNA

Nomenclatura dos sais de Arrhenius

Como estudamos, os sais podem ser obtidos por reações de neutralização, em que o seu ânion é obtido a partir do ácido. O nome do ânion é proveniente do respectivo ácido, substituindo o seu sufixo conforme o esquema apresentado abaixo.

Sufixo do ácido	ídrico	ico	oso
Sufixo do sal	eto	ato	ito

Veja, a seguir, alguns exemplos de nomes de ânions a partir dos ácidos que os originaram.

Ácido	Ânion
HCl: ácido clorídrico	Cl^-: cloreto
HNO_3: ácido nítrico	NO_3^-: nitrato
H_2SO_3: ácido sulfuroso	SO_3^{2-}: sulfito

Como os sais são formados por cátions (da base) e ânions (do ácido), geralmente, os nomes de seus íons formadores aparecem em sua nomenclatura, em que:

- **nome do ânion + de + nome do cátion**

  Por exemplo, o cloreto de potássio (KCl) tem o ânion cloreto formado a partir do ácido clorídrico; o nitrato de alumínio $\left(Al(NO_3)_3\right)$ tem o ânion nitrato formado a partir do ácido nítrico; e o sulfito de cálcio $(CaSO_3)$ tem o ânion sulfito formado a partir do ácido sulfuroso.

Alguns sais e suas aplicações

A Cloreto de sódio $(NaCl)$: comumente usado para salgar a comida e conservar alimentos, como carnes e pescados. Está presente no soro fisiológico, com uma concentração de 0,9% em massa. É utilizado também como matéria-prima na indústria para a obtenção de gás cloro(Cl_2), na produção de hidróxido de sódio, na manufatura do papel e na produção de detergentes e sabões.

B Hipoclorito de sódio $(NaClO)$: é agente alvejante nas indústrias de papel e têxtil. Tem a função de antisséptico no tratamento da água, pois o cloro presente na sua composição inibe a multiplicação e a proliferação de microrganismos. É um dos componentes da água sanitária destinada à higienização e à desinfecção.

C Carbonato de cálcio $(CaCO_3)$: utilizado na correção da acidez do solo e como fertilizante mineral. Também é usado como matéria-prima na indústria de materiais de construção (fabricação de cimento e cal); na indústria do aço; como agente abrasivo e polidor em cremes dentais; e como pigmento na fabricação de tintas, carpetes e vidros.

D Hidrogenocarbonato de sódio $(NaHCO_3)$: utilizado como antiácido estomacal por suas características básicas. Também é um dos componentes do fermento químico culinário, utilizado como componente dos talcos desodorantes e em extintores de pó químico seco e de espuma química.

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

Calcário sendo aplicado no solo antes do plantio no município de Campos Gerais, Minas Gerais (2018).

E Sulfato de cálcio $(CaSO_4)$: utilizado na produção de fertilizantes agrícolas, cimento, giz escolar, vidros e esmaltes. A sua forma hidratada $(CaSO_4 \cdot 2\,H_2O)$ é utilizada na produção do gesso, utilizado na construção civil e como imobilizador na ortopedia.

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

MODERNA

INVESTIGUE

Indicadores ácido-base naturais

KROLYA 25/SHUTTERSTOCK

Quanto mais básico o solo, mais clara será a inflorescência das hortênsias.

Contextualização

A característica de um solo varia de acordo com a sua composição química influenciando diretamente em suas propriedades ácido-básicas.

A acidez ou basicidade de um solo interfere diretamente nas características das plantas. Um exemplo no qual podemos observar essa influência é a coloração das hortênsias (*Hydrangea macrophylla*), em que a tonalidade de suas inflorescências está relacionada com a acidez ou a basicidade do solo.

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

a) Qual é a importância de conhecer a acidez ou a basicidade do solo?

b) Como é possível classificar a acidez ou a basicidade de diferentes materiais?

c) Considerando que as hortênsias apresentam coloração azulada em solos ácidos e coloração rosada em solos básicos, qual cor é mais frequentemente encontrada em solos brasileiros?

Orientações

Junte-se a três colegas e pesquisem plantas, flores ou frutos dos quais é possível extrair componentes que podem ser utilizados no preparo de solução indicadora ácido-base, para, em seguida, usá-la para testar a acidez e a basicidade de alguns materiais do cotidiano.

Elaborem um roteiro da investigação, contemplando as questões a seguir.

- Qual será a espécie da planta pesquisada e qual será a parte da planta utilizada?
- Como serão feitos a extração e o preparo da solução indicadora?
- Quais serão os materiais utilizados no teste de acidez e basicidade?
- Como será possível prever a acidez ou a basicidade dos materiais testados?
- Será utilizado algum indicador ou equipamento para efeito de controle e verificação da eficácia da solução preparada como indicador ácido-base? Qual?
- Quais serão as cores adquiridas pela solução indicadora em meio ácido e básico?
- O que deverá ser feito com os materiais após atividade?

Realizem a atividade de investigação procurando soluções para os possíveis problemas e dificuldades que surgirem. Durante a execução da atividade, registrem cada etapa da atividade no caderno. Pesquisem em livros, artigos científicos e *sites* confiáveis as informações necessárias para a montagem e execução do experimento.

Análise e divulgação dos dados

Utilizando a solução indicadora preparada e os materiais do cotidiano, elaborem uma escala de acidez, partindo do material mais ácido para o mais alcalino. Montem um quadro que contemple as seguintes informações: material testado e coloração adquirida pelo indicador. Complete as informações do quadro com fotografias da escala de acidez criada, divulguem para o restante da turma os resultados obtidos e o material utilizado no preparo da solução indicadora.

Ao final, apresente a resposta das seguintes questões.

1. Classifique os materiais testados em ácidos, básicos ou neutros.
2. Quais são as substâncias presentes na solução indicadora responsáveis pelas mudanças de cores observadas no experimento?
3. Cite outras plantas, flores ou frutos que poderiam ser utilizados no preparo de soluções indicadoras ácido-base.

MODERNA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. **(Enem)** Grandes quantidades de enxofre são lançadas na atmosfera diariamente, na forma de dióxido de enxofre (SO_2), como decorrência de atividades industriais e de queima de combustíveis fósseis.

Em razão da alta concentração desses compostos na atmosfera, regiões com conglomerados urbanos e polos industriais apresentam ocorrência sazonal de

a) precipitação ácida.

b) alteração do ciclo hidrológico.

c) alteração do ciclo do carbono.

d) intensificação do efeito estufa.

e) precipitação de íons metálicos tóxicos na superfície.

Alternativa **a**.

2. **(Enem)** Muitas indústrias e fábricas lançam para o ar, através de suas chaminés, poluentes prejudiciais às plantas e aos animais. Um desses poluentes reage quando em contato com o gás oxigênio e a água da atmosfera, conforme as equações químicas:

Equação 1:

$2\,SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\,SO_3$

Equação 2:

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

De acordo com as equações, a alteração ambiental decorrente da presença desses poluentes intensifica o(a):

a) formação de chuva ácida.

b) surgimento de ilha de calor.

c) redução da camada de ozônio.

d) ocorrência de inversão térmica.

e) emissão de gases de efeito estufa.

Alternativa **a**.

3. **(UEPG-PR)** Dentre as afirmativas apresentadas abaixo, identifique e escreva no caderno aquelas que trazem as nomenclaturas corretas para os ácidos oxigenados apresentados.

01) H_2SO_4 é o ácido sulfúrico.

02) $HClO_3$ é o ácido hipocloroso.

04) $HClO$ é o ácido cloroso.

08) H_3PO_4 é o ácido fosfórico.

16) HNO_2 é o ácido nítrico.

Soma: 01 + 08 = 09

4. **(Udesc-SC)** Quando os gases NO_2 e SO_3 entram em contato com a umidade do ar ocasionam um efeito de poluição conhecido como "chuva ácida".

A concentração de $H_3O^+(aq)$ na água da chuva é maior na região:

a) onde se usa muito carvão fóssil como combustível.

b) de floresta.

c) do Oceano Atlântico no Hemisfério Sul.

d) onde só se usa etanol como combustível.

e) do Deserto do Saara.

Alternativa **a**.

5. Em seu caderno, associe as fórmulas dos ácidos aos seus respectivos nomes:

1) H_3PO_4	**A)** perclórico
2) $HClO_4$	**B)** nitroso
3) H_2SO_3	**C)** fosfórico
4) HNO_2	**D)** sulfuroso

A sequência das combinações corretas é:

a) 1 A – 2 B – 3 C – 4 D.

b) 1 A – 2 C – 3 D – 4 B.

c) 1 C – 2 A – 3 B – 4 D.

d) 1 B – 2 A – 3 D – 4 C.

e) 1 C – 2 A – 3 D – 4 B.

Alternativa **e**.

6. Escreva no caderno as equações de ionização total dos ácidos a seguir.

a) Ácido bromídrico.

b) Ácido nítrico.

c) Ácido sulfúrico.

a) $HBr(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + Br^-(aq)$

b) $HNO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

c) $H_2SO_4(aq) \rightleftharpoons 2\,H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

7. Segundo Arrhenius, defina ácido, base e sal.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

8. Analise as propriedades descritas a seguir e, em seu caderno, escreva o nome dos ácidos a que correspondem.

I) Usado na limpeza de pisos, está presente também no suco gástrico.

II) Ácido forte e corrosivo, é produzido na indústria a partir do enxofre sólido, oxigênio do ar e água.

III) Usado como acidulante em refrigerantes, balas e goma de mascar e na fabricação de fertilizantes.

IV) Ácido produzido a partir da amônia, é utilizado como matéria-prima na produção de explosivos.

I) Ácido clorídrico. II) Ácido sulfúrico. III) Ácido fosfórico. IV) Ácido nítrico.

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

MODERNA

9. O vinagre tem sabor azedo devido à presença de um ácido na sua composição. Qual alternativa apresenta o nome desse ácido?

a) Ácido hipocloroso.
b) Ácido cianídrico.
c) Ácido sulfídrico.
d) Ácido etanoico.
e) Ácido fosforoso.

Alternativa **d**.

10. No caderno, equacione a dissociação iônica das bases a seguir.

a) $LiOH$
b) $Ca(OH)_2$
c) $Al(OH)_3$
d) $Cu(OH)_2$
e) NH_4OH
f) $Mg(OH)_2$

a) $LiOH(s) \xrightleftharpoons{H_2O} Li^+(aq) + OH^-(aq)$
b) $Ca(OH)_2(s) \xrightleftharpoons{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2\,OH^-(aq)$
c) $Al(OH)_3(s) \xrightleftharpoons{H_2O} Al^{3+}(aq) + 3\,OH^-(aq)$
d) $Cu(OH)_2(s) \xrightleftharpoons{H_2O} Cu^{2+}(aq) + 2\,OH^-(aq)$
e) $NH_4OH(l) \xrightleftharpoons{H_2O} NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$
f) $Mg(OH)_2(l) \xrightleftharpoons{H_2O} Mg^{2+}(aq) + 2\,OH^-(aq)$

11. No caderno, associe as fórmulas químicas das bases ao seu nome oficial e, em seguida, anote a alternativa com a correspondência correta:

1) $CuOH$
2) $Cu(OH)_2$
3) KOH
4) $Ca(OH)_2$

A) Hidróxido de potássio
B) Hidróxido de cobre(II)
C) Hidróxido de cobre(I)
D) Hidróxido de cálcio

a) 1 A – 2 B – 3 C – 4 D.
b) 1 C – 2 B – 3 A – 4 D.
c) 1 D – 2 C – 3 A – 4 B.
d) 1 D – 2 C – 3 B – 4 A.
e) 1 B – 2 A – 3 C – 4 D.

Alternativa **b**.

12. Escreva em seu caderno a fórmula das bases de acordo com as suas características:

a) É denominada cal extinta.
b) É denominada soda cáustica.
c) Trata-se de uma solução aquosa de amônia (NH_3).
d) É utilizada na fabricação de sabões macios.

a) $Ca(OH)_2$
b) $NaOH$
c) NH_4OH
d) KOH

13. **(Cefet-MG)** Em um frasco contendo água, foi colocada, cuidadosamente, uma pequena porção de sódio (Na) metálico. Durante a reação, observou-se a liberação de um gás inflamável e a formação de uma substância que coloriu uma solução de fenolftaleína.

Sobre o experimento, é incorreto afirmar que:

a) o gás liberado foi o O_2.
b) a substância produzida é iônica.
c) a solução final pode ser neutralizada com um ácido.
d) a solução adquiriu coloração rósea após adição de fenolftaleína.

Alternativa **a**.

14. **(Etec-SP)** A nomenclatura dos sais é derivada da nomenclatura do respectivo ácido de origem.

Por exemplo, o sal usado no soro fisiológico, cloreto de sódio, é derivado do ácido clorídrico, e pode ser obtido por meio da reação de neutralização:

$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$		
ácido clor**ídrico**	hidróxido de sódio	clor**eto** de sódio

Desse modo, o sal derivado do ácido sulfídrico, na reação de neutralização total com hidróxido de cálcio, será

a) CaS: sulfeto de cálcio.
b) CaS: sulfato de cálcio.
c) CaS: sulfito de cálcio.
d) NaS: sulfato de sódio.
e) NaS: sulfeto de sódio.

Alternativa **a**.

15. **(Uerj-RJ)** No século XIX, o cientista Svante Arrhenius definiu ácidos como sendo as espécies químicas que, ao se ionizarem em solução aquosa, liberam como cátion apenas o íon H^+. Considere as seguintes substâncias, que apresentam hidrogênio em sua composição C_2H_6, H_2SO_4, $NaOH$, NH_4Cl.

Dentre elas, aquela classificada como ácido, segundo a definição de Arrhenius, é

a) C_2H_6
b) H_2SO_4
c) $NaOH$
d) NH_4Cl

Alternativa **b**.

16. **(Udesc-SC)** Em relação à equação abaixo, escreva em seu caderno a alternativa que contém a classificação da função química de cada espécie,

$$\underset{1}{(CH_3)_3\overset{\oplus}{N}H(aq)} + \underset{2}{H_2PO_4^{\ominus}(aq)} \longrightarrow \underset{3}{(CH_3)_3N(aq)} + \underset{4}{H_3PO_4(aq)}$$

a) 1 e 4 são ácidos, 2 e 3 são bases.
b) 1 é base, 2 é ácido e 3 e 4 são sais.
c) 1 e 3 são ácidos, 2 e 4 são bases.
d) 1 é ácido, 2 é base e 3 e 4 são sais.
e) 1 e 3 são bases, 2 e 4 são ácidos.

Alternativa **a**.

MODERNA

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

CAPÍTULO

5

Óxidos

Branqueamento de corais

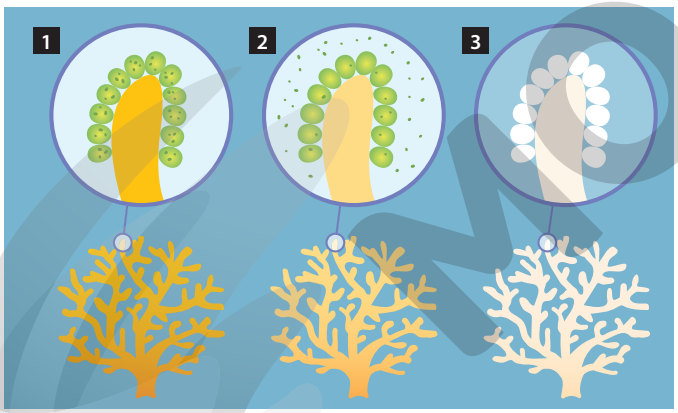
LEO FRANCINI/ALAMY/FOTOARENA

Branqueamento de corais (*Mussismilia harttii*) na ilha de Alcatrazes, São Paulo (2017). A colônia dessa espécie pode atingir aproximadamente 1 m de diâmetro.

Os corais formam um ecossistema marinho que apresenta grande biodiversidade. Além de proporcionarem abrigo e alimento para a maioria dos seres que nele vivem, os corais filtram a água do mar e, durante esse processo, absorvem os nutrientes de que necessitam para se desenvolver. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, cerca de 65% dos peixes marinhos vivem em recifes de corais, assim como vários moluscos, algas e crustáceos.

No entanto, tem sido observado nas últimas décadas o branqueamento dos corais, um processo que pode causar a morte deles.

O aumento da temperatura dos oceanos, resultante, principalmente, da intensificação do efeito estufa, é a principal causa do branqueamento dos corais. O efeito estufa é um processo em que parte do calor proveniente do Sol fica retida na atmosfera, aumentando a temperatura do planeta. Esse processo é necessário para manter a temperatura em uma faixa adequada à manutenção da vida. No entanto, a intensificação desse efeito tem causado o aumento da temperatura média do planeta, trazendo várias consequências prejudiciais aos seres vivos, que incluem o branqueamento dos corais.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: NATIONAL OCEANIC SERVICE. *What is coral bleaching?* Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/coral_bleach.html>. Acesso em: 19 ago. 2020.

1. Os corais têm uma relação simbiótica com algas microscópicas chamadas zooxantelas, que vivem em seus tecidos. Essas algas realizam fotossíntese e fornecem nutrientes aos corais, além de darem a eles a sua cor característica.
2. Sob condições adversas do ambiente, como aumento da temperatura e presença de poluentes nas águas dos oceanos, os corais expulsam as algas de seus tecidos.
3. Sem as algas, o coral perde sua principal fonte de alimento e pode ficar mais suscetível a doenças. Além disso, ele fica com uma coloração branca.

Representação do processo de branqueamento de corais. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Entre os gases responsáveis tanto pelo efeito estufa natural como pela sua intensificação estão o dióxido de carbono (CO_2) e o dióxido de nitrogênio (NO_2). Esses dois compostos pertencem a um grupo de substâncias denominadas **óxidos**, e são formados principalmente pela queima (oxidação) de matéria orgânica.

Características dos óxidos

Óxido é um composto binário (formado de dois elementos químicos), em que o oxigênio (O) é o elemento mais eletronegativo. O único elemento químico mais eletronegativo do que o oxigênio é o flúor (F). Portanto, o difluoreto de oxigênio (OF_2) e o difluoreto de dioxigênio (O_2F_2) são os únicos compostos binários oxigenados que não são óxidos. Além do CO_2, o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO_2), o óxido de alumínio (Al_2O_3) e o óxido de cálcio (CaO) também são exemplos de óxidos.

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

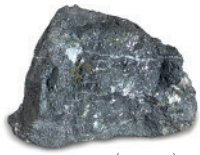
MODERNA

As fotografias abaixo apresentam alguns exemplos de minérios que são óxidos iônicos.

Imagens sem proporção.

SAKDINON KADCHIANGSAEN/ SHUTTERSTOCK

Hematita (Fe_2O_3).


ALEKSANDR POBEDIMSKIY/ SHUTTERSTOCK

Magnetita (Fe_3O_4).

ALBERT RUSS/ SHUTTERSTOCK

Cassiterita (SnO_2).

ALEKSANDR POBEDIMSKIY/ SHUTTERSTOCK

Bauxita (Al_2O_3).

Classificação dos óxidos

Os óxidos podem ser classificados de acordo com suas ligações químicas e suas propriedades. Veja o quadro a seguir.

Critério de classificação	Classificação dos óxidos
Quanto ao elemento químico que está ligado ao oxigênio.	**Óxidos moleculares**: quando o oxigênio forma ligações covalentes com os elementos químicos não metálicos. Exemplos: monóxido de nitrogênio (NO), dióxido de carbono (CO_2) e trióxido de enxofre (SO_3).
	Óxidos iônicos: quando o oxigênio forma ligações iônicas com elementos químicos metálicos. Exemplos: óxido de cálcio (CaO), óxido de zinco (ZnO) e trióxido de diferro (Fe_2O_3).
Quanto às propriedades.	**Óxidos básicos**: são óxidos iônicos geralmente formados por elementos químicos de baixa eletronegatividade (metais alcalinos e alcalinoterrosos). Quando são dissolvidos em água, reagem e formam soluções básicas. Exemplos: óxido de sódio (Na_2O), óxido de magnésio (MgO) e óxido de cálcio (CaO).
	Óxidos ácidos: também chamados de anidridos, são óxidos moleculares, em geral, formados por elementos químicos de alta eletronegatividade (não metais). Quando são dissolvidos em água, reagem e formam soluções ácidas. Exemplos: dióxido de carbono (CO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), pentóxido de difósforo (P_2O_5) e trióxido de enxofre (SO_3).
	Óxidos neutros: são óxidos moleculares formados por não metais que não reagem com água, assim, não formam soluções ácidas ou básicas. Exemplos: monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO) e monóxido de dinitrogênio (N_2O).
	Óxidos anfóteros: são óxidos que possuem caráter intermediário entre o iônico e o molecular, formados por metais e não metais de eletronegatividade média. Podem se comportar como ácidos ou bases, dependendo do meio. Exemplos: óxido de zinco (ZnO), óxido de alumínio (Al_2O_3), monóxido de chumbo (PbO), dióxido de chumbo (PbO_2), dióxido de estanho (SnO_2) e trióxido de diarsênio (As_2O_3).
	Óxidos mistos: também chamados de óxidos duplos, resultam da combinação de dois óxidos distintos de um mesmo elemento químico. Exemplos: • $FeO + Fe_2O_3 \longrightarrow Fe_3O_4$ (magnetita) • $2\,PbO + PbO_2 \longrightarrow Pb_3O_4$ (zarcão)
	Peróxidos: são óxidos que apresentam em sua estrutura o grupo $(O_2)^{2-}$. Os peróxidos mais comuns são formados de metais alcalinos, alcalinoterrosos e hidrogênio (H). Exemplos: peróxido de sódio (Na_2O_2), peróxido de cálcio (CaO_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Nomenclatura dos óxidos

A nomenclatura dos óxidos pode ser dada por:

Prefixo	Quantidade de átomos do elemento químico	Prefixo	Quantidade de átomos do elemento químico
Mono	1	Hex	6
Di	2	Hept	7
Tri	3	Oct	8
Tetr	4	Non	9
Pent	5	Dec	10

- **prefixo + óxido de + prefixo + nome do elemento químico**

Os prefixos referem-se à quantidade de átomos de cada elemento químico e estão listados no quadro ao lado.

Veja os exemplos:

CO: monóxido de monocarbono ou monóxido de carbono

N_2O_3: trióxido de dinitrogênio

SO_3: trióxido de monoenxofre ou trióxido de enxofre

Cl_2O_7: heptóxido de dicloro

Ni_2O_3: trióxido de diníquel

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

MODERNA

Diga aos estudantes que o uso do prefixo "mono" é opcional, por isso, o CO e o SO_3 apresentam duas possibilidades para seu nome: monóxido de monocarbono ou monóxido de carbono e trióxido de monoenxofre ou trióxido de enxofre, respectivamente.

Além da nomenclatura oficial, há outra nomenclatura que costuma ser utilizada em óxidos. Ela se baseia na carga do elemento químico que forma o óxido.

Para elementos químicos com carga fixa, tem-se:

- **óxido de + nome do elemento químico**

Exemplos: óxido de sódio (Na_2O) e óxido de alumínio (Al_2O_3).

Para elementos químicos com carga variável, indica-se, ao final do nome e entre parênteses, o valor da carga em algarismo romano.

- **óxido de + nome do elemento químico + carga em algarismo romano**

Exemplos: óxido de ferro(II) (FeO) e óxido de ferro(III) (Fe_2O_3).

Podem ser escritos também substituindo o valor da carga pelos sufixos **ico** ou **oso**:

- **óxido de + nome do elemento químico + ico**

Elemento químico com maior carga, como o óxido férrico (Fe_2O_3).

- **óxido de + nome do elemento químico + oso**

Elemento químico com menor carga, como o óxido ferroso (FeO).

Principais óxidos e suas aplicações

A Dióxido de carbono (CO_2): conhecido também como gás carbônico, é utilizado em águas minerais com gás e em bebidas gaseificadas. Abaixo de −78 °C, em pressão ambiente, é um sólido denominado gelo-seco. É utilizado em alguns tipos de extintor de incêndio.

B Óxido de cálcio (CaO): em geral, é obtido da decomposição (pirólise) do carbonato de cálcio ($CaCO_3$). É utilizado na fabricação da cal hidratada para a construção civil (usada na argamassa e na pintura à base de cal, ou caiação), na agricultura (para tornar o solo menos ácido), na fabricação de tijolos refratários para fornos metalúrgicos, no tratamento de águas e esgotos e como fungicida, por exemplo.

C Peróxido de hidrogênio (H_2O_2): esse composto forma uma solução conhecida como água oxigenada. Em soluções aquosas a 3% de peróxido de hidrogênio, é utilizada como antisséptico e clareador de pelos. Em maior concentração, em torno de 30%, é usada na indústria como alvejante de madeira e de fibras têxteis e na propulsão de foguetes, pois sua decomposição pode ser feita de forma rápida e explosiva, liberando o gás oxigênio (O_2):

$$2\,H_2O_2(l) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g)$$

A concentração de peróxido de hidrogênio na água oxigenada que é vendida nas farmácias é dada em volumes. Um litro de água oxigenada a 10 volumes, por exemplo, produz em sua decomposição 10 litros de gás oxigênio, a 1 atm e 0 °C. A decomposição da água oxigenada é acelerada pela ação da luz e do calor. Por essa razão, é comercializada em frascos escuros ou opacos e deve ser guardada em lugares frescos.

D Dióxido de silício (SiO_2): também chamado de sílica, é o principal componente da areia e o óxido mais abundante na crosta terrestre. É utilizado na fabricação do concreto, do vidro e de cerâmicas vitrificadas. Também é utilizado na forma de grãos, chamados sílica-gel, para absorver a umidade em recipientes nos quais são guardados aparelhos eletrônicos, por exemplo.

Imagens sem proporção.

WAVE BREAK MEDIA/SHUTTERSTOCK

Extintor de incêndio de dióxido de carbono.

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Cal sendo utilizada para preparar argamassa.

FABIO COLOMBINI

Recipiente de água oxigenada.

TORSAK THAMMACHOTE/SHUTTERSTOCK

Esferas de sílica-gel, que absorvem a umidade do ambiente.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. Os óxidos são classificados de acordo com o comportamento que apresentam ao entrarem em contato com a água. Assim, podem ser classificados como óxidos ácidos (anidridos), óxidos básicos (alcalinos), óxidos anfóteros ou óxidos neutros. Escreva em seu caderno a classificação dos óxidos para cada um dos recipientes (I, II e III) da ilustração abaixo.

Recipiente **I**: óxidos básicos; recipiente **II**: óxidos ácidos; recipiente **III**: óxidos anfóteros.

HELOÍSA PINTARELLI

A legenda da imagem não foi inserida para não comprometer a resolução da atividade.

2. Escreva no caderno a fórmula química dos seguintes óxidos:

a) monóxido de nitrogênio.

b) monóxido de carbono.

c) pentóxido de difósforo.

a) NO; b) CO; c) P_2O_5.

3. Relacione os óxidos citados à sua aplicação. Para isso, escreva no caderno o número romano e a letra correspondente.

I) óxido de cálcio

II) dióxido de carbono

III) dióxido de silício

IV) peróxido de hidrogênio

A. esterilização de ferimentos

B. fabricação de concreto

C. fabricação de vidro

D. apagar fogo em equipamentos elétricos

I – B; II – D; III – C; IV – A.

4. **(Insper-SP)** Um agricultor pretende iniciar um empreendimento de produção de frutas e, para isso, submeteu amostras do solo de sua propriedade para análise química e parecer técnico de um engenheiro-agrônomo.

Resultado da análise	
pH do solo da propriedade rural	pH do solo adequado para plantação de frutas
5,0	6,0
Parecer técnico: recomenda-se fazer a correção do pH do solo.	

Para que o agricultor possa fazer a correção do pH do solo de forma adequada para a sua produção, ele deverá adicionar ao solo

a) NaCl.

b) P_4O_{10}.

c) KNO_3.

d) NH_4Cl.

e) CaO.

Alternativa **e**.

5. **(IFCE-CE)** Nas regiões industriais de grandes cidades é muito comum encontrarmos dispersos na atmosfera os óxidos SO_3, CO_2, CO, Na_2O e MgO decorrentes da atividade industrial. Alguns destes óxidos, em contato com o vapor d'água do ar, podem reagir formando um efeito danoso ao meio ambiente chamado de chuva ácida.

Trata-se de um óxido que produzirá uma chuva ácida capaz de gerar grandes danos ao meio ambiente o

a) CO.

b) SO_3.

c) Na_2O.

d) MgO.

e) CO_2.

Alternativa **b**.

6. **(UFJF-MG)** Uma das consequências da chuva ácida é a acidificação de solos. Porém, alguns tipos de solos conseguem neutralizar parcialmente os efeitos da chuva por conterem naturalmente carbonato de cálcio (calcário) e óxido de cálcio (cal). Os solos que não têm a presença do calcário são mais suscetíveis à acidificação e necessitam que se faça a adição de cal. No solo, a cal reage com a água, formando uma base que auxiliará na neutralização dos íons H^+.

Escreva no caderno a alternativa que mostra a equação química balanceada que representa a reação entre a cal e a água:

a) $CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$.

b) $CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow H_2CaO_2(aq)$.

c) $Ca_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2\,CaOH(aq)$.

d) $K_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2\,KOH(aq)$.

e) $KO(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2\,K(OH)_2(aq)$.

Alternativa **a**.

MODERNA

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

CAPÍTULO

6

Cinética química

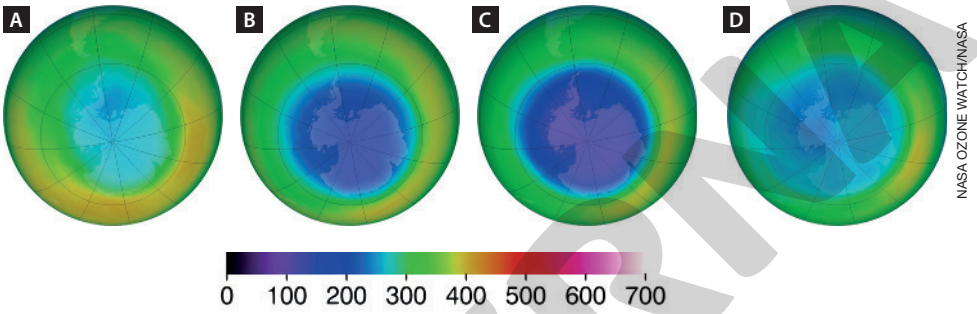
1. Espera-se que os estudantes respondam que a camada de ozônio atua como uma barreira de proteção, bloqueando parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol e que pode prejudicar os seres vivos. Assim, quando degradada, os seres vivos tornam-se mais expostos a esse tipo de radiação, podendo causar a morte de diversas espécies de seres vivos, prejudicando, assim, a biodiversidade.

2. Espera-se que os estudantes respondam que de 1979 a 1999 foi observado um aumento progressivo do buraco nessa camada. Em 2020, no entanto, ele havia se reduzido, provavelmente, em parte, devido à redução de emissão de gases que causam a destruição da camada de ozônio.

3. Espera-se que os estudantes respondam que esse acordo internacional teve como objetivo reduzir os danos causados à camada de ozônio. Isso foi feito, por exemplo, pela redução até total eliminação de gases produzidos e usados pelos seres humanos e que promovem a degradação do gás ozônio. Entre eles, os clorofluorcarbonos (CFCs), que são proibidos no Brasil desde 2010.

Taxa média de uma reação química

Observe as imagens abaixo e, em seguida, responda às questões propostas.



NASA OZONE WATCH/NASA

Concentração de ozônio (unidades Dobson).

Imagens de satélite da região da Antártida, no hemisfério Sul da Terra, mostrando o buraco na camada de ozônio nos meses de setembro de 1979 (**A**), 1989 (**B**) e 1999 (**C**) e agosto de 2020 (**D**). As diferentes cores representam as concentrações de gás ozônio (O_3), indicadas em unidade Dobson.

Informações sobre a relação das cores nas imagens com a unidade Dobson no **Suplemento para o professor**.

1. Qual é a importância da camada de ozônio para a vida na Terra e como sua degradação pode prejudicar a biodiversidade?

2. Analisando as imagens, o que você pode concluir em relação à degradação da camada de ozônio ao longo dos anos?

Ao refletir sobre as questões acima, você deve ter percebido que, apesar de o buraco na camada de ozônio aumentar progressivamente durante alguns anos, em 2020 o processo de degradação do gás ozônio havia diminuído e o buraco nessa camada se tornado menor. Essa alteração no estado de conservação da camada de ozônio é resultado, em parte, do Protocolo de Montreal.

3. Qual é a importância do Protocolo de Montreal?

O gás ozônio é um dos componentes da atmosfera terrestre, sendo formado e degradado naturalmente. As reações químicas que descrevem sua formação (**A**) e sua decomposição (**B**) estão representadas a seguir.

A

$$O_2(g) \xrightarrow{UV} 2\,O(g)$$

$$O(g) + O_2(g) \xrightarrow{UV} O_3(g)$$

B

$$O_3(g) \xrightarrow{UV} O(g) + O_2(g)$$

Repare que, para ocorrer essas reações químicas, são necessários gás oxigênio (O_2) e incidência de radiação ultravioleta (UV). Essa radiação tem energia suficiente para romper a ligação entre dois átomos na molécula de oxigênio, gerando átomos livres de oxigênio (O) capazes de reagir com outra molécula de O_2.

Na estratosfera, essas reações são favorecidas por causa da alta incidência de radiação ultravioleta. Já na troposfera, o O_3 pode ser produzido por meio de processos de decomposição de poluentes liberados na queima de combustíveis fósseis, como os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos. Ao contrário da proteção fornecida pela camada de ozônio, a presença desse gás próximo à superfície da Terra pode causar irritação nas vias aéreas e nos olhos, sendo um risco à saúde humana.

Cada unidade Dobson corresponde a $2{,}69 \cdot 10^{16}$ moléculas de ozônio por centímetro quadrado ou $2{,}69 \cdot 10^{12}$ moléculas por metro quadrado. Esses valores correspondem ao número de moléculas necessárias para formar uma camada de 0,01 mm de espessura de gás ozônio puro, a 0 °C e pressão de 1 atm. Assim, quanto maior o número de unidades, maior a concentração desse gás e, consequentemente, maior a espessura da camada de ozônio.

Hidrocarboneto: composto químico constituído exclusivamente pelos elementos químicos carbono (C) e hidrogênio (H).

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

MODERNA

Apesar da sua denominação, o buraco na camada de ozônio não é efetivamente um buraco, mas, sim, uma redução na espessura dessa camada. Esse fenômeno ocorre naturalmente todos os anos, durante a primavera no hemisfério Sul, quando as condições atmosféricas são favoráveis à reação de consumo de gás ozônio para formação de oxigênio molecular, diminuindo, assim, a concentração de O_3 na região da Antártida.

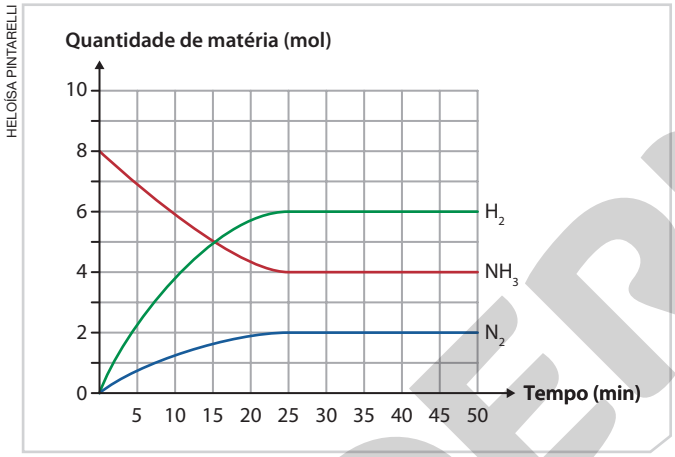
Embora seja um fenômeno natural, as atividades antrópicas, mais especificamente os gases liberados por elas, aceleram esse processo, ou seja, favorecem a reação de decomposição do ozônio, causando um desequilíbrio entre sua formação e decomposição.

Oriente os estudantes a generalizar as fórmulas de taxas médias de consumo e de produção de reagentes e a taxa média de reação, e aplicar a generalização à reação de consumo de gás ozônio: $2\,O_3(g) \longrightarrow 3\,O_2(g)$.

Afinal, o que queremos dizer com acelerar o processo de consumo de gás ozônio? Para responder a essa pergunta, precisamos compreender os conceitos relacionados à cinética química, que estuda as taxas das reações químicas. Observe o gráfico a seguir.

VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NH_3 EM FUNÇÃO DO TEMPO

HELOÍSA PINTARELLI



Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 384.

Observando o gráfico, note que a concentração do reagente (NH_3) diminui ao longo do tempo, enquanto a concentração de produtos $(H_2$ e $N_2)$ aumenta ao longo do tempo. Para acompanhar essa variação, definimos a rapidez ou taxa média (T_m) de consumo (ou formação) de uma espécie química, que é definida como a variação da sua quantidade – comumente em quantidade de matéria, massa, concentração ou pressão – ao longo do tempo. No caso do consumo de NH_3 apresentado no gráfico, temos:

$$T_m(NH_3) = \frac{|\text{variação na concentração de } NH_3|}{t_{final} - t_{inicial}}$$

- Para a produção de H_2, temos:

$$T_m(H_2) = \frac{|\text{variação na concentração de } H_2|}{t_{final} - t_{inicial}}$$

- Para a produção de N_2, temos:

$$T_m(N_2) = \frac{|\text{variação na concentração de } N_2|}{t_{final} - t_{inicial}}$$

- A rapidez ou taxa média da reação $(T_{m(reação)})$ pode ser calculada por:

$$T_{m(reação)} \simeq \frac{T_m(NH_3)}{a} \simeq \frac{T_m(H_2)}{b} \simeq \frac{T_m(N_2)}{c}$$

Informe aos estudantes que os valores entre as taxas médias são semelhantes, provavelmente em função de imprecisão das medidas experimentais.

A variação da concentração é em módulo, $|\Delta[X]|$, o que significa que sempre é positiva.

A variáveis **a**, **b** e **c** são os coeficientes estequiométricos da amônia (NH_3), do gás hidrogênio (H_2) e do gás nitrogênio (N_2), respectivamente. Ou seja, a taxa média de reação depende da rapidez de consumo ou de formação das espécies envolvidas, levando em consideração a estequiometria da reação.

Teoria das colisões e formação do complexo ativado

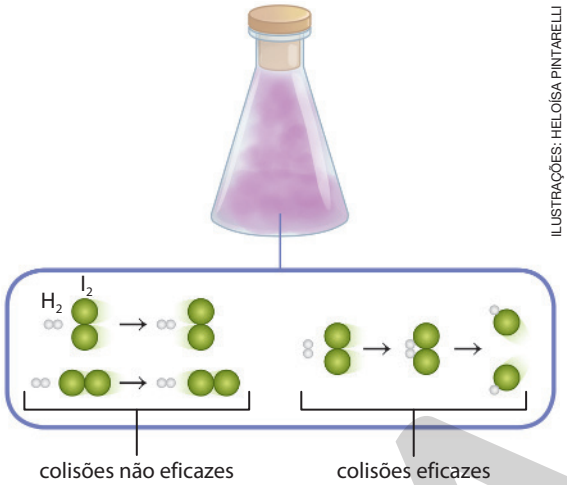
As reações químicas estão presentes em diversas situações de nosso dia a dia. Cada uma dessas reações ocorre em uma taxa específica. Algumas ocorrem imediatamente após o contato dos reagentes, enquanto outras podem demorar milhares de anos para ocorrer. Nesse contexto, podemos nos questionar por que a taxa de reação é diferente para cada sistema. Para responder a essa questão, precisamos avaliar os sistemas na escala dos átomos e das moléculas.

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

MODERNA

Considere um recipiente fechado contendo gás hidrogênio. Há pouca interação entre as moléculas desse gás, porém, por elas estarem em movimento constante, com determinada energia cinética, espera-se que eventualmente colidam entre si.

Ao adicionar vapor de iodo (I_2) a esse recipiente, poderá ocorrer uma reação química. Essa reação só ocorrerá quando houver contato, por meio de uma colisão eficaz, entre as moléculas de ambos reagentes $(H_2$ e $I_2)$. As colisões não eficazes ou elásticas entre algumas moléculas não resultam na formação de produto. Esses são os princípios do **modelo de colisão**, que afirma que, para a ocorrência de uma colisão eficaz, é necessário que dois requisitos sejam cumpridos, conheça-os a seguir.

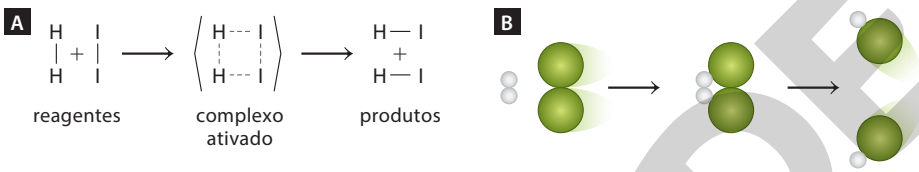


ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um recipiente fechado contendo vapor de iodo e gás hidrogênio, com detalhamento das reações químicas que ocorrem entre seus reagentes. Em nível molecular, nem toda colisão entre moléculas resulta em reação química. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Orientação

Note que, na reação química entre as moléculas de H_2 e I_2, as ligações H — H e I — I necessitam ser rompidas, de modo a possibilitar a formação da ligação entre os átomos de hidrogênio (H) e de iodo (I). O rompimento e a formação de novas ligações ocorrem ao mesmo tempo, resultando em uma estrutura intermediária denominada **complexo ativado**. A colisão eficaz ocorre apenas quando as partículas (no exemplo, moléculas) de reagente colidem em uma orientação espacial que favoreça a formação do complexo ativado.



Representação das fórmulas estruturais (**A**) e espaciais (**B**) das reações químicas de formação do complexo ativado, após colisão em orientação favorável. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

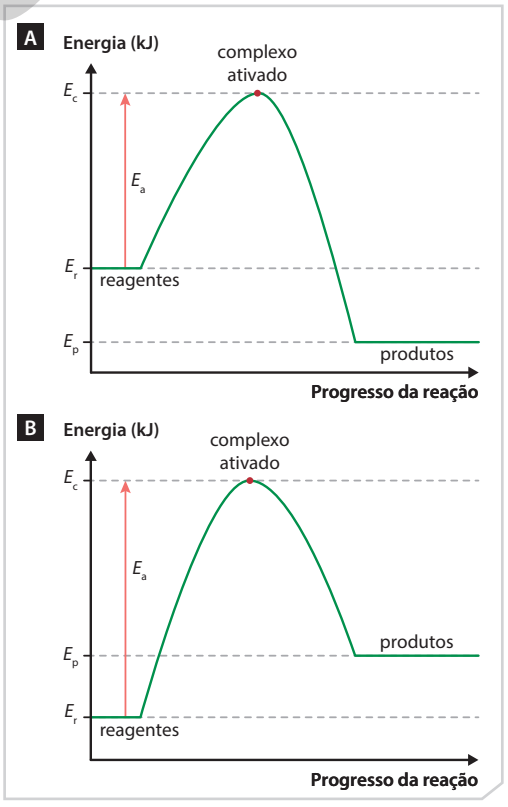
Energia cinética mínima

A conversão de reagentes em complexo ativado requer que a colisão entre as partículas de reagente ocorra com uma energia cinética mínima, denominada **energia de ativação**. As variações de energia de uma reação química podem ser representadas em um gráfico de energia em função do progresso da reação química.

Note que, nos gráficos ao lado, são representadas as energias de reagentes, produtos e complexo ativado, e que, independentemente de a reação química liberar energia (exotérmica) ou absorver energia (endotérmica), a formação do complexo ativado sempre envolve a absorção de energia. Assim, a energia de ativação (E_a) pode ser calculada subtraindo a energia do complexo ativado (E_c) e a energia dos reagentes (E_r), dada por $E_a = E_c - E_r$.

Considerando, portanto, que em uma mistura de reagentes ocorrerão colisões eficazes e não eficazes, quanto maior for a probabilidade de uma colisão efetiva, maior será a taxa de uma reação química. Assim, quanto menor é a energia de ativação de uma reação química, maior é a probabilidade de ocorrência de colisões efetivas e maior é a rapidez da reação química. No próximo tópico, discutiremos como é possível controlar a taxa de uma reação química, baseando-se nos princípios do modelo de colisão.

DIAGRAMAS DE ENERGIA DE UMA REAÇÃO EXOTÉRMICA (A) E ENDOTÉRMICA (B)



Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 592.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. b) Espera-se que os estudantes respondam que a taxa dessa reação não é constante, ou seja, ela diminui com o tempo. Verifique no quadro que, para intervalos iguais de tempo (10 min), a variação da concentração molar de água oxigenada diminui com o tempo.

1. c) Espera-se que os estudantes respondam que, como a água oxigenada sofre fotólise, ela deve ser armazenada em frasco escuro ou opaco, evitando a passagem de luz, o que impede a taxa ou a rapidez de sua decomposição.

1. A fotólise da água oxigenada (H_2O_2) é a reação de decomposição que ocorre pela ação da luz, representada pela equação química a seguir.

$$2\,H_2O_2(aq) \xrightarrow{\lambda} 2\,H_2O(l) + O_2(g)$$

O quadro abaixo apresenta os dados relativos às variações das concentrações de H_2O_2 em função do tempo a uma dada temperatura.

H_2O_2 (mol/L)	Tempo (min)
1,000	0
0,625	10
0,375	20
0,200	30
0,120	40

De acordo com os dados do quadro, responda às questões a seguir.

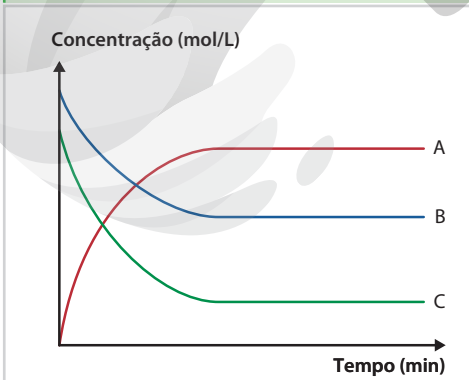
a) Qual é a taxa média de consumo do reagente H_2O_2 no intervalo de 10 a 20 minutos?
$T_m(H_2O_2) = 0{,}025$ mol/min

b) A rapidez dessa reação é constante? Justifique sua resposta.

c) Como devemos armazenar água oxigenada a fim de evitar sua decomposição?

2. Há situações em que é necessário diminuir ou aumentar a taxa de uma reação química. Para isso, pode-se, por exemplo, controlar a variação da quantidade de um dos participantes (reagente ou produto) em um dado intervalo de tempo. O gráfico a seguir representa a variação das concentrações das substâncias **A**, **B** e **C** em um intervalo de tempo.

VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DURANTE A REAÇÃO QUÍMICA



Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 384.

Qual é a equação que melhor representa a reação ocorrida em função do tempo?

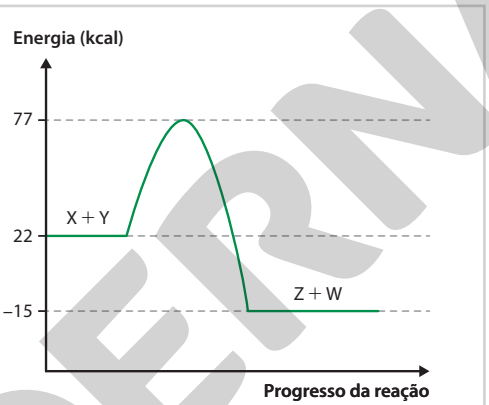
a) $A \longrightarrow B + C$
b) $B \longrightarrow A + C$
c) $C \longrightarrow A + B$
d) $B + C \longrightarrow A$
e) $A + C \longrightarrow B$

Alternativa **d**.

3. Considere a equação química abaixo.

$$X + Y \longrightarrow Z + W$$

ENERGIA DE ATIVAÇÃO DA REAÇÃO



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 592.

De acordo com o diagrama de energia representado acima, responda às questões.

a) Qual é a energia associada aos reagentes da reação química? Os reagentes são X e Y, portanto, a sua energia é 22 kcal.

b) Qual é a energia associada aos produtos da reação? Os produtos são Z e W, portanto, a sua energia é −15 kcal.

c) Qual é a energia do complexo ativado?
A energia do complexo ativado é 77 kcal.

d) Qual é a energia de ativação da reação?
$E_a = 55$ kcal

e) Qual é a variação de energia da reação?
$\Delta E = -37$ kcal

4. (**UFRGS-RS**) Sob determinadas condições, verificou-se que a taxa de produção de oxigênio na reação abaixo é de $8{,}5 \cdot 10^{-5}$ mol $\cdot$ L^{-1} $\cdot$ s^{-1}.

$$N_2O_5(g) \longrightarrow N_2O_4(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g)$$

Se a taxa média permanecer constante, ao longo de 5 minutos, a diminuição da concentração de N_2O_5 será de

a) 8,5 mmol $\cdot$ L^{-1}.
b) 51 mmol $\cdot$ L^{-1}.
c) 85 mmol $\cdot$ L^{-1}.
d) 17 mol $\cdot$ L^{-1}.
e) 51 mol $\cdot$ L^{-1}.

Alternativa **b**.

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

MODERNA

A rapidez de uma reação química

O conhecimento a respeito da rapidez das reações químicas é de suma importância, por exemplo, para planejar e controlar processos industriais, compreender o tempo que o princípio ativo de um medicamento leva para agir em um organismo e projetar medidas que desacelerem algumas reações indesejadas.

Além disso, esse conhecimento tem grande relevância para explicar fenômenos do nosso cotidiano. Você já se perguntou por que mastigar bem os alimentos pode ajudar no processo de digestão? Ou por que armazenamos alguns alimentos na geladeira? Essas e tantas outras situações cotidianas estão relacionadas aos fatores que influenciam a taxa de uma reação química. Veja alguns deles a seguir.

Incentive os estudantes a responder as questões propostas no texto.

Concentração

Considere que o aumento na concentração de uma espécie de reagente representa um maior número de espécies em um dado volume, o que amplia a possibilidade de ocorrer colisões eficazes. Dessa maneira, quanto maior for a concentração de um reagente, maior será a taxa da reação química.

OLESYA YAROSHENKO/SHUTTERSTOCK

Soprador sendo utilizado para acender um fogão a lenha. Além da necessidade de uma fonte de ignição, o ato de abanar a lenha acelera a sua queima. Isso porque a combustão desse material pode ser expressa por $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$. Assim, o ato de abanar a lenha em brasa adiciona O_2 ao sistema, aumentando sua concentração e, consequentemente, a rapidez da reação química.

Temperatura

Em um sistema fechado, a energia total é conservada, pois não há troca de matéria e de energia com o ambiente. Apesar disso, essa energia está distribuída de maneira heterogênea entre as partículas que compõem o sistema, de tal forma que algumas se movem com energia cinética maior do que outras.

Em um sistema que troca energia com o ambiente, o aquecimento fornece energia térmica que será convertida em energia cinética. Assim, a probabilidade de haver partículas colidindo com energia cinética mínima aumenta, ou seja, a probabilidade de a energia de ativação ser atingida e ocorrer a formação do complexo ativado é maior. Desse modo, o aumento da temperatura ocasiona o aumento na rapidez das reações químicas. O raciocínio oposto também é válido, e o resfriamento do sistema ocasiona a diminuição na rapidez das reações químicas.

ANDREY_POPOV/SHUTTERSTOCK

Pessoa guardando alimentos na geladeira. A baixa temperatura no interior do refrigerador e da geladeira ajuda a conservar os alimentos, pois retarda as reações de decomposição dos alimentos e prejudica o crescimento de organismos decompositores, como bactérias.

Superfície de contato

Para que ocorra uma reação química, os reagentes precisam estar em contato. Portanto, a rapidez dessas reações também depende da área superficial que os reagentes apresentam no momento da reação. Nesse caso, quanto maior for a área superficial, maior será a superfície de contato e, portanto, mais rápida é a reação química.

M PAKORN/SHUTTERSTOCK

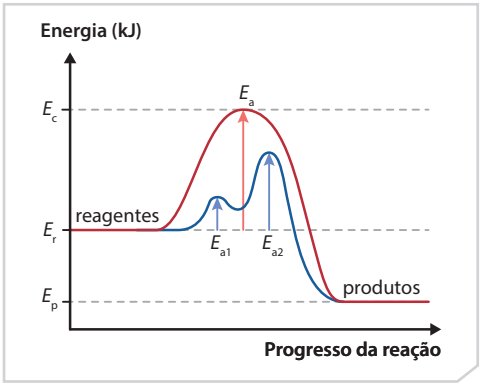
Parte de estrutura enferrujada. A ferrugem é o processo de oxidação de objetos feitos de ferro, cuja primeira etapa é descrita por $2\,Fe(s) + O_2(g) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,Fe(OH)_2(s)$. Assim, para que a reação química ocorra, a superfície contendo ferro necessita estar em contato com o ar, que contém gás oxigênio e umidade na forma de vapor de água. Por isso, uma das maneiras de desacelerar a reação de formação da ferrugem é proteger a superfície de objetos de ferro com uma camada de tinta, para evitar o contato do ferro com os demais reagentes.

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

MODELO

DIAGRAMA DE ENERGIA DA REAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO DO H_2O_2 CATALISADA E NÃO CATALISADA

HELOÍSA PINTARELLI



Fonte: BROWN, T. L. et al. *Química*: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. p. 638.

Catalisadores

A rapidez de uma reação química também pode ser alterada pela presença de um catalisador, que atua diminuindo a energia de ativação de uma reação química. Ou seja, a função de um catalisador é acelerar uma reação química. Ao final dela, esse catalisador é regenerado e pode participar de outras reações químicas.

Vamos analisar, como exemplo, a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio. Na ausência de catalisador, a reação pode ser representada por $2\,H_2O_2(aq) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g)$. Contudo, na presença de um catalisador, como o íon brometo (Br^-), a reação ocorre em duas etapas, mostradas no gráfico ao lado. Note que a energia de reagentes e de produtos não se altera, mas a energia de ativação das duas etapas da reação catalisada $(E_{a1}$ e $E_{a2})$ é menor que a da reação não catalisada (E_a).

No início deste capítulo, citamos que algumas substâncias destroem a camada de ozônio ao acelerar a decomposição de O_3. Agora que compreendemos o que é um catalisador, podemos entender melhor como a aceleração desse processo ocorre.

MEHANIQ/SHUTTERSTOCK

Latas de tinta em *spray* utilizadas para a criação de grafites. Nesses itens, os CFCs foram substituídos por gás líquido de petróleo (GLP) como propelente.

Em 1928, foram sintetizados, pela primeira vez, os clorofluorcarbonos (CFCs), compostos que contêm os elementos carbono, cloro (Cl) e/ou flúor (F). Com uma alta estabilidade química e baixo custo, foram amplamente aplicados como gás refrigerante em eletrodomésticos e propelentes de aerossol. No entanto, ao serem liberados no ambiente, se dispersam até a estratosfera, onde a radiação ultravioleta é capaz de romper a ligação entre carbono e cloro, gerando radicais livres capazes de reagir com o ozônio, como mostra as equações químicas abaixo.

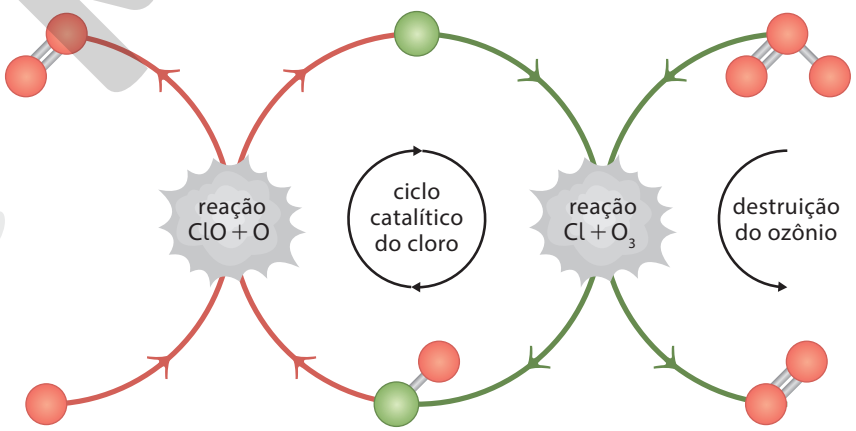
$$Cl(g) + O_3(g) \longrightarrow ClO(g) + O_2(g)$$

$$ClO(g) + O(g) \longrightarrow Cl(g) + O_2(g)$$

Veja que o cloro e o ozônio reagem gerando o óxido de cloro (ClO), um intermediário da reação que reage com um átomo de oxigênio, regenerando o catalisador na segunda etapa da reação.

Em 2013, durante a 19ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, alertou-se para o problema das altas emissões de óxidos de nitrogênio, provenientes de processos industriais e queima de combustíveis fósseis. Um desses compostos, o óxido de dinitrogênio (N_2O), além de ser um dos gases do efeito estufa, atualmente é o principal responsável pela destruição da camada de ozônio.

Radical livre: átomo ou molécula altamente reativo que contém um número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica, tornando-o altamente reativo.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: BRASIL. Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. *Mecanismos de destruição do ozônio*. Brasília, 19 maio 2017. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/quem-somos/camada-de-ozonio/mecanismos-de-destruicao-do-ozonio>. Acesso em: 22 ago. 2020.

Representação das reações envolvendo os radicais livres de cloro na destruição de moléculas de ozônio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1. Considerando as características dos catalisadores, por que um único radical livre de cloro é capaz de reagir com milhares de moléculas de ozônio?

Isso ocorre porque o radical livre de cloro, atuando como um catalisador, é regenerado ao final da reação química, podendo atuar em outras moléculas.

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

Conversor catalítico automotivo

O funcionamento dos veículos no Brasil se baseia na queima de combustíveis, como *diesel*, gasolina e etanol. Além de energia, ocorre a liberação de produtos de combustão completa, como dióxido de carbono (CO_2) e gás nitrogênio, e de combustão incompleta, como monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio (NO_2) e hidrocarbonetos. Este último grupo de gases, liberados pela combustão incompleta de combustíveis, é altamente tóxico aos seres vivos e prejudicial ao meio ambiente, estando relacionado, por exemplo, à intensificação do efeito estufa e à ocorrência de chuva ácida.

TOA55/SHUTTERSTOCK

Fumaça sendo emitida pelo escapamento de um veículo. Fazer a manutenção periódica dos veículos é essencial para evitar que eles emitam mais poluentes atmosféricos devido à combustão incompleta do combustível ou ao aumento de seu consumo. A troca de óleo e de filtros de combustível e de óleo, por exemplo, deve ser realizada regularmente.

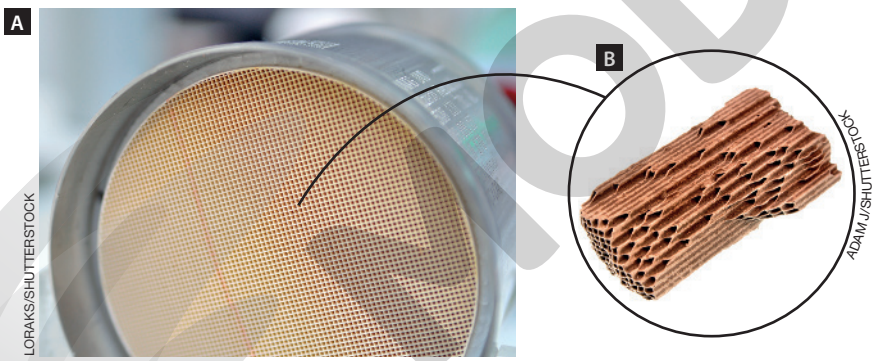
Visando reduzir a carga de poluentes potencialmente tóxicos emitidos pela queima de combustíveis no ambiente, foram desenvolvidos os conversores catalíticos veiculares: dispositivos que transformam gases tóxicos em gases menos poluentes ou não poluentes. Observe as reações químicas a seguir.

$$2\,C_2H_6(g) + 7\,O_2(g) \longrightarrow 4\,CO_2(g) + 6\,H_2O(g)$$

$$2\,CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,CO_2(g)$$

$$2\,NO_2(g) + 4\,CO(g) \longrightarrow N_2(g) + 4\,CO_2(g)$$

O arranjo interno do conversor catalítico é constituído por um material cerâmico ou metálico no formato de uma colmeia. Essa estrutura é revestida por óxido de alumínio (Al_2O_3) e, sobre ela, é fixada a substância que atua como catalisador. Para essa função, geralmente é utilizada uma liga de metais nobres, como paládio (Pd) e ródio (Rh) ou paládio e molibdênio (Mo). Ao redor dessa estrutura, é adicionado um revestimento de manta expansiva que tem como finalidade atuar como isolante térmico e dar resistência mecânica à colmeia. Por fim, um metal é utilizado como carcaça, conferindo o aspecto final do conversor catalítico.



Escapamento veicular em corte (**A**) e detalhamento da estrutura em colmeia do catalisador (**B**). Os canais são os locais por onde os gases passam e sofrem as reações químicas, tornando-se menos poluentes.

O conversor catalítico de um veículo, geralmente, tem um tempo de vida médio de 80 mil quilômetros rodados. Após esse período, o conversor precisa ser trocado para que seja mantida a eficiência na transformação dos gases tóxicos.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Com base nos fatores que afetam a rapidez de uma reação química, justifique por que é importante que o catalisador tenha o formato de colmeia.

b) Por que a inalação de monóxido de carbono pode ser prejudicial ao organismo?

c) Converse com seus familiares ou conhecidos que possuam veículo e pergunte se eles costumam fazer a manutenção de itens veiculares, como catalisadores e filtros, e se ficam atentos à qualidade do combustível.

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

MODERNA

INVESTIGUE Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Amadurecimento de frutos climatéricos

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

Pessoa colhendo banana verde no município de Linhares, Espírito Santo (2019). A colheita dos frutos verdes facilita o manuseio e o transporte, além de ampliar o tempo de conservação desses itens após a colheita.

Contextualização

Frutos climatéricos são aqueles que amadurecem após serem colhidos, devido ao eteno (C_2H_4)*, um gás produzido pelo próprio fruto e que atua no seu amadurecimento. Nesse contexto, uma técnica comum utilizada por feirantes para acelerar o amadurecimento de alguns frutos, como abacate, manga, banana e mamão, consiste em embrulhá-los em folhas de jornal. *Esse gás também é conhecido como etileno.

a) Em sua opinião, por que o papel-jornal favorece o amadurecimento de alguns frutos? Explique sua resposta.

b) O que o feirante poderia fazer para retardar o amadurecimento dos frutos climatéricos?

Orientações

Junte-se a dois colegas e elaborem um roteiro de investigação para os fatores que estão relacionados ao amadurecimento de frutos climatéricos envolvidos com papel-jornal. Para isso, considerem as questões a seguir.

- O jornal é o único material que pode ser utilizado no amadurecimento dos frutos climatéricos?
- Qual é a função do papel-jornal no amadurecimento dos frutos climatéricos?
- Que fatores interferem no amadurecimento desse tipo de fruto? Como podemos investigar esses fatores?
- Quais serão os fatores investigados?
- Como será realizada a investigação?
- Quais são os materiais necessários para realizar a investigação?
- Teremos um experimento controle?
- Quais cuidados devemos ter durante o manuseio dos materiais?
- Como serão registrados e coletados os dados observados?

Realizem a atividade de investigação, procurando soluções para os possíveis problemas e dificuldades que surgirem. Utilizando um *smartphone*, registrem todas as etapas por meio de fotos e vídeos e anotem todas as informações pertinentes. Se necessário, pesquisem em livros, artigos científicos e *sites* confiáveis as informações necessárias para a montagem e a execução do experimento.

Análise e divulgação dos dados

Utilizando os arquivos de mídia produzidos e as informações anotadas durante a investigação, elaborem uma apresentação digital com os resultados obtidos e divulgue-a para o restante da turma. Inclua nessa apresentação as respostas das questões a seguir.

1. Quais são as características do fruto que se alteram com o seu amadurecimento?
2. Como o amadurecimento dos frutos pode ser relacionado com as reações químicas?
3. Quais fatores interferiram na rapidez do amadurecimento do fruto?
4. Como podemos aplicar os conhecimentos envolvidos nessa investigação em nosso dia a dia?

MODERNA

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

Lei cinética das reações químicas

Ao longo deste capítulo, estudamos que a rapidez de uma reação química depende, entre outros fatores, da concentração de reagente e da temperatura. Mas como podemos expressar isso matematicamente? Considere a reação química a seguir.

$$N_2(g) + 2\,O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$$

Essa reação química acontece em uma etapa e, portanto, é denominada **reação elementar**. Em nível molecular, isso significa que, para ela ocorrer, é necessário o choque de uma molécula de N_2 e duas de O_2. A **lei cinética** dessa reação pode ser expressa por:

$$T_i = k \cdot [N_2]^1 \cdot [O_2]^2$$

em que T_i é taxa instantânea de reação, k é a constante de rapidez de reação, dependente da temperatura, e $[N_2]$ e $[O_2]$ são as concentrações dos reagentes, em mol/L. Repare que a concentração dos reagentes é elevada por um expoente equivalente aos coeficientes estequiométricos correspondentes.

Considere, agora, a reação química a seguir, que ocorre em duas etapas com taxas distintas.

Etapa 1 (lenta): $H_2(g) + 2\,NO(g) \longrightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$

Etapa 2 (rápida): $H_2(g) + N_2O(g) \longrightarrow N_2(g) + H_2O(g)$

Reação global: $2\,H_2(g) + 2\,NO(g) \longrightarrow N_2(g) + 2\,H_2O(g)$

Nesse caso, temos uma **reação não elementar**, na qual cada etapa é uma reação elementar e a taxa é determinada pela etapa lenta. Nesse caso, a equação da taxa instantânea da reação é:

$$T_i = k \cdot [H_2] \cdot [NO]^2$$

Repare que, nesse caso, é necessário saber o caminho que a reação percorre, ou seja, o mecanismo da reação. Os expoentes que elevam as concentrações não correspondem ao coeficiente estequiométrico da reação e precisam ser determinados experimentalmente.

Os expoentes definem a ordem da reação química, que determina como a rapidez varia em função da concentração dos reagentes. No caso da reação entre N_2 e O_2, a ordem em relação a cada reagente é, respectivamente, 1 e 2. Já a ordem global da reação é determinada pela soma desses expoentes, portanto, 3.

Os químicos noruegueses Cato Maximilian Guldberg (1836-1902) e Peter Waage (1833-1900) enunciaram a **lei de ação das massas**. Essa lei afirma que, a dada temperatura, a rapidez de reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações em quantidade de matéria dos reagentes elevadas a expoentes que são experimentalmente determinados. A equação resultante é denominada **lei cinética das reações químicas** ou lei cinética de Guldberg-Waage.

Uma reação é de **ordem zero** em relação a um reagente se a alteração da concentração dele não causar alteração na rapidez de reação; de **ordem 1** em relação a um reagente se, ao duplicar a concentração dele, a rapidez de reação também duplicar; de **ordem n** em relação a um reagente se, ao multiplicar por 2 a concentração dele, a rapidez de reação for multiplicada por 2^n – a base 2 dessa potência refere-se à alteração ocorrida na concentração do reagente.

2. Com base nas informações acima, determine a expressão matemática da lei cinética das reações químicas para uma reação genérica entre dois reagentes. Qual é a ordem de reação em relação a cada reagente e a ordem global da reação?

Suponha a reação genérica: $x\,A + y\,B \longrightarrow z\,C + w\,D$. A lei cinética é dada, por: $T_i = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n$. A ordem em relação a A: m; em relação a B: n; global: m + n.

Comente com os estudantes que, como não determinamos se a reação é elementar ou não, a ordem em relação aos reagentes pode ser diferente dos coeficientes estequiométricos da reação.

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

MODERNA

ATIVIDADE RESOLVIDA

R1 Os íons bromato (BrO_3^-) reagem com íons brometo (Br^-) para formar bromo (Br_2), de acordo com a reação química:

$$BrO_3^-(aq) + 5\,Br^-(aq) + 6\,H_3O^+(aq) \longrightarrow 3\,Br_2(aq) + 9\,H_2O(l)$$

A concentração de íons bromato foi monitorada a 25 °C em quatro experimentos, cada um com diferentes concentrações iniciais de reagentes, como apresentado no quadro abaixo.

Experimento	$[BrO_3^-]$ (mol/L)	$[Br^-]$ (mol/L)	$[H_3O^+]$ (mol/L)	T_i (mol/L · s)
1	0,10	0,10	0,10	0,0012
2	0,20	0,10	0,10	0,0024
3	0,10	0,30	0,10	0,0036
4	0,20	0,10	0,20	0,0096

- Qual é a expressão da lei de Guldberg-Waage para essa reação?

Resolução

Primeiro é necessário determinar a ordem em relação a cada espécie.

BrO_3^-: comparando os experimentos **1** e **2**, em que apenas a concentração de íons bromato varia, nota-se que $[BrO_3^-]^1$ é diretamente proporcional a T_i. Ou seja, a ordem é igual a 1.

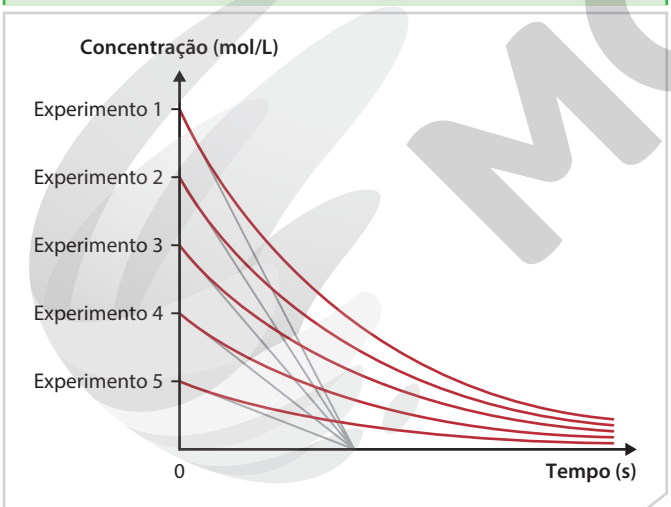
Br^-: comparando os experimentos **1** e **3**, em que apenas a concentração de íons brometo varia, nota-se que $[Br^-]^1$ é diretamente proporcional a T_i. Ou seja, a ordem é igual a 1.

H_3O^+: comparando os experimentos **2** e **4**, em que apenas a concentração de íons oxônio varia, nota-se que $[H_3O^+]^2$ é diretamente proporcional a T_i. Ou seja, a ordem é igual a 2.

A expressão da lei de Guldberg-Waage é, portanto: $T_i = k \cdot [BrO_3^-] \cdot [Br^-] \cdot [H_3O^+]^2$.

Observando a equação global de uma reação química, não é possível determinar se é uma reação elementar ou não elementar. Essa informação, que nos possibilita determinar a lei cinética para dada reação química, pode ser obtida por meio da realização de experimentos. Nesse caso, um dos principais métodos baseia-se em acompanhar a variação da concentração dos reagentes em função do tempo, no denominado método das taxas iniciais.

VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE N_2O_5 EM FUNÇÃO DO TEMPO



HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: BURROWS, A. et al. *Chemistry*[3]: introducing inorganic, organic and physycal chemistry. 3. ed. Inglaterra: Oxford University Press, 2017. p. 409.

Vamos utilizar, como exemplo, a reação química de decomposição do pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), dada por:

$$2\,N_2O_5(g) \longrightarrow 4\,NO_2(g) + O_2(g)$$

Foram realizados cinco experimentos com concentrações iniciais distintas. Observe o gráfico ao lado. Note que a taxa da reação muda e, nos instantes iniciais da reação química, a curva aproxima-se de uma reta. É nessa faixa que a taxa média de consumo do reagente é equivalente à **taxa inicial da reação**, dada por:

$$T_0 = \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}$$

Para essa reação, correlacionando a concentração inicial de reagente e a taxa de reação, verifica-se que elas são diretamente proporcionais. Ou seja, a ordem da reação é igual a 1.

3. Utilizando a lei cinética para a reação entre os íons bromato e brometo, determine o valor de *k* da reação química. Veja resolução no **Suplemento para o professor**.

4. Por que devemos manter a temperatura constante durante os experimentos realizados no método das taxas iniciais?

3. $k = 12\,L^3/mol^3 \cdot s$
4. A variação da temperatura pode mudar o valor de *k* e levá-lo às taxas iniciais sem correlação apenas com a concentração de reagente.

MODERNA

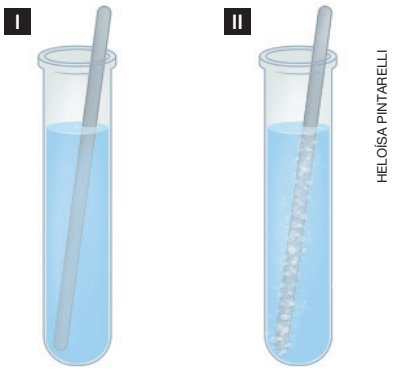
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** e **4** no **Suplemento para o professor**.

1. Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. Para exemplificar essa interferência, um professor colocou um fio de zinco metálico (Zn) em uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluída (tubo **I**) e outro fio de zinco metálico em uma solução concentrada (tubo **II**). Observe a seguir.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do experimento realizado pelo professor com os fios de zinco metálico em diferentes soluções de ácido sulfúrico (**I** e **II**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Elabore uma explicação para os resultados observados em cada um dos tubos.

2. **(UPF-RS)** A mídia veicula, no dia a dia, inúmeras propagandas sobre produtos que evitam o envelhecimento humano. O processo de envelhecimento humano durante os anos de vida está relacionado à rapidez das reações de oxidação químicas e/ou biológicas.

Com relação aos fatores que podem afetar a rapidez das reações químicas, é **correto** afirmar que

a) em uma reação química, o aumento da temperatura aumenta a energia de ativação.

b) o aumento das colisões dos reagentes pode afetar a rapidez da reação.

c) a adição de um catalisador afeta a entalpia da reação.

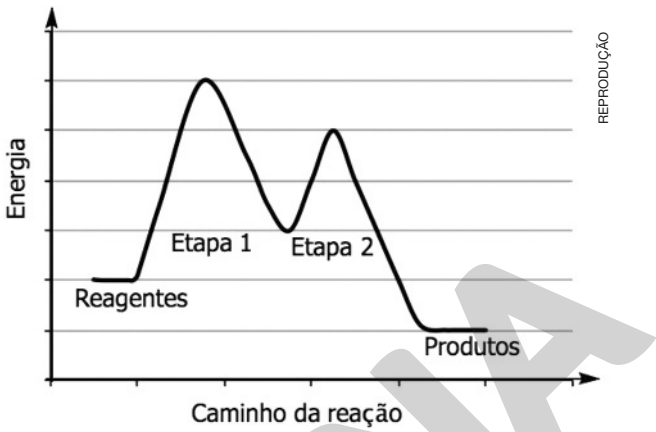
d) a pressão afeta a cinética de reação, independente do estado de agregação dos reagentes.

e) quanto menor a superfície de contato entre os reagentes, mais rápida é a reação.

Alternativa **b**.

3. **(UFRGS-RS)** Para a obtenção de um determinado produto, realiza-se uma reação em 2 etapas.

O caminho dessa reação é representado no diagrama a seguir.



REPRODUÇÃO

Considere as afirmações abaixo, sobre essa reação.

I) A etapa determinante da rapidez da reação é a etapa 2.

II) A reação é exotérmica.

III) A energia de ativação da etapa 1 é maior que a energia de ativação da etapa 2.

Quais estão corretas?

a) Apenas I.

b) Apenas II.

c) Apenas III.

d) Apenas II e III.

e) I, II e III.

Alternativa **d**.

4. Observe o quadro a seguir.

Experimento	[HCl] (mol/L)	Rapidez (mol/L · min)
1	0,10	$1{,}01 \cdot 10^{-3}$
2	0,20	$2{,}02 \cdot 10^{-3}$
3	0,40	$4{,}04 \cdot 10^{-3}$
4	0,60	$6{,}06 \cdot 10^{-3}$

Com base nas informações do quadro e na reação química dada por

$2\,HCl(g) \longrightarrow H_2(g) + Cl_2(g)$, determine:

a) a ordem global da reação;

b) a lei de reação;

c) a constante *k* da taxa de desenvolvimento.

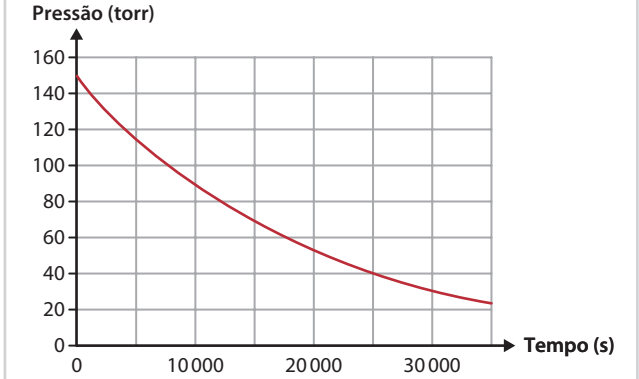
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

5. Considere o gráfico abaixo, que corresponde à variação da pressão de metilcarbilamina (CH_3NC) em sua reação de conversão em etanonitrila (CH_3CN).

VARIAÇÃO DA PRESSÃO DE CH_3NC EM FUNÇÃO DO TEMPO

HELOÍSA PINTARELLI



Fonte: BROWN, T. L. et al. *Química*: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. p. 619.

a) A taxa média de consumo do reagente é a mesma ao longo de diferentes intervalos de tempo? Calcule os valores correspondentes aos intervalos de tempo entre 0 e 10 000 s e 10 000 e 20 000 s. Resposta no **Suplemento para o professor**.

b) Como a variação da taxa de uma reação química com a concentração de um reagente pode explicar isso? No decorrer da reação, a concentração ou quantidade de reagente diminui, ocasionando a diminuição na rapidez da reação.

6. **(UFRN-RN)** A camada de ozônio é considerada a camada protetora do planeta Terra, pois controla a passagem de raios ultravioleta, que, em excesso, são considerados prejudiciais aos seres vivos. Ambientalistas, pesquisadores e outros grupos da sociedade vêm observando o aumento da incidência desses raios sobre a Terra. A decomposição do ozônio constitui um processo natural que pode ser acelerado pela presença de poluentes atmosféricos. A equação a seguir representa o equilíbrio da transformação espontânea do ozônio em oxigênio: $2\,O_3(g) \rightleftharpoons 3\,O_2(g)$

Supõe-se que o processo dessa reação de decomposição ocorra em duas etapas, segundo o mecanismo:

1ª etapa: rápida, reversível $O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + O(g)$

2ª etapa: lenta $O_3(g) + O(g) \rightleftharpoons 2\,O_2(g)$

A lei que expressa a rapidez da decomposição do ozônio é:

a) $v = k \cdot [O_2]^2$ **b)** $v = k \cdot [O_3]$ **c)** $v = k \cdot [O_3] \cdot [O]$ **d)** $v = k \cdot [O_2] \cdot [O]$

Alternativa **c**.

7. **(Enem)** Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos **1**, **2** e **3**, respectivamente?

a) Temperatura, superfície de contato e concentração.

b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.

c) Temperatura, superfície de contado e catalisadores.

d) Superfície de contato, temperatura e concentração.

e) Temperatura, concentração e catalisadores.

Alternativa **c**.

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

CAPÍTULO

7

1. O objetivo desta questão é analisar o conhecimento dos estudantes acerca dos combustíveis fósseis e de sua escassez. Sua formação é dada por meio de processos naturais relacionados à decomposição de organismos (matéria orgânica).

2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem seu alto valor calorífico, o que o torna grande fonte de energia térmica, além de resultar em um grande crescimento econômico.

Queima de combustíveis fósseis

Máquinas a vapor e motores de combustão interna

Leia a seguir um trecho de reportagem sobre a extração e a utilização de combustíveis fósseis na sociedade atual.

> Apesar dos frequentes (e intensos) efeitos das mudanças climáticas, a humanidade segue investindo na principal causa dessa ameaça para a vida no planeta: a exploração dos combustíveis fósseis. A queima deles em usinas, fábricas e carros é responsável por 90% das emissões de dióxido de carbono – e sua produção segue crescendo em ritmo alarmante.
>
> [...]
>
> OLIVEIRA, A. J. Produção de combustíveis fósseis excederá 120% do limite seguro. *Superinteressante*, São Paulo, 21 nov. 2019. Ciência. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/producao-de-combustiveis-fosseis-excedera-120-do-limite-seguro/>. Acesso em: 19 ago. 2020.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes citem como vantagens da utilização de máquinas: a velocidade de produção, a redução de custos nos processos de produção e o maior acesso da sociedade aos produtos produzidos. Enquanto algumas das desvantagens são: a poluição ambiental, o maior consumo de energia e a possibilidade de perdas de postos de trabalho (substituição de mão de obra humana). A utilização de máquinas contribui para a maior poluição do ambiente, com a emissão de gases e a produção de lixo industrial, além de outros efeitos danosos.

ROGÉRIO REIS/PULSAR IMAGENS

Plataforma de petróleo na Baía de Guanabara, município do Rio de Janeiro (2018).

LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

Mineradora de carvão mineral no município de Treviso, Santa Catarina (2016).

RENATA MELLO/PULSAR IMAGENS

Tanques de armazenamento de gás natural no município do Rio de Janeiro (2015).

1. Como são formados os combustíveis fósseis?
2. Qual é a importância dos combustíveis fósseis para a sociedade atual?
3. Cite uma vantagem e uma desvantagem relacionadas ao uso de máquinas industriais em substituição aos processos manufaturados. Qual das duas formas polui mais o ambiente e de que maneira isso ocorre?

Mesmo com as inúmeras desvantagens, como a quantidade limitada e a causa de diversos problemas ambientais e de saúde, o uso de combustíveis fósseis segue aumentando. A vantagem de sua utilização está na grande quantidade de energia produzida e no melhor custo-benefício, comparando a outros tipos de energia.

Como abordado na reportagem, a queima dos combustíveis fósseis é responsável por emitir grandes quantidades de gases, como o dióxido de carbono (CO_2), o qual colabora para a intensificação do efeito estufa natural. Alguns tipos de combustíveis fósseis são o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Eles são utilizados como fontes de energia para o funcionamento de diversos dispositivos e máquinas, por exemplo, a gasolina e o *diesel* são derivados do petróleo e são utilizados, principalmente, em motores de máquinas e de veículos.

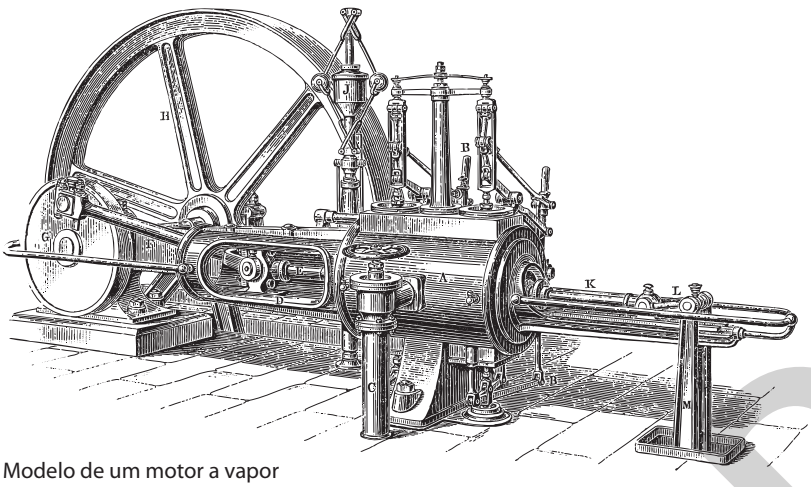
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Com o crescimento do setor industrial, ocorrido em meados do século XVIII na Grã-Bretanha e posteriormente em vários outros países, houve a necessidade de novas fontes de energia para o funcionamento das máquinas.

A partir da Revolução Industrial, as máquinas movidas a vapor desempenharam um papel fundamental, uma vez que foram as responsáveis pela transformação do calor em movimento, isto é, por meio do motor a vapor era realizada a conversão da energia térmica em energia mecânica na forma de realização de trabalho.

Ainda que os princípios básicos para a construção do motor a vapor tenham sido descritos pelo matemático grego Heron de Alexandria (10-75) por volta do século I e que grandes contribuições posteriores tenham sido apresentadas por outros estudiosos – como o francês Denis Papin (1647-1712) em 1679, o inglês Thomas Savery (1650-1715) em 1698 e o inglês Thomas Newcomen (1664-1729) em 1712 –, o motor a vapor rotatório só foi efetivamente desenvolvido em 1765, pelo cientista escocês James Watt (1736-1819).



HEIN NOUWENS/SHUTTERSTOCK

Modelo de um motor a vapor rotatório, desenvolvido por James Watt (1765).

Watt desenvolveu um tipo de motor que era capaz de girar em um eixo, em vez de realizar apenas o movimento de subir e descer, por meio de engrenagens que convertiam esse deslocamento em movimento circular. O motor a vapor rotativo de Watt pôde então ser amplamente utilizado com variadas aplicações, por exemplo, movimentar máquinas nas fábricas e usinas de algodão.

Nas máquinas a vapor, a fonte de energia utilizada para aquecer a água e transformá-la em vapor é o carvão mineral, um tipo de combustível fóssil.

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

As máquinas a vapor tiveram grande importância para o desenvolvimento da sociedade e das tecnologias utilizadas nos dias de hoje. Com base nisso, faça o que se pede.

a) Reúna-se a um colega e discutam quais impactos positivos e negativos as máquinas a vapor impuseram à sociedade. Quais mudanças ocorreram na organização social, como trabalho e modo de vida, por exemplo?

b) Quais impactos ambientais foram impostos pela utilização em massa das máquinas a vapor?

A partir do desenvolvimento das máquinas movidas a vapor, foram surgindo outras tecnologias mais avançadas, capazes de alcançar maiores rendimentos. O motor a vapor desenvolvido por Watt era capaz de converter apenas cerca de 2% da energia térmica em movimento. Em 1900, após algumas melhorias, a eficiência do motor a vapor aumentou para aproximadamente 17%.

O motor de combustão interna é produto desse avanço de tecnologia. Já no início dos anos 1900, esse tipo de motor havia substituído o motor a vapor como o principal sistema para a geração de energia. Entre os fatores que levaram a essa substituição, está o fato de ele possuir maior eficiência térmica (entre 20% e 35%).

Para o estudo do funcionamento desses motores, é necessário compreender primeiro o comportamento dos gases, que são sujeitos a várias transformações, as quais serão definidas a seguir.

MODERNA

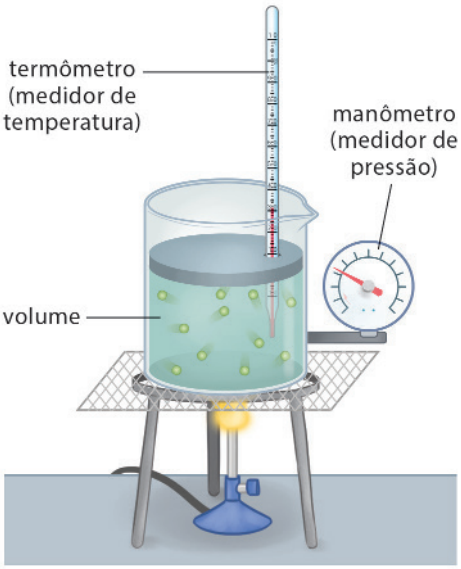
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Transformações gasosas

Uma substância que assume a fase física gasosa é constituída por minúsculas partículas (átomos, moléculas, íons etc.), que são dotadas de movimentos aleatórios. Devido a isso, o gás ocupa todo o espaço no interior do recipiente que o contém. Dessa maneira, o volume do gás é o volume do próprio recipiente, isto é, o gás possui a forma e o volume definidos pelo recipiente no qual está contido.

Considerando um gás confinado em um recipiente, seu comportamento pode ser analisado em função de grandezas macroscópicas, como a temperatura (*T*), o volume (*V*) e a pressão (*p*), denominadas **variáveis de estado**. Essas três variáveis definem o estado termodinâmico do gás, assim, conhecendo-as podemos definir as propriedades físicas do gás.

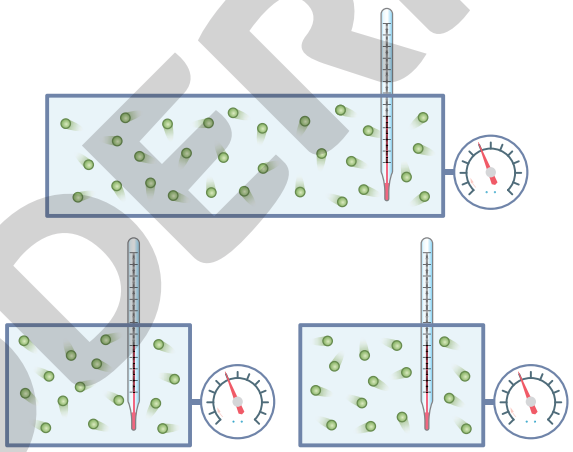


Representação de um gás confinado em um recipiente com manômetro e termômetro acoplados. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A grandeza temperatura está relacionada com o grau de agitação das partículas que constituem o gás, de modo que, quanto maior o grau de agitação, maior é a medida da temperatura. Por causa dessa agitação, as partículas colidem com as paredes do recipiente, imprimindo força sobre elas, resultando na pressão exercida pelo gás.

As variáveis de estado podem ser divididas em intensivas e extensivas. As classificadas como intensivas são independentes da massa do gás, enquanto as extensivas variam em função da massa.

Por exemplo, se uma quantidade de gás é dividida em duas partes iguais, cada uma delas apresentará os mesmos valores das variáveis intensivas, como pressão e temperatura. No entanto, as variáveis extensivas terão metade de seu valor inicial, como a massa de gás e o volume.



Representação das variáveis intensivas (pressão e temperatura) que não variam, enquanto a variável extensiva (volume) sofre variação. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

O estudo do comportamento dos gases é realizado por meio de modelos idealizados, que simplificam as relações matemáticas entre as variáveis de estado. Nesses modelos, os gases considerados são chamados de **gases ideais** ou **gases perfeitos**. Os gases ideais têm as seguintes características:

- são compostos de partículas de mesma massa;
- o volume das moléculas é desprezível;
- suas partículas se distribuem uniformemente por todo o volume determinado pelo recipiente que os contém;
- o movimento de suas partículas é aleatório e obedece às leis de Newton;
- uma vez que suas moléculas estão muito distantes entre si, as forças gravitacional e elétrica entre elas são desprezíveis;
- as colisões das moléculas entre si e com as paredes do recipiente são perfeitamente elásticas, conservando o momento linear e a energia mecânica do sistema.

As transformações de um gás ocorrem em relação às variáveis de estado pressão, volume e temperatura. A variação de uma delas provoca a variação das outras. No entanto, alguma delas pode permanecer constante enquanto as outras variam. Essas transformações serão trabalhadas a seguir.

4. O enchimento dos balões de ar quente se dá pelo aquecimento do ar contido em seu interior. Explique como isso ocorre.
5. Observamos que as bolhas de ar em um líquido aumentam de tamanho durante sua ascendência até a superfície. Explique por que isso ocorre.
6. Explique o que ocorre com uma panela de pressão ao receber do fogão grande quantidade de calor.

!

Os gases reais presentes na atmosfera, como o oxigênio (O_2), o nitrogênio (N_2) e o gás carbônico (CO_2), se comportam, em determinadas condições, como gases ideais.

!

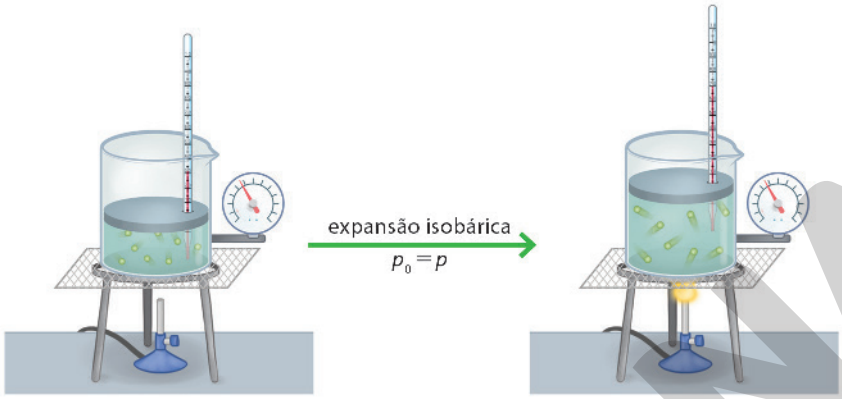
A transformação gasosa não está diretamente relacionada à transformação de fase. No entanto, em algumas situações, a transformação gasosa pode estar acompanhada de uma transformação de fase física.

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

MODERNA

A transformação gasosa na qual a pressão do gás permanece inalterada enquanto o volume e a temperatura variam é denominada **isobárica**.

Considere um recipiente cilíndrico com um êmbolo móvel, que seja livre para descer ou subir, sem atrito com as paredes do cilindro. Aquecendo o gás por meio de uma fonte de calor, observa-se o aumento das medidas de temperatura e volume. No entanto, a quantidade de choques das moléculas do gás com as paredes do recipiente não se altera, mantendo, assim, a pressão constante, como mostra a imagem abaixo.



Representação de um gás durante uma expansão isobárica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A relação entre as variáveis volume e temperatura para uma transformação isobárica foi observada e comprovada em épocas distintas pelo físico Jacques Charles (1746-1823) e pelo químico Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850), ambos franceses. Essa relação está descrita e expressa a seguir.

Durante um processo em que a pressão de um gás é mantida constante, o volume e a temperatura absoluta do gás são diretamente proporcionais.

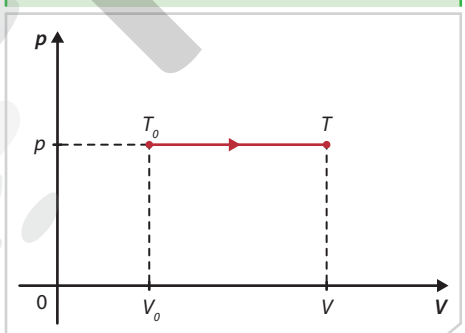
Matematicamente, essa relação pode ser escrita como:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} = \text{constante}$$

em que V e T são, respectivamente, o volume e a **temperatura absoluta** do sistema após a transformação isobárica.

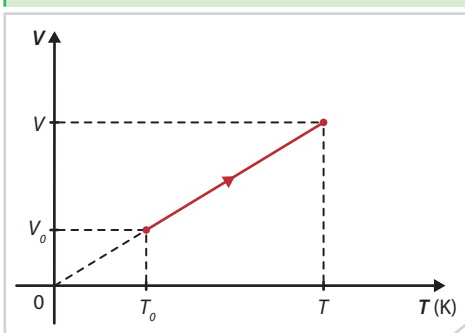
Para esse tipo de transformação, o diagrama da pressão em função do volume $(p \times V)$ corresponde a uma reta horizontal, isto é, uma função constante. No entanto, como a relação entre o volume e a temperatura é linear, o diagrama $(V \times T)$ é representado por uma reta crescente.

DIAGRAMA $(p \times V)$ PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

DIAGRAMA $(V \times T)$ PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 232.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

!

A temperatura absoluta representa a temperatura graduada na escala kelvin. Portanto, qualquer outra medida deve ser convertida para essa escala. A conversão das escalas Celsius e Fahrenheit é dada, respectivamente, por:

$T_K = T_C + 273$ e

$$\frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

Preparação de um balão de ar quente.

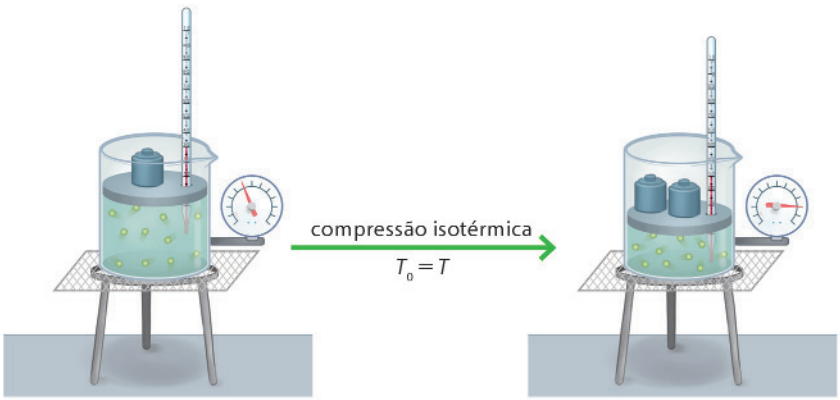
JONAS 12611/SHUTTERSTOCK

Durante o preparo de um balão de ar quente, o aquecimento do ar em seu interior provoca o aumento de seu volume até que obtenha o formato definido. Durante a expansão, a pressão é mantida constante, isto é, o ar atmosférico passa por uma transformação isobárica.

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

A transformação gasosa na qual o gás sofre variação de volume e pressão, enquanto sua temperatura permanece constante, é chamada **isotérmica**.

Considerando o mesmo esquema da página anterior, o gás passa por uma contração de seu volume, provocada pela ação da força peso de dois objetos de massa posicionados sobre o êmbolo. Com o espaço reduzido, a quantidade de colisões das moléculas do gás com as paredes do recipiente aumenta, de modo a aumentar a pressão, mas mantendo a temperatura constante, como na imagem abaixo.



Representação de um gás durante uma compressão isotérmica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

As observações da relação inversamente proporcional entre as variáveis pressão e volume para uma transformação isotérmica foram atribuídas ao físico irlandês Robert Boyle (1627-1691) e ao cientista frânces Edme Mariotte (1620-1684). Veja a descrição e a expressão dessa relação a seguir.

Durante um processo em que a temperatura absoluta de um gás é mantida constante, sua pressão e seu volume são inversamente proporcionais.

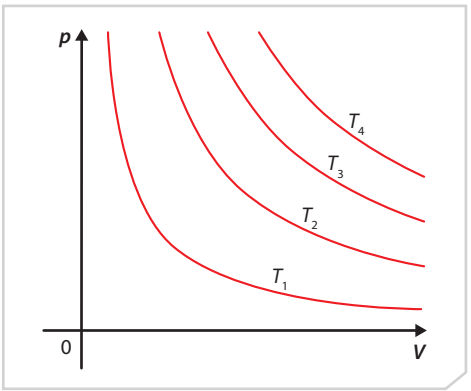
Matematicamente, essa relação pode ser escrita como:

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V = \text{constante}$$

em que p e V são, respectivamente, a pressão e o volume final do sistema após a transformação isotérmica.

O diagrama de pressão em função do volume $(p \times V)$ de uma transformação isotérmica é representado por uma função hiperbólica, chamada **isoterma**. Nesse tipo de representação, para cada valor de temperatura, cria-se uma isoterma diferente, como mostra o diagrama ao lado.

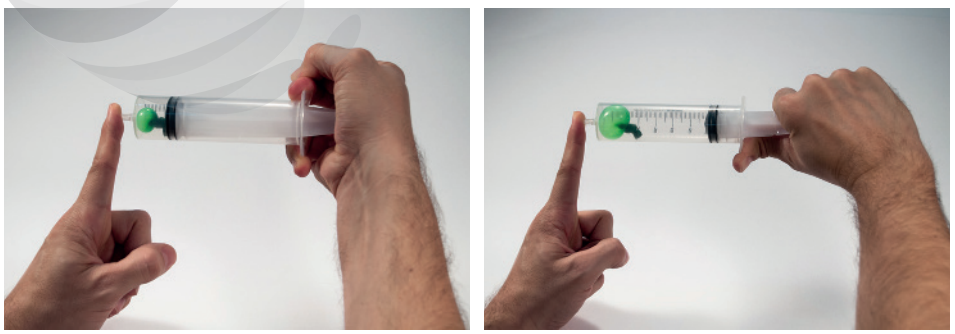
DIAGRAMA $(p \times V)$ PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

Uma transformação isotérmica pode ser observada em um experimento simples, utilizando uma seringa e um pequeno balão de festa com um pouco de ar em seu interior. Ao vedarmos a saída de ar da seringa e pressionarmos o êmbolo, ocorre o aumento da pressão em seu interior. Como consequência, o volume do balão de festa diminui. Quando puxamos o êmbolo, a pressão no interior da seringa diminui. Como consequência, o volume do balão de festa aumenta.



FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZA/ASC. IMAGENS

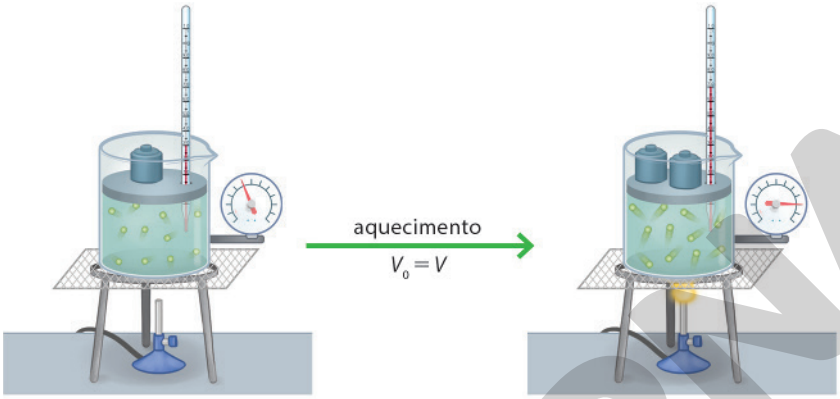
Experimento de transformação isotérmica. O aumento da pressão no interior da seringa faz o volume do balão de festa diminuir. Quando a pressão é diminuída, ao puxar o êmbolo, o volume do balão de festa aumenta.

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

MODERNA

A transformação **isovolumétrica** ocorre quando o volume do gás permanece constante, variando tanto a pressão quanto a temperatura do sistema. Essa transformação também é chamada de **isométrica** ou **isocórica**.

Com base nos esquemas anteriores, considera-se que o gás no interior do cilindro é aquecido, de modo que o êmbolo não se mova, mantendo, assim, o volume constante. O aumento da temperatura faz aumentar o grau de agitação das moléculas, elevando a quantidade de choques com as paredes do recipiente, isto é, elevando a pressão no interior do recipiente, conforme mostra a imagem abaixo.



Representação de um gás sendo aquecido isovolumetricamente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A relação diretamente proporcional entre as grandezas pressão e temperatura foi definida por Jacques Charles e pode ser descrita e expressa como apresentado a seguir.

> Durante um processo em que o volume de um gás é mantido constante, a pressão e a temperatura absoluta desse gás são diretamente proporcionais.

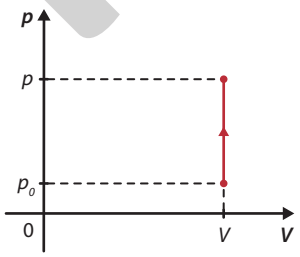
Matematicamente, essa relação pode ser expressa por:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} = \text{constante}$$

em que p e T são, respectivamente, a pressão e a temperatura absoluta final do sistema após a transformação isovolumétrica.

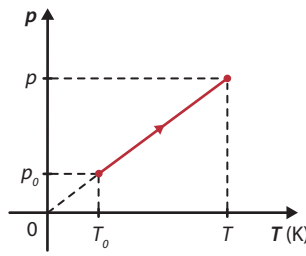
O diagrama da pressão em função do volume $(p \times V)$ para uma transformação isovolumétrica é dado por uma reta vertical, enquanto o diagrama da pressão em função da temperatura $(p \times T)$ é dado por uma reta crescente, tratando-se de uma função linear, como são representados abaixo.

DIAGRAMA $(p \times V)$ PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

DIAGRAMA $(p \times T)$ PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 230.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

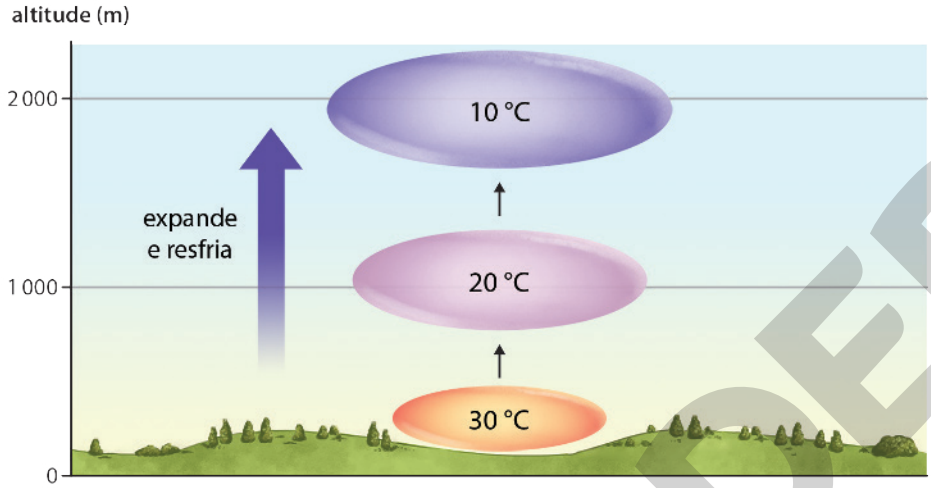
Essa transformação é observada nos pneus de um automóvel, por exemplo, pois, conforme ele se desloca, o atrito dos pneus com o solo provoca o aumento da temperatura do gás em seu interior. Como o volume dos pneus permanece constante, a pressão em seu interior aumenta. Por esse motivo, a calibragem dos pneus com frequência é fundamental para garantir seu máximo desempenho e a máxima segurança do usuário.

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

A transformação gasosa chamada **adiabática** ocorre em situações nas quais o gás não efetua trocas de energia com o meio externo na forma de calor. Nesse tipo de transformação, as três variáveis de estado (volume, pressão e temperatura) sofrem alterações durante o processo.

Para que essa troca de calor não ocorra durante a transformação, uma alternativa é confinar o gás em um recipiente termicamente isolado. No entanto, a transformação adiabática também ocorre caso o processo seja rápido o bastante para que as trocas de calor possam ser desprezíveis, pelo fato de o processo de transmissão de calor por condução ou convecção ser relativamente lento.

A formação das nuvens e a formação de neblina em dias frios, por exemplo, são resultados da transformação adiabática. Quando uma quantidade de ar sobe para regiões em que a pressão atmosférica é cada vez menor, seu volume sofre uma expansão rápida o suficiente para que não haja trocas de calor e sua temperatura diminui até a condensação da água, como mostra o esquema a seguir.

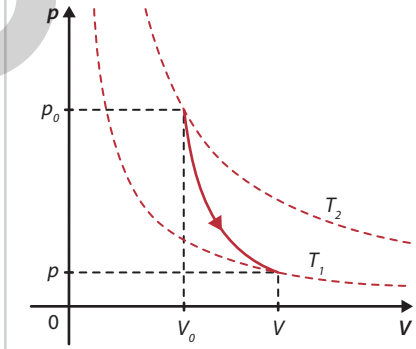


ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação da formação de nuvens na atmosfera terrestre. A massa de ar ascendente diminui sua temperatura conforme a pressão atmosférica diminui, resultado do aumento da altitude. Assim, a massa de ar se condensa de acordo com sua saturação. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

O diagrama da pressão em função do volume ($p \times V$) para uma transformação adiabática é representado por uma curva. Essa curva adiabática decai mais rapidamente que a isoterma, como mostra o diagrama ao lado.

DIAGRAMA ($p \times V$) PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

No cotidiano, esse tipo de transformação é bastante utilizado nos aerossóis, por exemplo.

Um aerossol é composto da mistura de dois líquidos confinados em um recipiente sujeito a uma grande pressão interna. Um dos líquidos é o próprio produto. O outro é um gás chamado propelente, o qual se encontra na fase líquida devido à grande pressão no interior do recipiente. Ao acionarmos a válvula de escape, a pressão interna do recipiente diminui e o propelente assume novamente a fase gasosa, aumentando seu volume. Com isso, ele escapa com grande violência, levando parte do produto junto.

A expansão do gás propelente ocorre sem haver trocas de calor com o meio externo, fazendo com que haja uma diminuição da temperatura interna, sentida pelo resfriamento do recipiente quando os gases são expelidos.

ALAN SAU/SHUTTERSTOCK

Frasco de *spray* aerossol.

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

MODERNA

Lei geral dos gases

Quando estudamos transformações nas quais todas as variáveis de estado sofrem alteração, é necessário considerar as relações de proporcionalidade que existem entre elas em cada processo individualmente. Por exemplo, vimos que, em um processo isobárico, o volume e a temperatura são diretamente proporcionais. Já em um processo isotérmico, a pressão e o volume são inversamente proporcionais. E, na transformação isovolumétrica, a pressão e a temperatura também são diretamente proporcionais.

Com base nessas relações, o físico francês Benoit Paul Émile Clapeyron (1799-1864) estabeleceu uma única equação que sintetiza todas as transformações de um gás ideal, chamada **equação geral dos gases ideais**:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} = \text{constante}$$

Essa equação, também conhecida como **lei geral dos gases ideais**, relaciona as três variáveis de estado de um gás ideal para qualquer tipo de transformação, desde que não ocorra variação da quantidade de gás, isto é, para o número de mol (n) constante.

- $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$, para uma transformação isobárica $(p_0 = p)$;
- $p_0 \cdot V_0 = p \cdot V$, para uma transformação isotérmica $(T_0 = T)$;
- $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T}$, para uma transformação isovolumétrica $(V_0 = V)$;
- $\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T}$, para uma transformação adiabática $(Q = 0)$.

O mol corresponde à quantidade de partículas, definido pelo número de Avogadro (N_A), em que:

$$N_A = 1 \text{ mol} = 6{,}023 \cdot 10^{23} \text{ partículas}$$

O número de mol de uma substância pode ser determinado em função de sua massa (m) e de sua massa molar (M), de modo que:

$$n = \frac{m}{M}$$

Logo, a constante determinada por Clapeyron, chamada **constante universal dos gases ideais** e representada pela letra R, é válida para qualquer tipo de gás. Assim, podemos escrever:

$$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R \therefore \; p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Para as variáveis de estado expressas nas unidades do SI, isto é, pressão em pascal (Pa), volume em metro cúbico (m^3) e temperatura em kelvin (K), a constante universal R possui valor igual a:

$$R = 8{,}31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol} \cdot \text{K}$$

Como 1 Pa = 1 N/m² e 1 J = 1 N · m, a constante universal, ainda no SI, também pode ser escrita da seguinte maneira:

$$R = 8{,}31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

No entanto, caso as variáveis sejam expressas em atm (pressão), L (volume) e K (temperatura), sendo 1 atm = $1{,}01 \cdot 10^5$ Pa e 1 L = 10^{-3} m³, temos:

$$R = 0{,}082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$$

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

MODERNA

INVESTIGUE

Transformações gasosas

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Contextualização

Atualmente, muitas máquinas fazem parte de nosso dia a dia e seria difícil imaginar a vida sem elas. Do motor dos automóveis à panela de pressão, a termodinâmica está presente em muitos fenômenos do cotidiano.

Desde o surgimento das máquinas a vapor, que foram fundamentais para a Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra em meados do século XVIII, os estudos da termodinâmica possibilitaram a análise de propriedades da matéria em determinadas situações de temperatura e pressão, o que permitiu sua aplicação em diversos processos que envolvem as transformações gasosas e as mudanças de estado da matéria.

NICOLE PATIENCE/SHUTTERSTOCK

Locomotiva a vapor no município de Clarkefield em Victoria, Austrália (2018). Além de ser um dos símbolos da Revolução Industrial, sua evolução e seu aperfeiçoamento levaram ao surgimento dos motores de combustão interna, utilizados atualmente nos veículos.

Tais processos são encontrados na meteorologia, como em instrumentos de medição de pressão, temperatura e umidade relativa do ar, nas usinas termelétricas, em turbinas de aviões, não deixando de citar sua aplicação em larga escala nos automóveis, em que o processo de combustão envolve a liberação de energia.

a) Como é possível produzir movimento alterando o estado de um gás?

Orientações

Junte-se a três colegas e investiguem como ocorrem as transformações gasosas no funcionamento de uma máquina que usa a energia térmica liberada pelo vapor de água para gerar movimento.

Elaborem um roteiro de investigação, contemplando as questões a seguir.

- Os conteúdos trabalhados neste capítulo serão importantes para nossa investigação?
- Quais variáveis termodinâmicas deverão ser observadas durante a investigação?
- Quais materiais vamos precisar para essa atividade?
- Qual é o objetivo de cada material selecionado?
- Quais cuidados devemos ter durante a montagem e a realização da investigação?
- De que maneira vamos organizar os dados e os resultados obtidos?

Ao executarem a atividade de investigação, proponham soluções para os possíveis problemas e anotem as observações que julgarem pertinentes e todas as etapas necessárias, registrando-as por meio de um vídeo.

! Peça a ajuda de um adulto para a manipulação de objetos cortantes e aquecidos, caso necessário.

Análise e divulgação dos dados

O vídeo registrado e editado por vocês será utilizado para compartilhar com o restante da turma os procedimentos e os resultados da atividade. Para isso, registrem a maior quantidade possível de etapas e procedimentos, os dados obtidos no decorrer da investigação e suas conclusões.

Incluam, nas explicações, as respostas para as questões a seguir. Por fim, façam a apresentação do vídeo para os colegas e proporcionem um momento para responderem a questões ou dúvidas que eles possam ter.

1. O que aconteceu quando a temperatura foi aumentada? Explique por que isso ocorreu.
2. O que aconteceu quando a temperatura foi diminuída? Explique por que isso ocorreu.
3. Quais tipos de transformações gasosas foram observadas na investigação realizada?
4. Qual é a transformação de energia que pôde ser observada durante a realização da investigação?

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

MODELO

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. Analise as afirmações abaixo e julgue-as como verdadeira ou falsa, justificando no caderno as falsas.

I) Em uma transformação isobárica, o volume de determinado gás ideal não sofre alteração.

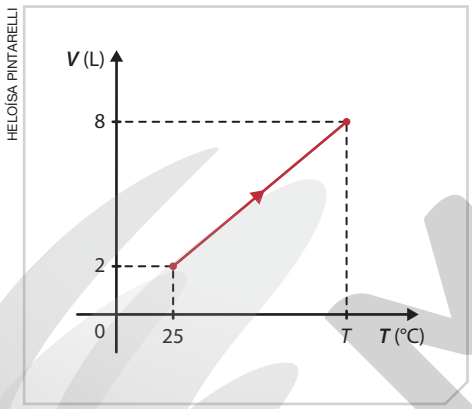
II) A transformação isocórica ocorre quando o volume permanece constante e as grandezas pressão e temperatura sofrem variações.

III) Em um processo adiabático, o sistema não troca calor com o meio externo.

IV) Na transformação isotérmica, as grandezas pressão e volume se relacionam de maneira proporcional e direta.

2. Em um experimento com gases ideais, um estudante obteve o gráfico do volume em função da temperatura de uma transformação isobárica, representado abaixo. Determine a temperatura T em kelvin. $T = 1\,192$ K

DIAGRAMA ($V \times T$) PARA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

3. Em determinada transformação gasosa, um gás perfeito inicialmente ocupa um volume de 10 L e é submetido a uma pressão de 2 atm. Ao sofrer uma expansão isotérmica, seu volume passa para 30 L. Calcule, em pascal, a nova pressão. $p = 6{,}7 \cdot 10^4$ Pa

4. Em uma viagem, os pneus de um carro foram calibrados igualmente quando a temperatura era 14 °C. Chegando ao município de destino, a temperatura dos pneus aumentou para 57 °C. Supondo que não houve variação do volume, calcule a pressão interna dos pneus ao chegar ao destino em função da pressão inicial p_0. $p = 1{,}15 \cdot p_0$

1. I) Falsa. Nas transformações isobáricas, a grandeza que permanece constante é a pressão. Uma transformação na qual o volume do gás não sofre alteração é denominada isométrica, isovolumétrica ou isocórica.
II) Verdadeira.
III) Verdadeira.
IV) Falsa. Em uma transformação isotérmica, pressão e volume são grandezas inversamente proporcionais.

5. **(UFRGS-RS)** Considere as afirmações abaixo, sobre o comportamento térmico dos gases ideais.

I) Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura inicial, quando aquecidos sob pressão constante de modo a sofrerem a mesma variação de temperatura, dilatam-se igualmente.

II) Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.

III) Uma dada massa gasosa, quando mantida sob pressão constante, tem temperatura T e volume V diretamente proporcionais.

Quais estão corretas? Alternativa **e**.

a) Apenas I.

b) Apenas II.

c) Apenas I e III.

d) Apenas II e III.

e) I, II e III.

6. Um recipiente com êmbolo fixo contendo 15 L de gás ideal em uma temperatura de 23 °C sofre uma transformação e tem sua pressão reduzida a $\frac{1}{3}$ de p_0. Qual é a temperatura T do gás? $T \simeq 98{,}7$ K

7. Um gás ideal confinado em um recipiente com volume inicial de 15 cm³ e temperatura de 10 °C sofre uma expansão isobárica quando recebe calor e tem sua temperatura elevada a 65 °C. Qual é o volume final ocupado pelo gás? $V \simeq 17{,}9$ cm³

8. É possível provocar o aquecimento de determinada quantidade de gás sem que seja fornecido calor ao sistema? Justifique sua resposta.

9. **(Enem)** Dois amigos se encontram em um posto de gasolina para calibrar os pneus de suas bicicletas. Uma das bicicletas é de corrida (bicicleta **A**) e a outra, de passeio (bicicleta **B**). Os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, exceto que a largura dos pneus de **A** é menor que a largura dos pneus de **B**. Ao calibrarem os pneus das bicicletas **A** e **B**, respectivamente, com pressões de calibração p_A e p_B, os amigos observam que o pneu da bicicleta **A** deforma, sob mesmos esforços, muito menos que o pneu da bicicleta **B**. Pode-se considerar que as massas de ar comprimido no pneu da bicicleta **A**, m_A, e no pneu da bicicleta **B**, m_B, são diretamente proporcionais aos seus volumes.

8. Sim, comprimindo rapidamente o gás, de modo a evitar que ele consiga trocar calor com o ambiente. Isso ocorre quando se bombeia ar rapidamente para dentro do pneu de uma bicicleta. Esse processo é realizado por meio de uma transformação gasosa adiabática (sem troca de calor com o meio).

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

Comparando as pressões e massas de ar comprimido nos pneus das bicicletas, temos: Alternativa **b**.

a) $p_A < p_B$ e $m_A < m_B$

b) $p_A > p_B$ e $m_A < m_B$

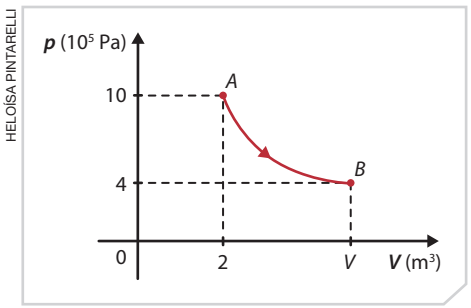
c) $p_A > p_B$ e $m_A = m_B$

d) $p_A < p_B$ e $m_A = m_B$

e) $p_A > p_B$ e $m_A > m_B$

10. De acordo com o gráfico de uma transformação isotérmica, representado a seguir, calcule o valor de V. $V = 5\ m^3$

DIAGRAMA ($p \times V$) DE UMA TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 240.

11. A atmosfera terrestre é composta de cinco camadas, separadas de acordo com a altitude em relação ao nível do mar. A camada mais próxima da superfície da Terra, denominada troposfera, vai do nível do mar até a altitude de 12 km. Nessa camada, formam-se os fenômenos climáticos, como chuvas, nuvens e relâmpagos, e sua temperatura pode variar de 40 °C até −60 °C. Supondo que um balão, cujo volume de 10 L está completamente preenchido com gás hélio, a 1 atm e 27 °C, suportasse alcançar o topo da troposfera, onde a temperatura é cerca de −50 °C e a pressão é de 0,25 atm, qual seria o volume do balão? $V \simeq 29{,}7\ L$

12. Determinada quantidade de gás ideal ocupava um volume de 2 cm³ quando submetida a uma pressão de 2 atm e temperatura de 30 °C. Em seguida, a temperatura desse gás foi elevada a 180 °C e o volume do recipiente foi elevado a 6 cm³. Calcule, em pascal, a nova pressão do gás. $p \simeq 10^5\ Pa$

13. **(UEM-PR)** Sobre a Lei do Gás Ideal, escreva em seu caderno a soma das afirmativas **corretas**.

01) Em um recipiente de volume constante, a pressão de um gás deve ser diretamente proporcional à sua temperatura em Kelvin.

02) Em um recipiente mantido a uma temperatura constante, a pressão de um gás deve se comportar, em função do volume, como uma função quadrática.

04) Para um conjunto de amostras de um mesmo gás, todas com mesma pressão e temperatura, a razão entre as massas coincide com a razão entre os volumes.

08) Dobrando-se o volume e diminuindo-se pela metade a pressão de uma amostra gasosa, a temperatura final dessa amostra deve ser igual à inicial.

16) É possível alterar a pressão de uma amostra gasosa sem modificar sua temperatura, seu volume e sua massa.

Soma: 01 + 04 + 08 = 13

14. Em condições em que um gás é considerado perfeito, as variáveis de estado assumem os valores $p_0 = 2$ atm, $V_0 = 2$ L e $T_0 = 293$ K. Ao sofrer determinada transformação, as variáveis passam a assumir os valores $p = 1{,}5$ atm, $V = 4$ L e T. Calcule, em °C, o valor de T. $T = 166{,}5\ °C$

15. Um experimento comum para ilustrar a pressão atmosférica é aquecer uma lata de alumínio com um pouco de água em seu interior até que ela se transforme totalmente em vapor. Na sequência, se a lata de alumínio for colocada em um recipiente contendo água fria, com a abertura voltada para a água, ela sofre uma deformação e fica amassada, como mostrado na fotografia a seguir.

MAMUKA GOTSIRIDZE/ SHUTTERSTOCK

Lata de alumínio amassada.

Utilizando os conceitos de transformações gasosas, explique o que ocorre com o gás no interior da lata e provoca sua implosão.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

16. Uma amostra gasosa que está à temperatura de 300 K, exerce uma pressão de 3 atm nas paredes de um recipiente com volume de 6 L. Se o gás for comprimido para um volume de 4 L e a temperatura elevada até 400 K, qual o valor da nova pressão exercida pelo gás? $p = 6\ atm$

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

MODERNA

CAPÍTULO

8

Termodinâmica

1. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao trabalho realizado por um gás. Eles podem citar que a queima da gasolina produz gases que se expandem e movimentam os pistões do motor, transformando energia química em cinética. Esta energia sofre outras transformações até ser transmitida para as rodas, resultando na energia cinética do automóvel.

1. Como é possível obter energia mecânica em um automóvel movido a gasolina?

Trabalho em uma transformação gasosa

No capítulo anterior, mencionamos que durante o funcionamento de um motor a combustão interna ocorrem vários tipos de transformações gasosas.

Vamos retomar o funcionamento dos motores a combustão interna para entendermos melhor como ele funciona.

A combustão é uma reação química entre uma substância combustível com o gás oxigênio (O_2) que libera energia térmica, ou seja, calor. A quantidade de energia liberada na combustão varia de acordo com o combustível utilizado. Por exemplo, a gasolina libera 47,87 kJ/g, já o etanol libera cerca de 29,67 kJ/g.

Nos motores a gasolina, a combustão da mistura de ar e combustível, normalmente, é iniciada por uma centelha (faísca elétrica) no interior da câmara de combustão. Os gases produzidos nessa reação se expandem e empurram os pistões. Devido à inércia do movimento causado por queimas anteriores, os pistões se deslocam continuamente em um movimento oscilatório para cima e para baixo, alterando o volume da câmara.

Esse movimento é mantido por sucessivas queimas e então é transferido às rodas pelas engrenagens do sistema de transmissão do veículo. Como consequência, a energia liberada na combustão é transformada em energia cinética, que faz o veículo se locomover.

Nem toda energia liberada pela combustão é utilizada para a produção de movimento. Parte dela provoca aquecimento do motor e outra parte é dissipada na forma de energia sonora.

Para entender como os gases gerados na combustão interagem com os pistões, vamos considerar que eles se comportam como gases ideais contidos em um recipiente cilíndrico, fechado com um êmbolo móvel, conforme mostrado ao lado. O gás encontra-se em um estado termodinâmico inicial com pressão inicial (p_0), volume inicial (V_0) e temperatura inicial (T_0).

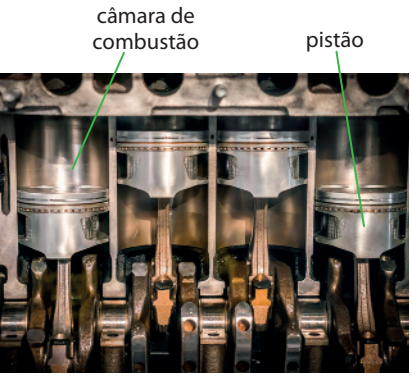
Ao receber calor, a temperatura do gás aumenta e a quantidade de choques entre as partículas do gás e as paredes do recipiente também aumenta.

Isso provoca um deslocamento do êmbolo, aumentando o volume e mantendo a pressão, ou seja, o gás sofre uma transformação isobárica, até atingir o estado de pressão final $p = p_0$, volume final $V > V_0$ e temperatura final $T > T_0$.

Nesse caso, dizemos que o gás realizou trabalho termodinâmico sobre o êmbolo, pois o deslocamento do êmbolo ocorre devido à força aplicada pelo gás sobre ele. Podemos definir o trabalho termodinâmico por meio de uma analogia ao trabalho mecânico, levando em consideração a intensidade da força aplicada (F) e o respectivo deslocamento:

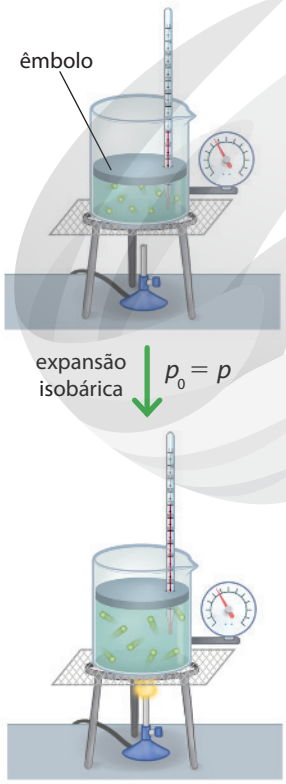
$$\tau = F \cdot \Delta s \cdot \cos \theta$$

em que Δs é o deslocamento do êmbolo e θ é o ângulo entre a direção da força e do deslocamento.



JANNOON028/SHUTTERSTOCK

Motor a combustão interna em corte.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um gás em uma expansão isobárica. Note que a temperatura e o volume do gás aumentam. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

No exemplo, o deslocamento do êmbolo ocorre na mesma direção da aplicação da força, assim $\theta = 0°$ e $\cos 0° = 1$. A pressão é dada pela razão entre a intensidade da força aplicada e a área. Desse modo, a força pode ser escrita como:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$$

Como o recipiente é cilíndrico, a variação no volume (ΔV) será dada pelo produto entre a área (A) e o deslocamento do êmbolo (Δs):

$$\Delta V = A \cdot \Delta s \Rightarrow \Delta s = \frac{\Delta V}{A}$$

Assim, o trabalho termodinâmico em uma transformação isobárica pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\tau = F \cdot \Delta s \cdot \cos\theta \Rightarrow \tau = p \cdot A \cdot \frac{\Delta V}{A} \cdot 1 \therefore \tau = p \cdot \Delta V$$

Para calcular o trabalho em joule (J), a pressão deve ser expressa em pascal (Pa) e o volume em metros cúbicos (m^3).

O trabalho termodinâmico também pode ser obtido a partir da representação da transformação gasosa no diagrama da pressão em função do volume (diagrama $p \times V$).

No diagrama $p \times V$ ao lado, é representada uma transformação isobárica de um gás com volume inicial V_0 e volume final V.

Observe que, na representação gráfica de uma transformação gasosa, é indicado o sentido da transformação por meio de uma seta sobre o gráfico.

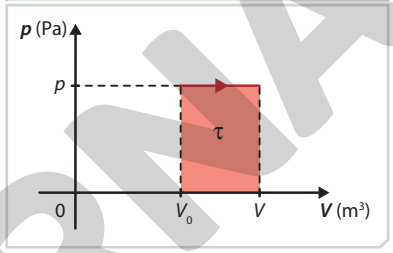
A região compreendida entre o gráfico e o eixo do volume corresponde a um retângulo, cuja área é dada pela multiplicação da altura (que equivale a valores de pressão) pela largura (que equivale a valores de volume). Dessa maneira:

$$\tau \overset{N}{=} \text{área}$$

Nota-se que o trabalho realizado por um gás depende da variação do volume. Desse modo, em uma expansão, o gás realiza trabalho ($\tau > 0$); em uma compressão, o gás recebe trabalho do meio externo ($\tau < 0$) e, em uma transformação isovolumétrica, não é realizado trabalho ($\tau = 0$).

A representação de uma transformação gasosa em um diagrama do tipo $p \times V$ pode ser utilizada para qualquer tipo de transformação. Observe a seguir alguns exemplos de transformações gasosas representadas em diagramas $p \times V$.

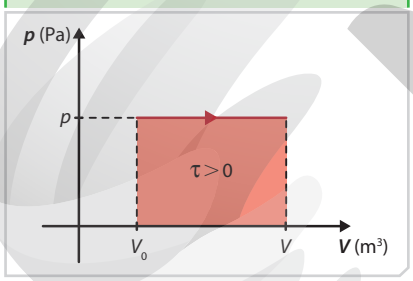
TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

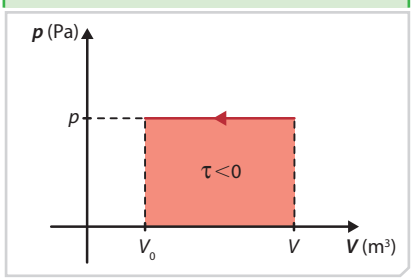
Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 232.

EXPANSÃO ISOBÁRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Expansão isobárica: o gás realiza trabalho ($\tau > 0$), pois $\Delta V > 0$.

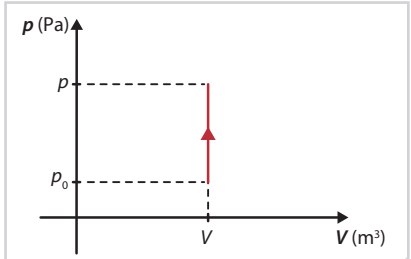
COMPRESSÃO ISOBÁRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Compressão isobárica: o gás recebe trabalho ($\tau < 0$), pois $\Delta V < 0$.

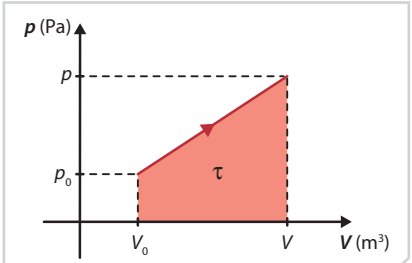
Gráficos produzidos com base em: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 231-233.

TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Transformação isovolumétrica: o gás não realiza nem recebe trabalho ($\tau = 0$), pois $\Delta V = 0$.

EXPANSÃO GASOSA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Expansão gasosa qualquer: o trabalho realizado pode ser calculado pela análise da área do gráfico, pois há variação de volume e de pressão.

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

MODERNA

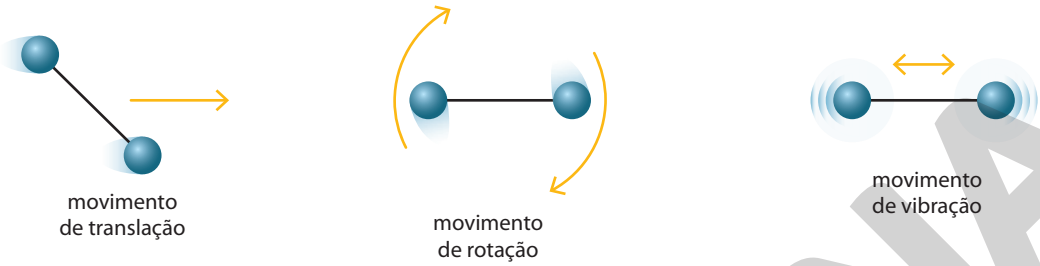
Energia interna de um gás

Uma amostra de uma substância qualquer armazena energia de variadas formas.

A temperatura de um corpo está relacionada ao movimento das partículas que o compõem, ou seja, está relacionada à energia cinética de translação das partículas.

Além dessa energia, existe a energia química armazenada nas ligações químicas, a energia associada a outros tipos de movimento, como a rotação e a vibração mostradas abaixo, e a energia potencial devido às interações químicas.

HELOÍSA PINTARELLI



Representação dos movimentos realizados pelas partículas de um gás. Todos fazem parte da energia interna do gás. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Todas as formas de energia citadas constituem a **energia interna** (U) da substância.

A energia interna pode ser modificada em uma transformação gasosa. Quando um gás absorve calor, a sua energia interna aumenta. Por outro lado, quando ele cede calor, a sua energia interna diminui.

Considerando um gás ideal e monoatômico, ou seja, constituído por um único átomo, o seu movimento será composto apenas pela translação. Assim, a energia interna do gás (determinada a partir da energia cinética média das partículas) está relacionada apenas com a temperatura. Matematicamente, essa relação entre a energia interna de um gás e a temperatura do gás pode ser escrita como:

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

em que

- U é a energia interna do gás em joule (J);
- n é a quantidade de matéria (em mols) da amostra;
- R é a constante universal dos gases ideais, que vale 8,31 J/mol · K, em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI);
- T é a temperatura do gás na escala absoluta (K).

A equação acima é válida apenas para gases monoatômicos. Como os átomos dos gases são livres para se moverem livremente, eles têm três graus de liberdade de translação, isto é, movimentam-se nas três dimensões do espaço. Nos casos em que o gás não é monoatômico, é preciso levar em consideração os graus de liberdade associados aos movimentos de rotação e vibração.

Nesses casos, ainda é possível encontrar uma relação que depende apenas da temperatura. A unidade de medida da energia interna no SI, assim como o calor e outras formas de energia, é o joule (J).

!

Para gases diatômicos, aqueles que têm dois átomos formando uma substância, a equação da energia interna é:

$$U = \frac{5}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

MODERNA

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

ATIVIDADES

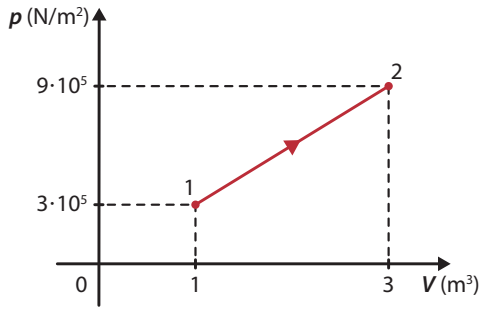
Registre em seu caderno.

Respostas das questões **2**, **3**, **6** e **7** no **Suplemento para o professor**.

1. Um gás ideal sofre uma transformação isovolumétrica, variando sua pressão de 1 atm para 3 atm. Determine o trabalho termodinâmico realizado pelo gás e explique o resultado obtido.

2. Calcule o trabalho realizado por um gás que sofre uma transformação de acordo com o diagrama abaixo.

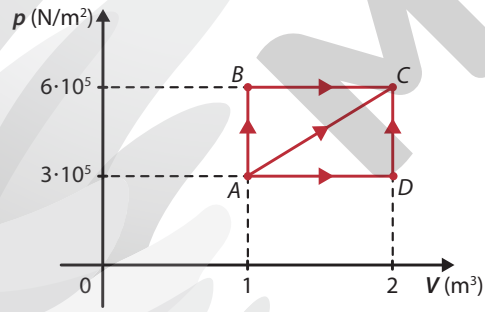
GRÁFICO $p \times V$ DE UMA TRANSFORMAÇÃO GASOSA



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 233.

3. O diagrama abaixo mostra diferentes caminhos para a transformação gasosa de um gás ideal.

GRÁFICO $p \times V$ DE TRANSFORMAÇÕES GASOSAS



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 233.

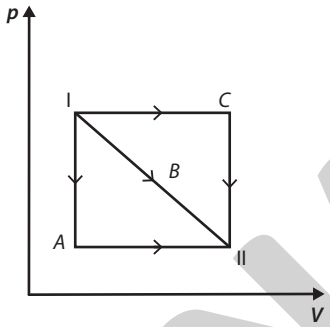
a) Calcule o trabalho se a transformação fosse realizada pelo caminho *ABC*.

b) Calcule o trabalho se a transformação fosse realizada pelo caminho *ADC*.

c) Calcule o trabalho se a transformação fosse realizada pelo caminho *AC*.

1. O trabalho realizado nessa transformação gasosa é nulo ($\tau = 0$), pois, como a transformação é isovolumétrica, não há variação de volume, portanto, não é realizado trabalho.

4. **(Fuvest-SP)** No diagrama $p \times V$ da figura, *A*, *B* e *C* representam transformações possíveis de um gás entre os estados I e II.



CAMILA CARMONA

Com relação à variação ΔU da energia interna do gás e ao trabalho W por ele realizado, entre esses estados, é correto afirmar que

a) $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$ e $W_C > W_B > W_A$.

b) $\Delta U_A > \Delta U_C > \Delta U_B$ e $W_C = W_A < W_B$.

c) $\Delta U_A < \Delta U_B < U_C$ e $W_C > W_B > W_A$.

d) $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$ e $W_C = W_A > W_B$.

e) $\Delta U_A > \Delta U_B > \Delta U_C$ e $W_C = W_B = W_A$.

Alternativa **a**.

5. Se a energia em forma de calor flui de maneira espontânea do corpo de maior temperatura para outro com menor temperatura, é correto dizer que isso ocorre do corpo de maior energia interna para outro de menor energia interna? Explique a sua resposta.

6. Uma quantidade de 4 mols de um gás monoatômico, inicialmente a uma temperatura de 20 °C, está confinada em um recipiente cilíndrico fechado sobre uma fonte calorífica. Sabendo que o gás é aquecido até a temperatura de 60 °C, determine a variação causada na energia interna do gás.

(Utilize $R = 8{,}3$ J/mol · K.)

7. De acordo com o conceito de energia interna, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas em seu caderno.

a) A energia interna de um gás diminui em uma expansão livre.

b) A energia interna de uma massa gasosa aumenta em uma expansão isobárica.

c) A energia interna diminui em uma transformação isotérmica.

d) A energia interna de um gás não varia em uma transformação isovolumétrica.

5. Não. A equação que descreve a energia interna depende não somente da temperatura, mas também da quantidade de matéria presente no sistema, por meio do número de mols. Assim, um corpo de menor temperatura pode ter energia interna maior do que a de um corpo a uma temperatura mais elevada, devido ao número de mols.

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

MODERNA

Primeira lei da Termodinâmica

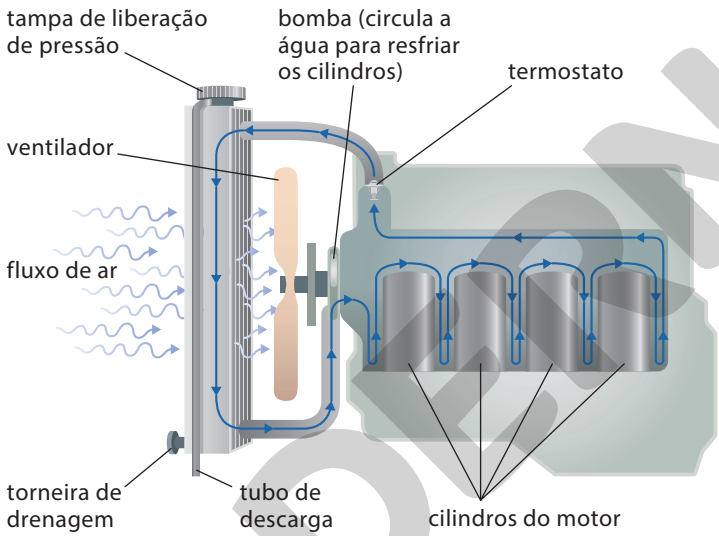
1. Além de partes para produzir a queima dos combustíveis, no motor dos automóveis há um dispositivo denominado radiador, que faz parte de um sistema de resfriamento. Você sabe para que serve o radiador de um automóvel?

Como vimos anteriormente, a combustão de gasolina ou etanol faz com que os gases realizem trabalho nos pistões de um motor.

Outro resultado da explosão dos combustíveis é a liberação de calor, que faz a temperatura do motor aumentar. Sendo assim, em muitos motores é necessária a presença de um radiador, o qual faz parte do sistema de resfriamento da máquina.

Esse sistema é composto por tubos preenchidos com líquidos refrigerantes e tem como objetivo fazer trocas de calor com o ambiente.

O líquido passa por uma tubulação em torno do motor e deste retira calor. Depois passa pelo radiador, transferindo calor para o ambiente e evitando que a temperatura do motor passe do limite seguro para seu funcionamento.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: Radiator: heat dispersal device. *Britannica*. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/radiator>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Representação em corte de um radiador. O radiador é um tipo de trocador de calor, projetado para transferir calor do líquido quente que flui através dele para o ambiente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao funcionamento dos radiadores e da necessidade desse dispositivo nos automóveis. Eles podem citar que os radiadores servem para resfriar o motor, retirando parte do calor que é gerado na queima dos combustíveis e que aquece o motor.

Assim como outras máquinas térmicas, o motor de um automóvel não utiliza toda a energia do combustível para realizar trabalho. Parte dessa energia é convertida em energia interna do sistema, devido ao aumento da temperatura do motor e de suas peças.

Essa propriedade das máquinas térmicas é descrita pela primeira lei da Termodinâmica, que é baseada no princípio da conservação de energia. A quantidade de calor (Q) adicionada a um sistema pode aumentar sua energia interna (ΔU) e possibilitar que o sistema realize trabalho (τ). Matematicamente, a primeira lei da Termodinâmica pode ser escrita como:

$$Q = \tau + \Delta U$$

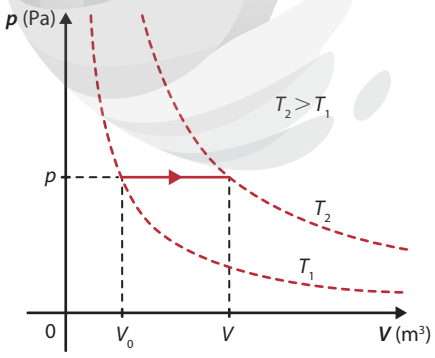
Nessa relação, todas as grandezas são expressas em joule (J), no SI.

Vamos analisar como cada variável da primeira lei da Termodinâmica se comporta nas transformações gasosas que vimos anteriormente.

Uma transformação isobárica ocorre entre duas temperaturas e dois volumes diferentes. Ao analisar essa situação por meio da primeira lei da Termodinâmica $(Q = \tau + \Delta U)$, temos que:

- se o gás recebe calor $(Q > 0)$, sua temperatura $(\Delta T > 0)$ e sua energia interna também aumentam $(\Delta U > 0)$, e ele se expande, realizando trabalho $(\tau > 0)$;
- se o gás cede calor $(Q < 0)$, sua temperatura $(\Delta T < 0)$ e sua energia interna também diminuem $(\Delta U < 0)$, e o meio externo realiza trabalho sobre o gás, que se contrai $(\tau < 0)$.

TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 231.

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

Considere, agora, uma transformação isotérmica. Como a variação de temperatura é nula $(\Delta T = 0)$, a variação de energia interna também é nula $(\Delta U = 0)$.

Uma transformação isotérmica, analisada segundo a primeira lei da Termodinâmica, pode ser escrita como:

$$Q = \tau + \Delta U = \tau + 0 \Rightarrow Q = \tau$$

Portanto:

- se o gás recebe calor $(Q > 0)$, ele se expande e realiza trabalho $(\tau > 0)$;
- se o gás cede calor $(Q < 0)$, é realizado trabalho sobre o gás $(\tau < 0)$ e ocorre uma compressão.

Para uma transformação isovolumétrica, a variação de volume é nula $(\Delta V = 0)$. Isso demonstra que o gás não realiza nem recebe trabalho $(\tau = 0)$.

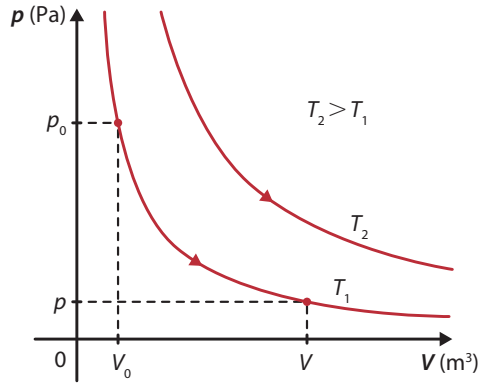
A análise de uma transformação isovolumétrica, segundo a primeira lei da Termodinâmica, pode ser escrita como:

$$Q = \tau + \Delta U = 0 + \Delta U \Rightarrow Q = \Delta U$$

Assim:

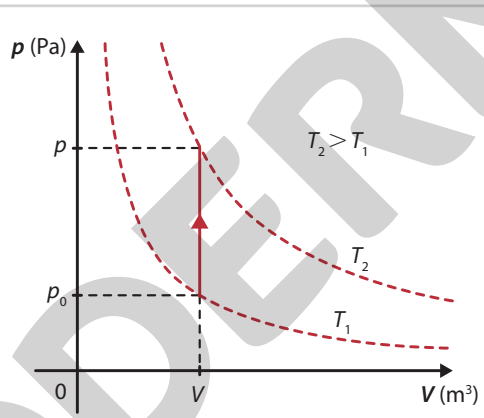
- se o gás recebe calor $(Q > 0)$, ele se aquece $(\Delta T > 0)$ e sua energia interna aumenta $(\Delta U > 0)$;
- se o gás cede calor $(Q < 0)$, ele diminui de temperatura $(\Delta T < 0)$, diminuindo também sua energia interna $(\Delta U < 0)$.

TRANSFORMAÇÕES ISOTÉRMICAS EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 231.

TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 231.

Considerando, agora, uma transformação adiabática, precisamos lembrar de que, nesse tipo de transformação gasosa, não há trocas de calor com o meio externo $(Q = 0)$.

Se o sistema tem paredes que impedem trocas de calor com o ambiente (garrafa térmica, caixa de isopor etc.) ou caso o processo ocorra de forma rápida, não havendo tempo suficiente para que sejam realizadas trocas de calor, a transformação é caracterizada como adiabática.

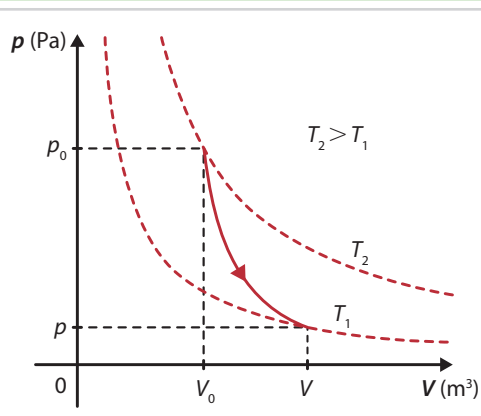
Analisando uma transformação adiabática por meio da primeira lei da Termodinâmica, temos:

$$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 0 = \tau + \Delta U \Rightarrow \tau = -\Delta U$$

Portanto:

- se o gás sofre uma expansão adiabática, ele realiza trabalho $(\tau > 0)$ e sua temperatura diminui $(\Delta T < 0)$. Assim, a energia interna também diminui $(\Delta U < 0)$;
- se o gás sofre uma compressão adiabática, o trabalho é realizado sobre ele $(\tau < 0)$ e sua temperatura aumenta $(\Delta T > 0)$. Dessa maneira, a energia interna também aumenta $(\Delta U > 0)$.

TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA EM UM DIAGRAMA $p \times V$



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

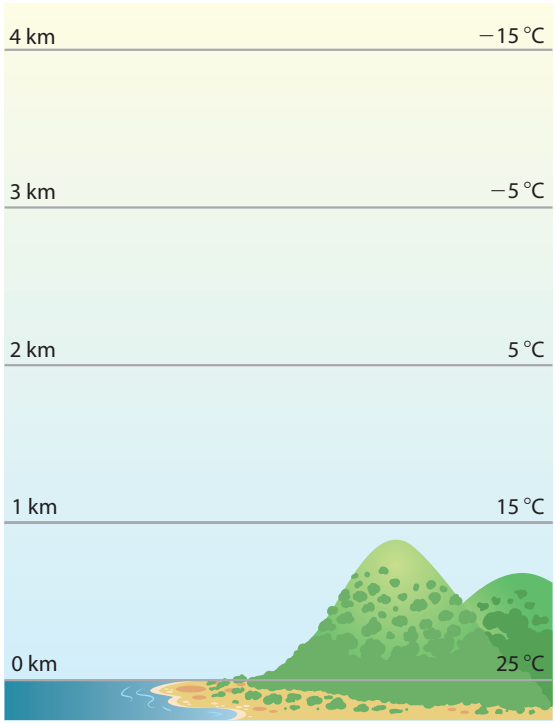
Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 231.

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

MODERNA

Primeira lei da Termodinâmica e fenômenos meteorológicos

A primeira lei da Termodinâmica é utilizada pelos meteorologistas para explicar diferentes fenômenos atmosféricos, analisar o clima e realizar previsões do tempo. Isso porque a temperatura do ar atmosférico se altera quando há adição ou retirada de calor, quando a pressão do ar é modificada por meio da realização de trabalho ou quando ambas as situações ocorrem.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da temperatura de uma massa de ar que se eleva na atmosfera. A temperatura do ar atmosférico diminui enquanto sua altitude aumenta devido à diminuição da pressão atmosférica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A atmosfera é um sistema bastante dinâmico. Ela está sujeita a diferentes fenômenos, como condensação de vapor de água, evaporação da chuva, absorção tanto da radiação solar quanto da radiação infravermelha emitida pela Terra e perda de calor para o espaço, os quais alteram o volume e a temperatura do ar atmosférico.

Existem ainda processos atmosféricos em que a quantidade de calor absorvido ou cedido por uma massa de ar é muito pequena. Assim, esses fenômenos podem ser considerados praticamente adiabáticos. Nesses casos, a temperatura do ar varia de acordo com a pressão, diminuindo à medida que a pressão diminui e aumentando quando a pressão aumenta.

Lembrando que o ar se torna cada vez mais rarefeito com o aumento da altitude, e que a pressão atmosférica diminui continuamente para acréscimos na altitude devido a essa expansão do ar. Isso explica o fato de a temperatura do ar diminuir conforme a altitude cresce. Para uma massa de ar seco, a temperatura diminui aproximadamente 10 °C para uma elevação de 1 quilômetro de altitude, até uma altitude de cerca de 10 km.

As transformações adiabáticas que ocorrem na atmosfera são típicas de massas de ar, cujas dimensões são grandes o suficiente para que o ar externo não se misture com o ar dela própria (desde dezenas de metros até muitos quilômetros).

As nuvens *cumulonimbus*, por exemplo, são resultado da expansão adiabática de uma massa de ar úmido, que se eleva, e do vapor de água presente no ar, que se condensa e forma a chuva.

Por outro lado, se uma massa de ar a certa altitude desce, ocorre uma compressão adiabática e sua temperatura sobe.

Geralmente, na movimentação de massas de ar na atmosfera, aquelas mais quentes (menos densas) que o ar em volta dela se elevam e as mais frias (mais densas) descem. Em alguns casos, ocorre um fenômeno no qual massas de ar frio que estão em baixa altitude sofrem um aquecimento, mas não conseguem subir porque há uma massa de ar mais quente sobre elas, impedindo o seu movimento. Esse fenômeno é denominado **inversão térmica**.

A inversão térmica é responsável por aprisionar a fumaça e outros poluentes atmosféricos próximos à superfície terrestre em grandes municípios.

R. MEIJIDE/SHUTTERSTOCK

Formação de nuvens *cumulonimbus* sobre o município de Arrecife, Espanha (2017). Esse tipo de nuvem é o resultado de uma massa de ar úmido que se expandiu e se resfriou rapidamente.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Como a variação na temperatura do ar em função da altitude pode ser explicada a partir da primeira lei da Termodinâmica?

b) Uma massa de ar com temperatura de −40 °C está inicialmente localizada a uma altitude de 7 km. Caso ela desça até o nível do mar, qual será sua temperatura, supondo que ela varia em 10 °C a cada quilômetro?

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

Segunda lei da Termodinâmica

Anteriormente, vimos ser possível construir uma máquina térmica que, ao receber calor de uma fonte externa, sofre uma variação de energia interna e pode realizar trabalho.

Observe a ilustração abaixo que representa dois corpos, inicialmente com temperaturas diferentes, que são colocados em contato no interior de uma região termicamente isolada. Assim, eles trocam calor entre si, mas não com o ambiente. O corpo *A* tem temperatura inicial maior do que a do corpo *B*.

Representação de dois corpos, inicialmente com temperaturas diferentes, em contato. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

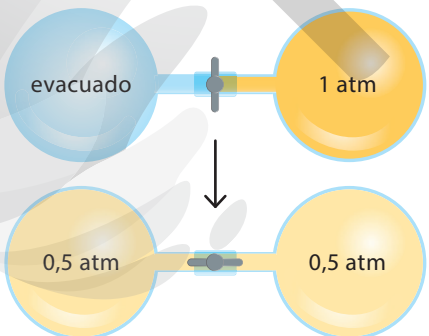
Naturalmente, o calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. No exemplo dado, à medida que o corpo *A* cede calor, ele se resfria, e o corpo *B*, que recebe calor, se aquece, até que ambos atinjam o equilíbrio térmico (temperaturas iguais). Nesse processo, a energia é conservada e, assim, é respeitada a primeira lei da Termodinâmica.

Imagine agora que o corpo de maior temperatura, por acaso, retirasse calor do corpo frio, de modo que sua temperatura aumentasse ainda mais. Esse processo não viola a primeira lei da Termodinâmica, pois o corpo frio se tornou mais frio na mesma medida que o corpo quente se tornou ainda mais quente. Assim, a energia se conservaria da mesma forma nesse caso.

Se a segunda situação descrita não viola a conservação de energia, então por que ela não é observada? A resposta é a segunda lei da Termodinâmica, que está relacionada com o sentido da transformação de energia dos fenômenos naturais. Ela pode ser enunciada de diversas maneiras, das quais a mais simples pode ser escrita como: **o calor espontaneamente nunca flui de um corpo frio para um corpo quente**.

O sentido do fluxo de calor pode ser invertido em algumas situações, porém, para que isso ocorra, é necessário realizar trabalho sobre o sistema. Nesse caso, é adicionada energia de uma fonte externa, como ocorre nos refrigeradores ou nos aparelhos de ar condicionado.

Para compreender melhor a segunda lei da Termodinâmica, vamos considerar um recipiente fechado, que contenha certa quantidade de gás ideal, conectado a outro recipiente, inicialmente evacuado. Entre eles, há uma válvula fechada, impedindo o fluxo do gás entre os dois frascos, como mostrado na figura abaixo.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um gás se distribuindo espontaneamente no interior de dois frascos. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Caso a válvula seja aberta e a temperatura seja mantida constante, o gás se expandirá espontaneamente e ocupará o volume dos dois recipientes até que as pressões se igualem.

Caso queiramos realizar o processo inverso, no qual o gás distribuído nos dois recipientes ocupe espontaneamente o interior de apenas um deles, isso não seria possível.

O fato de as partículas terem um movimento aleatório torna muito maior a probabilidade de haver um aumento na desordem de sua distribuição do que o contrário.

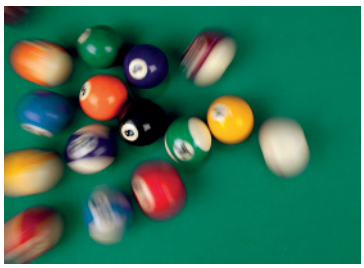
2. De acordo com o que vimos até agora, seria possível construir uma máquina que convertesse todo o calor recebido em trabalho?

Os estudantes podem citar que, de acordo com a primeira lei da Termodinâmica, a qual trata da conservação de energia, seria possível a construção de uma máquina com essas características. O objetivo dessa questão é introduzir a discussão sobre máquinas ideais ou de rendimento 100% que fazem parte das discussões da segunda lei da Termodinâmica.

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

MODERNA

Esse tipo de fenômeno pode ser exemplificado pelo jogo de bilhar. No início de uma partida, as bolas são organizadas, formando uma estrutura ordenada. Após a primeira tacada, a maior probabilidade é a de que as bolas coloridas se espalhem pela mesa, aumentando o grau de desordem do sistema.


SLOW MOTION GLI/SHUTTERSTOCK

Bola branca atingindo as outras bolas no início de uma partida de bilhar.

JULIO RANGEL ARVIZU/SHUTTERSTOCK

Pessoa reorganizando as bolas de bilhar. É preciso que um agente externo as junte novamente.

Apesar de existir uma pequena probabilidade de as bolas se concentrarem em uma região da mesa, ou de um gás se concentrar em um único recipiente, para que o sistema retorne para uma situação de maior ordenamento, é preciso que algum agente externo atue no sistema. No bilhar, uma pessoa deve pegar as bolas de bilhar e organizá-las novamente. No caso dos gases, é possível utilizar uma bomba de vácuo e colocar o gás de volta em apenas um dos recipientes.

Esses exemplos mostram que, espontaneamente, os fenômenos tendem a ocorrer de modo a aumentar a desordem de um sistema.

O nível de ordem de um sistema está associado ao conceito de energia útil, ou seja, que pode ser aproveitada para realizar trabalho. Conforme a energia é utilizada, ela se transforma em energia desorganizada (ou degradada), isto é, em formas de energia não úteis para a realização de trabalho. A grandeza que mede o grau de desordem da energia de um sistema é a **entropia** (S). Dessa maneira, quanto maior o grau de desordem, maior será sua respectiva entropia.

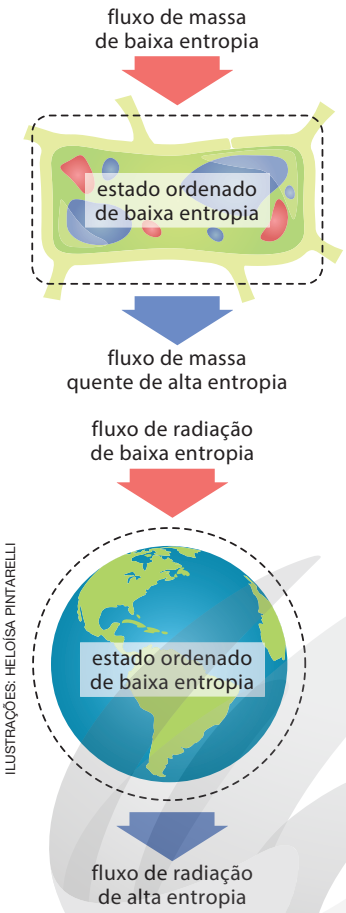
Como a energia útil tende a se degradar, a entropia total do Universo sempre aumenta. Para entender essa ideia, pense nas relações entre os seres vivos na Terra. As plantas retiram do ar, do solo e da água elementos para se desenvolver. Nesse processo, a entropia diminui, pois os seres vivos são estruturas mais complexas e ordenadas que os nutrientes utilizados. Contudo, a vida é possível devido à energia emitida pela Sol, que aquece o planeta e que é utilizada pelas plantas para realizar a fotossíntese.

Dessa forma, o desenvolvimento da vida diminui localmente a entropia. No entanto, isso só acontece porque, no Sol, está ocorrendo um nível de desordem muito maior nas reações termonucleares que transformam energia nuclear em outros tipos de energia.

Concluímos, então, que a entropia local na Terra está diminuindo (no intervalo de tempo no qual os seres vivos estão se desenvolvendo), mas a entropia total está, na realidade, aumentando.

A partir do conceito de entropia, é possível definir a segunda lei da Termodinâmica em termos dessa grandeza como: nos processos espontâneos, a ordem de um sistema tende para a desordem, ou seja, a entropia sempre aumenta.

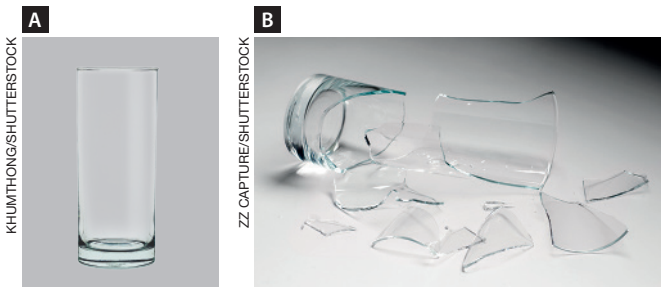
A entropia e a segunda lei da Termodinâmica permitem explicar por que alguns processos são espontâneos, isto é, ocorrem naturalmente, enquanto outros não. Isso está ligado ao sentido natural da ocorrência dos fenômenos. Observando as fotografias abaixo, sabemos que a ordem das etapas é do copo inteiro para o copo quebrado após cair e que esse processo é irreversível, pois o copo quebrado jamais voltará, por conta própria, a ficar inteiro novamente.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação da entropia em dois sistemas diferentes (célula vegetal e planeta Terra). A manutenção da vida na Terra, cuja entropia é baixa, é possível graças à energia fornecida pelo Sol, onde a entropia está aumentando pela transformação de energia nuclear em energia radiante. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: KLEIDON, A. *Thermodynamics Foundations of the Earth system*. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. p. 7.



KHUMTHONG/SHUTTERSTOCK

ZZ CAPTURE/SHUTTERSTOCK

Copo de vidro inteiro (**A**) e quebrado (**B**). Os pedaços jamais se juntam espontaneamente para formar um objeto.

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

Rendimento de uma máquina térmica e o ciclo de Carnot

Os dispositivos capazes de converter calor em trabalho são denominados **máquinas térmicas**.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

As primeiras máquinas térmicas foram idealizadas na Antiguidade, mas não tinham uma aplicação prática.

- Junte-se a três colegas e realizem uma pesquisa sobre as primeiras máquinas térmicas a vapor e o aperfeiçoamento delas. Em seguida, produzam uma linha do tempo, para ser exposta em sala de aula, destacando as principais características das máquinas, suas funções e seus desenvolvedores.

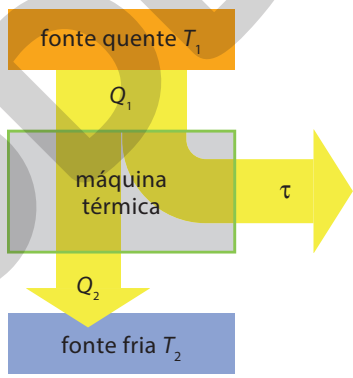
No desenvolvimento das máquinas térmicas, percebeu-se que, para obter melhores resultados, as máquinas deveriam ter uma fonte quente (com temperatura mais alta) e uma fonte fria (com temperatura mais baixa), para que ocorresse um fluxo espontâneo de calor.

Em seu funcionamento, a máquina térmica recebe calor da fonte quente e converte uma fração dessa energia em trabalho. A fração de energia que não é aproveitada, aumenta a energia interna da máquina. Na sequência, essa energia, que não foi convertida em trabalho, é direcionada para a fonte fria, na forma de calor.

Considerando um motor de combustão interna, como o de um automóvel, o calor da queima do combustível corresponde à fonte quente, os gases a alta temperatura realizam trabalho sobre o pistão, enquanto parte da energia em forma de calor é rejeitada para o meio ambiente ou para a fonte fria.

Suponha que a fonte quente de uma máquina térmica esteja à temperatura T_1 e que fornece a quantidade de calor Q_1. A fonte fria está a uma temperatura menor T_2 e recebe calor Q_2, que foi rejeitado pela máquina. Nesse caso, o trabalho realizado pela máquina térmica é determinado pela diferença entre as duas quantidades de calor.

$$\tau = Q_1 - Q_2$$



Representação do funcionamento de uma máquina térmica. O calor recebido pela máquina térmica é igual à soma do calor cedido para o meio e do trabalho realizado.

HELOÍSA PINTARELLI

Note que uma máquina térmica sempre dependerá do fluxo natural de calor, respeitando a segunda lei da Termodinâmica – ela sempre rejeitará uma parcela do calor recebido para a fonte fria. Dessa forma, concluímos que ela tem um rendimento que é dado por:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$$

em que o símbolo η (lê-se ni) é o rendimento da máquina térmica, o qual indica a parcela da energia recebida pela fonte quente que é efetivamente convertida em trabalho. Quanto menor for a quantidade de calor rejeitada (Q_2), maior será o rendimento da máquina.

Uma vez que o trabalho realizado pela máquina térmica pode ser escrito em termos das quantidades de calor recebido (Q_1) e rejeitado (Q_2), o rendimento pode ser expresso apenas em função das respectivas quantidades de calor:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Portanto, caso conheçamos as quantidades de calor recebido e rejeitado pela máquina térmica, seremos capazes de calcular seu rendimento sem a necessidade de calcular o trabalho realizado por ela. Essa equação representa o **rendimento real** de uma máquina térmica.

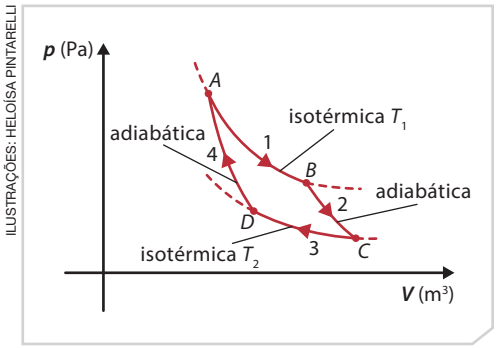
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

O fato de as máquinas térmicas sempre rejeitarem uma parcela importante do calor recebido motivou a busca por melhorar seu rendimento. Nesse contexto, o físico francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) analisou o funcionamento de uma máquina térmica e descobriu que a parcela da energia fornecida que pode ser convertida em trabalho sempre depende da diferença de temperatura entre a fonte quente e a fonte fria, mesmo em condições ideais.

CICLO DE CARNOT PARA UMA MÁQUINA TÉRMICA IDEAL

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2. p. 256.

O rendimento máximo de uma máquina térmica pode ser obtido considerando que ela opere em um ciclo reversível, composto de duas transformações adiabáticas $(B \rightarrow C$ e $D \rightarrow A)$ e duas transformações isotérmicas $(A \rightarrow B$ e $C \rightarrow D)$, como mostrado na figura ao lado. Nesse ciclo, ocorrem trocas de calor somente entre o gás e as fontes quente e fria, ou seja, não existe dissipação.

O diagrama $p \times V$ ao lado é denominado ciclo de Carnot. Ele representa o rendimento ideal de uma máquina térmica, ou seja, o rendimento máximo que ela pode obter.

O rendimento de uma máquina térmica que opera segundo o ciclo de Carnot (**rendimento ideal**) é calculado em relação às temperaturas das fontes quente e fria, podendo ser escrito como:

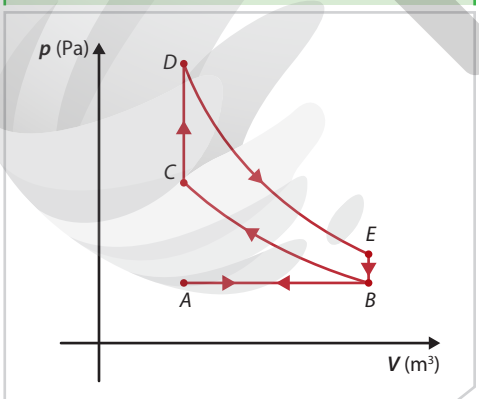
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Muitos acreditavam que seria possível construir uma máquina térmica que convertesse toda a energia térmica recebida em trabalho. Mas, de acordo com a segunda lei da Termodinâmica, uma máquina terá seu rendimento máximo se operar o ciclo de Carnot. Devido às descobertas de Carnot, percebeu-se que nenhuma máquina que opera em ciclos pode atingir um rendimento de 100%. Em outras palavras, nenhuma máquina térmica é capaz de transformar todo o calor recebido da fonte quente em trabalho.

Outros ciclos termodinâmicos

Além do ciclo de Carnot, existem outros ciclos que têm aplicações no cotidiano, como é o caso dos ciclos de motores a combustão. O ciclo de Otto foi desenvolvido pelo engenheiro alemão Nikolaus August Otto (1832-1891) em 1876. Esse ciclo é aplicado nos motores de automóveis movidos a gasolina ou etanol. Ele é composto de quatro etapas (ou quatro tempos): admissão, compressão, combustão e exaustão.

GRÁFICO $p \times V$ DO CICLO OTTO TEÓRICO



Fonte: ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 7. ed. Trad. Paulo Maurício Costa Gomes. Porto Alegre: AMGH, 2013. p. 498.

Na etapa de admissão, trecho $A \rightarrow B$ no diagrama ao lado, o pistão do motor é deslocado para baixo, a válvula de admissão é aberta e uma mistura de ar e combustível é inserida no interior da câmara de combustão.

Na etapa de compressão, trecho $B \rightarrow C$, as válvulas permanecem fechadas, o pistão desloca-se no sentido contrário e comprime a mistura, fazendo com que a temperatura aumente.

Já na terceira etapa, trecho $C \rightarrow D$, com o sistema no estado de compressão máxima do conjunto, é ligada a vela, que produz uma faísca elétrica, provocando a explosão e a combustão do combustível. A energia térmica liberada pela combustão impulsiona o pistão, que se desloca, aumentando o volume, trecho $D \rightarrow E$, ao passo que tanto a temperatura quanto a pressão diminuem.

Na etapa quatro do ciclo de Otto é aberta a válvula de escape, fazendo com que haja uma redução na pressão e na temperatura, enquanto o volume permanece constante, trecho $E \rightarrow B$. Os resíduos da queima são retirados da câmara de combustão, trecho $B \rightarrow A$, para que, então, o ciclo possa recomeçar.

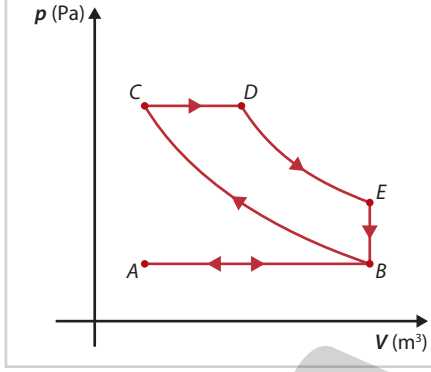
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Outro ciclo utilizado em motores de automóveis é o de Diesel, que, como o próprio nome sugere, é aplicado aos motores movidos a óleo *diesel*. Esse ciclo foi desenvolvido pelo engenheiro francês Rudolf Diesel (1858-1913), em 1893.

No ciclo Diesel, o cilindro do motor é semelhante àquele do motor a gasolina, mas no lugar da vela é colocado um bico injetor de combustível. No ciclo Diesel, não há necessidade da centelha para realizar a queima do combustível, pois a temperatura atingida na compressão do ar e do combustível é suficiente para iniciar sua queima.

Na primeira etapa desse ciclo, é adicionado apenas ar no cilindro, trecho $A \rightarrow B$ no diagrama ao lado. Na segunda etapa, trecho $B \rightarrow C$, o cilindro comprime o ar de maneira adiabática até atingir o estado mínimo de volume do sistema.

GRÁFICO $p \times V$ DO CICLO DIESEL TEÓRICO



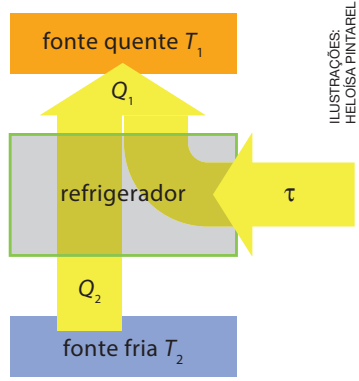
Fonte: ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 7. ed. Trad. Paulo Maurício Costa Gomes. Porto Alegre: AMGH, 2013. p. 502.

Na terceira etapa, trecho $C \rightarrow D$, o combustível é colocado na câmara de combustão. Nesse momento, ele encontra uma temperatura alta o suficiente para que haja a combustão sem a necessidade das faíscas. Após essa etapa, trecho $D \rightarrow E$, a energia impulsiona o pistão, que realiza uma expansão adiabática. Na sequência, trecho $E \rightarrow B$, a válvula de escape é aberta e os gases são expulsos da câmara para, então, o ciclo ser reiniciado, trecho $B \rightarrow A$.

Os motores que se baseiam no ciclo Diesel têm maior rendimento que aqueles que utilizam o ciclo de Otto. No caso dos motores a *diesel*, o rendimento está entre 30% e 38%, enquanto os motores do tipo Otto têm, tipicamente, rendimento entre 22% e 30%.

Outros exemplos de máquinas térmicas utilizadas no cotidiano e que funcionam em ciclos termodinâmicos são os refrigeradores. Eles funcionam de modo inverso ao dos motores a combustão, que recebem calor da fonte quente, transformam parte da energia em trabalho e rejeitam o restante do calor recebido.

O refrigerador retira calor da fonte fria e transfere o calor para a fonte quente. Apesar de esse fato aparentemente contrariar a segunda lei da Termodinâmica, isso não ocorre, pois essa transferência não é espontânea, ou seja, é realizado trabalho externo sobre a máquina, como mostrado na figura ao lado.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação do funcionamento de um refrigerador.

Dessa forma, um refrigerador utiliza energia externa, como a energia elétrica, por exemplo, para tornar possível esse fluxo de calor não espontâneo. Se o refrigerador for desligado, ocorrerá um fluxo espontâneo de calor da fonte quente (ambiente externo) para a fonte fria (interior do refrigerador).

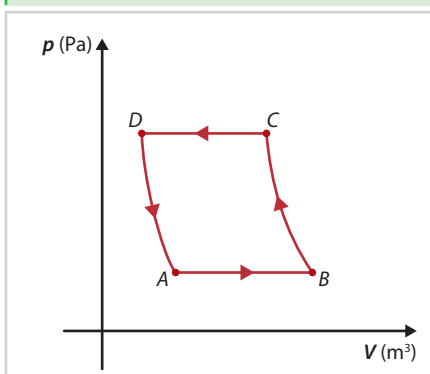
O refrigerador é composto de um sistema de tubulações que conectam o compressor, a válvula descompressora, o radiador e o congelador. A função da tubulação é permitir o fluxo do fluido refrigerante que realiza as trocas de calor.

O gráfico ao lado representa o ciclo de funcionamento de um refrigerador. Nas tubulações do congelador, o fluido aquece e se vaporiza, enquanto o interior da geladeira é resfriado, trecho $A \rightarrow B$. Em seguida, o fluido vai para o compressor, que realiza trabalho sobre o fluido, aumentando sua pressão e temperatura, trecho $B \rightarrow C$.

Na sequência, trecho $C \rightarrow D$, o fluido dirige-se ao radiador, onde troca calor com o ambiente, diminuindo sua temperatura e condensando.

Para finalizar, o fluido passa pela válvula descompressora, sofre uma expansão e sua temperatura diminui. Assim, ele vai até o congelador, para então recomeçar o ciclo, trecho $D \rightarrow A$.

GRÁFICO $p \times V$ DO CICLO DE UM REFRIGERADOR



Fonte: ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 7. ed. Trad. Paulo Maurício Costa Gomes. Porto Alegre: AMGH, 2013. p. 307.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **4** e **5** no **Suplemento para o professor**.

1. De acordo com a primeira lei da Termodinâmica, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas.

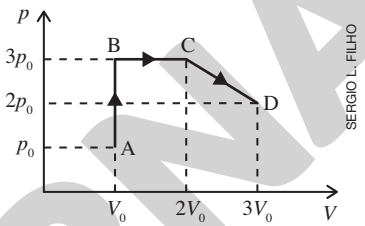
I) Se um gás não realiza trabalho e cede calor ao ambiente, sua energia interna diminui. Verdadeira.

II) Em uma transformação isobárica, se o gás recebe calor, ele realiza trabalho e sua energia interna aumenta. Verdadeira.

III) Em uma transformação adiabática, a energia interna do gás aumenta à medida que ele realiza trabalho. Falsa.

IV) O calor recebido por um gás em uma transformação isotérmica é convertido em energia interna. Falsa.

2. **(UFPR-PR)** O diagrama $p \times V$ ao lado ilustra uma sequência de processos termodinâmicos executada por um gás ideal monoatômico, passando pelos pontos A, B, C e D caracterizados pelos valores de pressão e volume apresentados no diagrama.



SERGIO L. FILHO

Tendo em vista as informações apresentadas no diagrama, considere as seguintes afirmativas:

1. O processo A → B é isométrico.

2. Os pontos C e D estão à mesma temperatura.

3. O trabalho realizado pelo gás no processo B → C é nulo.

4. O processo C → D é isobárico.

Escreva no caderno a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.

b) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

c) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.

d) Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.

e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

Alternativa **a**.

3. Um gás monoatômico, inicialmente a uma temperatura de 20 °C, está confinado em um recipiente cilíndrico fechado, de êmbolo móvel e base com área de 200 cm^2. O recipiente é colocado sobre uma fonte calorífica e o gás recebe 400 J de energia na forma de calor. Considerando que dentro do recipiente estão contidos 4 mol do gás e $R = 8{,}3$ J/mol · K, determine o que se pede nos itens abaixo.

a) A variação da energia interna do gás quando sobre ele é realizado um trabalho de 80 J, além do calor recebido pela fonte.

b) A temperatura final do gás se ele realiza 120 J de trabalho ao receber o calor da fonte.

c) O trabalho realizado pelo gás ao elevar o êmbolo do recipiente em 5 cm em uma transformação isobárica a 3 atm de pressão.

d) A temperatura final do gás se o êmbolo for impedido de se mover enquanto o gás recebe calor da fonte.

3. a) $\Delta U = 480$ J
b) $T \simeq 298{,}6$ K ou $T \simeq 25{,}6$ °C
c) $\tau = 300$ J
d) $T \simeq 301$ K ou $T \simeq 28$ °C

4. Qual a relação entre a entropia, compreendida como uma medida da desordem de um sistema, e a impossibilidade da existência de uma máquina térmica que apresente 100% de rendimento? Exemplifique essa lei com situações do cotidiano.

5. Qual é a relação entre o rendimento de um automóvel, a temperatura do motor e a temperatura do ambiente no qual está inserido? Explique a sua resposta.

6. Considere que uma máquina térmica, operando segundo o Ciclo de Carnot, cuja fonte quente esteja à temperatura de 373 K cede 1 200 J à sua fonte fria, que está a 273 K. Calcule o rendimento e o trabalho realizado por essa máquina. $\eta \simeq 0{,}27$ ou $\eta \simeq 27\%$; $\tau = 324$ J

7. **(UEPG-PR)** A Termodinâmica estuda as relações entre energia térmica e energia mecânica. Os princípios termodinâmicos têm aplicações diretas no cotidiano. A panela de pressão, por exemplo, facilita o cozimento dos alimentos em menor tempo do que em panelas convencionais. O vapor d'água expelido faz girar o pino da tampa, caracterizando uma situação em que o calor é transformado em energia de movimento. Para tanto, escreva em seu caderno a soma dos itens corretos.

MODERNA

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

01) "O calor não migra espontaneamente de um corpo de temperatura mais baixa para outro de temperatura mais alta." Tal afirmação caracteriza a 2ª Lei da Termodinâmica com a impossibilidade de se converter integralmente calor em outra modalidade de energia.

02) As máquinas térmicas ideais, que realizam trabalho contínuo num ciclo reversível, podem ser analisadas através de um diagrama $p \times V$, onde são representadas duas curvas adiabáticas e duas isotermas. O rendimento dessa máquina, que recebe o nome de máquina de Carnot, depende da natureza do gás que efetua o ciclo reversível.

04) Se uma máquina térmica passar a receber 620 J de uma fonte de calor e converter 234 J na forma de trabalho, pela 1ª Lei da Termodinâmica a variação da energia interna sofrida pelo gás será de 386 J.

08) Para um gás ideal, a quantidade de energia interna é dada pela soma das energias cinéticas das partículas que o constituem.

16) Os refrigeradores são um exemplo de máquinas térmicas. Seu funcionamento opera no sentido de retirar calor da fonte fria, devolvendo calor para a fonte quente (ambiente), em virtude do trabalho realizado pelo compressor.

Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

8. Uma máquina térmica opera entre duas fontes com as seguintes temperaturas: 480 °C e 30 °C, respectivamente. A cada ciclo termodinâmico, a máquina retira da fonte quente 2 000 J de energia em forma de calor e realiza 800 J de trabalho.

a) Calcule o rendimento real da máquina térmica. $\eta = 0,4$ ou $\eta = 40\%$

b) Qual a quantidade de calor rejeitado pela máquina a cada ciclo? $Q_2 = 1\,200$ J

c) Calcule o rendimento máximo dessa máquina térmica. $\eta \simeq 0,6$ ou $\eta \simeq 60\%$

9. **(UFPR-PR)** Uma máquina térmica teórica ideal teve um dimensionamento tal que, a cada ciclo, ela realizaria trabalho de 50 cal e cederia 150 cal para a fonte fria. A temperatura prevista para a fonte quente seria de 127 °C. Determine:

a) O rendimento dessa máquina térmica. $\eta = 0,25$ ou $\eta = 25\%$

b) A temperatura prevista para a fonte fria, em graus Celsius. $T_2 = 27$ °C

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Analise a seguinte afirmação "Todos os seres vivos respondem de maneira semelhante a alterações ambientais, por isso, todos são igualmente prejudicados por ela". Você concorda com essa afirmação? Justifique a sua resposta.

2. Utilizando caneta de cor azul, escreva, em pedaços de papel, atividades que causam a perda de biodiversidade. Em seguida, com caneta vermelha, escreva em outros pedaços de papel medidas que ajudam na conservação da biodiversidade. Entregue todos os papéis ao professor. Junto aos colegas e o professor, leiam todos os papéis da turma e criem duas listas na lousa: a lista **1** deve conter as atividades que prejudicam a biodiversidade e a lista **2**, as medidas que ajudam a conservá-la. Para cada atividade da lista **1**, converse com os colegas sobre como ela prejudica a biodiversidade, focando em sua interferência nos mecanismos de manutenção da vida dos seres vivos. Em seguida, identifiquem as medidas da lista **2** que ajudam a remediar os danos à biodiversidade causados por aquela atividade da lista **1**. Repitam esse processo com todas as atividades da lista **1**.

3. Explique por que o cloreto de sódio (NaCl(aq)), quando está em solução aquosa, mantém a cor vermelha de uma tira de papel tornassol vermelho e a cor azul de uma tira de papel tornassol azul.

4. Escolha um dos fatores que interferem na rapidez de uma reação química e explique como ele atua nesse parâmetro, citando um exemplo do cotidiano para a situação abordada.

5. Escreva, em pedaços de papel, as transformações gasosas, diferenciando as expansões das compressões. Em seguida, entregue os papéis ao professor e, com os colegas, montem um quadro, identificando como a quantidade de calor, o trabalho e a energia interna do gás comportam-se em cada uma das transformações.

6. Converse com um colega sobre quais as condições necessárias para que uma máquina térmica tenha rendimento de 100%. Em seguida, compartilhe suas conclusões com a turma e digam se, com a tecnologia atual, seria viável manter o funcionamento dessa máquina.

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

MODERNA

SER CONSCIENTE Cidades sustentáveis

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Em sua opinião, o que é uma cidade sustentável?
2. Você considera que o planejamento urbano interfere na sustentabilidade de uma cidade?

Leia a seguir o trecho de uma reportagem e responda às questões.

Curitiba – conhecida mundialmente pela sustentabilidade

[...]

Considerada uma das dez cidades mais sustentáveis do mundo, com 64,5 m² de área verde por habitante, possui a melhor qualidade do ar do país, segundo a OMS. São 36 espaços urbanos de preservação, configurados em parques e bosques, o que explica ter sido selecionada como a segunda do *ranking* mundial de equilibrio ambiental.

[...]

CURITIBA – conhecida mundialmente pela sustentabilidade. *Curitiba Convention & Visitors Bureau*. Disponível em: <http://www.curitibacvb.com.br/noticia/curitiba-conhecida-mundialmente-pela-sustentabilidade#>. Acesso em: 21 ago. 2020.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, 85% dos cidadãos passaram a viver em áreas urbanas e a projeção é de que, no ano de 2030, a cada dez pessoas ao redor do mundo, seis delas estejam vivendo em cidades, chegando a $\frac{2}{3}$ da população mundial em 2050. Ou seja, o crescimento urbano é inevitável, mas deve ocorrer de modo ordenado e planejado.

Se, por um lado, as áreas urbanas são eixos que integram ideias, comércio, cultura, Ciência e produtividade, por outro, a alta densidade demográfica e o crescimento desordenado das cidades causam diversos problemas sociais e ambientais, que se manifestam de diferentes maneiras, como pelo aumento da desigualdade social, pela redução da qualidade de vida da população, pela degradação ambiental e pela perda da biodiversidade.

VEJA, A SEGUIR, ALGUMAS MEDIDAS QUE PROMOVEM A SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES.

MODERNA

Pensando no iminente crescimento das áreas urbanas e na necessidade de reduzir os danos sociais e ambientais causados por esse aumento, em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), em Nova York. Nesse encontro, foram elaborados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, pontuando medidas a serem adotadas e aplicadas, com ênfase em desenvolvimento sustentável, até o ano de 2030.

Esse documento apresenta 17 objetivos, entre os quais estão o planejamento e o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis. As cidades sustentáveis são baseadas em ações economicamente viáveis, socialmente justas e ambientalmente corretas, garantindo a participação efetiva dos cidadãos, satisfazendo suas necessidades e assegurando seu bem-estar, sem, no entanto, prejudicar ou colocar em risco a vida de outras pessoas e o meio ambiente.

Com o trabalho integrado de nações e governos, junto a diferentes profissionais, como biólogos, arquitetos, engenheiros, físicos e químicos, há um intenso incentivo ao desenvolvimento de soluções sustentáveis e criativas, que auxiliem no desenvolvimento de cidades sustentáveis. Embora essa seja a realidade em algumas cidades, inclusive brasileiras, a expectativa é de que possa atingir todas as regiões urbanas do mundo. Informações a respeito dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no **Suplemento para o professor**.

A Projetos como a implementação de cidades e comunidades sustentáveis podem mudar a relação das pessoas com o meio ambiente e com os demais cidadãos?

B Você considera que o município e o bairro onde vive são sustentáveis? Para responder a essa questão, junte-se a quatro colegas e façam uma visita a algumas áreas do município e aos bairros onde cada um de vocês vive. Avaliem esses locais, visando identificar características que representem a sustentabilidade local. Ao final das visitas, conversem sobre a atividade e elaborem uma conclusão que responda à questão inicial e justifiquem a resposta obtida. Por fim, citem medidas que os governantes e os cidadãos possam seguir para tornar o município e os bairros visitados mais sustentáveis. Produzam um vídeo sobre os resultados dessa atividade, apresente-o aos colegas da turma e compartilhe-o por meio de redes sociais e aplicativos de mensagens. Respostas no **Suplemento para o professor**.

Representação de parte de uma cidade sustentável, em que os cidadãos e o meio ambiente convivem de maneira harmoniosa. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

FÁBIO EIJI SIRASUMA

MODELO

UNIDADE

2

Saúde humana

Realizar manifestações é considerado um direito fundamental do cidadão, previsto no artigo 5° da Constituição Federal, de 1988, desde que sejam de modo pacífico e com finalidade lícita. As manifestações ou movimentos sociais são essenciais para o delineamento de uma sociedade democrática, ao possibilitar a cada cidadão que expresse sua vontade e seus direitos. É também uma importante ferramenta da população na busca por melhorias e mudanças em sua sociedade, como foi o caso do movimento das Diretas Já.

Após anos sem votação direta para presidente do Brasil, diversos setores da sociedade participaram desse movimento que visava ao direito de expressar sua vontade política na eleição de seus representantes. Nesse e em tantos outros movimentos que ocorreram ao longo da história do país, os jovens tiveram papel essencial, posicionando-se como cidadãos ativos, defendendo seus pensamentos e lutando por melhorias sociais.

Cidadãos durante o movimento Diretas Já, no município do Rio de Janeiro, em 27 de junho de 1984.

LUIZ PINTO/AGÊNCIA O GLOBO

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Você já presenciou ou participou de algum movimento em prol de mudanças e/ou melhorias na sociedade? Compartilhe com os colegas.

B Além de movimentos, de que maneira a população pode atuar ativamente na busca por melhorias na sociedade?

C A saúde é um direito de todo cidadão. Como você, adolescente/jovem, pode atuar em prol da sua saúde e dos demais membros da sociedade?

CAPÍTULO 1

Cuidados com o corpo humano

Estilo de vida saudável

JACOB LUND/ALAMY/FOTOARENA

Jovens em um momento de lazer.

Observe a imagem ao lado e responda às questões.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Em sua opinião, os jovens da imagem são saudáveis e estão cuidando da saúde na cena representada? Explique.
2. Você considera que seus hábitos diários contribuem para a manutenção de sua saúde? Explique, citando exemplos.

Ao responder às questões acima, você foi levado a refletir sobre o que é saúde e quais hábitos colaboram para sua manutenção. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), ter saúde não se refere apenas à ausência de doenças, mas a um completo bem-estar físico, mental e social. Dessa maneira, sua manutenção envolve uma série de atitudes, em diferentes âmbitos, incluindo o modo como os seres humanos interagem entre si e com o ambiente.

Ao longo da história da humanidade, o ser humano foi criando uma infraestrutura para se manter no ambiente onde vive, visando, por exemplo, facilitar a realização de tarefas, melhorar a qualidade de vida e adquirir benefícios econômicos. No entanto, algumas relações estabelecidas com outros indivíduos e com o ambiente não trazem apenas benefícios. Muitas delas podem prejudicar o ser humano e sua saúde.

O desenvolvimento dos televisores, por exemplo, nos proporcionou entretenimento e acesso a diversas informações. Porém, o uso excessivo desse equipamento contribuiu e ainda contribui para o sedentarismo, uma vez que as pessoas, inclusive crianças, adolescentes e jovens, passam horas assistindo à programação. Isso reduz, por exemplo, o tempo disponível para a prática de atividades físicas, principalmente ao ar livre. Algo semelhante ocorre com jogos de *video game*, que consomem grande parte do tempo e, muitas vezes, afastam as pessoas do convívio familiar e social.

A criação e a socialização da internet, por sua vez, facilitaram a comunicação entre as pessoas e o acesso a diversas informações. Porém, com essa tecnologia e sua expansão na forma de redes sociais, as relações interpessoais deram lugar a relações virtuais, que muitas vezes são apenas superficiais. Além disso, tais redes sociais se tornaram uma espécie de vitrine, incentivando, por exemplo, a padronização do que é considerado por muitos como o ideal de vida, de estilo e de tipo corporal e comportamental.

Junto com o desenvolvimento tecnológico, também houve a necessidade do aumento de produtividade, tanto de setores da economia quanto por parte das pessoas, as quais passaram a dedicar mais horas de seu dia ao trabalho. Isso reduziu o tempo destinado ao lazer, ao convívio social e familiar, à prática de atividades físicas e ao preparo das refeições, por exemplo. Além disso, em consequência da modernização e dos avanços da sociedade moderna, tem-se observado níveis alarmantes de poluição, degradação ambiental e problemas de saúde.

O estilo de vida da sociedade humana mudou e, muitas vezes, não foi para melhor. Por isso, cabe a cada um repensar seu modo de vida e como está lidando com tudo o que o cerca e buscar cuidar de sua saúde de maneira integral.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

A sociedade atual não é a mesma de anos atrás e, possivelmente, não será a mesma no futuro.

- Converse com pessoas que tenham 60 anos de idade ou mais, membros de sua família ou não, a respeito da sociedade no passado e no presente, a fim de verificar a visão delas sobre as mudanças pelas quais a sociedade passou ao longo dos anos, focando em melhorias e prejuízos.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

Infraestrutura e saúde

A saúde é um estado de bem-estar que engloba uma grande diversidade de parâmetros individuais, coletivos, pessoais e governamentais. Os programas de infraestrutura, por exemplo, que impulsionam o desenvolvimento socioeconômico de determinada região, são também essenciais para a qualidade de vida da população e, consequentemente, de sua saúde. A infraestrutura inclui serviços como transporte, acesso à energia elétrica, telecomunicações, atendimento de saúde, cobertura vacinal e saneamento básico. Este último é especialmente importante no que se refere à manutenção da saúde da população.

O saneamento básico é o conjunto de serviços que visa, entre outros objetivos, prevenir doenças, manter a saúde e melhorar a qualidade de vida da população. O acesso a esses serviços auxilia de diferentes maneiras na manutenção da saúde da população, evitando a transmissão de doenças, melhorando a qualidade dos ambientes e da vida dos cidadãos ou beneficiando aspectos emocionais e psíquicos, relacionados à dignidade humana.

LEO CALDAS/PULSAR IMAGENS

Garis varrendo rua durante a pandemia de coronavírus, no município de Recife, Pernambuco (2020). A limpeza urbana é um dos serviços inclusos no saneamento básico. Além deste, são previstos serviços como manejo de resíduos sólidos, fornecimento de água tratada à população e coleta e tratamento de esgoto.

Hábitos de higiene também auxiliam na manutenção da saúde, como lavar as mãos após usar o banheiro e antes das refeições, lavar os alimentos antes de ingeri-los, evitar andar descalço, cortar e manter limpas as unhas, beber água filtrada ou fervida e lavar os utensílios domésticos com água potável.

ALEXANDER RATHS/SHUTTERSTOCK

Pessoa lavando as mãos com água e sabão. Esse hábito ajuda a eliminar sujeiras e agentes causadores de doenças, como é o caso do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19. Nessa situação, a lavagem frequente das mãos com água e sabão foi uma das principais medidas adotadas para reduzir a transmissão do vírus pela população.

A vacinação é outra medida que ajuda na prevenção de doenças e, consequentemente, na manutenção da saúde. As vacinas atuam estimulando as defesas naturais do corpo humano, como por meio da produção de anticorpos, em um processo chamado imunização. Elas podem ser de diferentes tipos, por exemplo, baseadas em toxinas bacterianas ou em vírus atenuados ou mortos. Independentemente de seu tipo, as vacinas não causam doenças, apenas preparam o organismo para se defender no caso de entrar em contato com um agente causador de determinada doença.

ISMAR INGBER/PULSAR IMAGENS

Pessoa recebendo vacina contra gripe, no município do Rio de Janeiro (2020). A vacinação deve ocorrer em todos os períodos da vida, desde o nascimento até a fase adulta. Atualmente, existe uma série de vacinas disponibilizadas pelo Ministério da Saúde contra doenças virais e bacterianas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Pesquise sobre o acesso ao saneamento básico no Brasil e em cada região brasileira. Com base nos dados, converse com os colegas sobre as necessidades regionais desses serviços e como essa disponibilidade pode interferir na saúde da população local, considerando não apenas sua interferência na ocorrência de doenças, como também o bem-estar social e emocional do cidadão.

b) Junte-se a três colegas e façam um levantamento dos serviços de infraestrutura do bairro onde cada um de vocês vive, considerando o acesso a saneamento básico e a postos de saúde, a disponibilidade de meios de transporte público, entre outros. Em seguida, conversem sobre os dados levantados e elaborem conclusões sobre a infraestrutura nesses bairros e como ela está interferindo na saúde da população local. Por fim, elenquem medidas que podem ser adotadas pela população local para melhorar a qualidade de vida e as condições de saúde diante das dificuldades identificadas.

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

Adolescência e juventude

Ao longo da vida, o ser humano passa por diferentes fases de desenvolvimento, desde a concepção até a velhice, passando pela infância, adolescência e juventude. Cada uma dessas fases tem suas fragilidades e seus riscos, bem como potenciais e possibilidades. A partir de agora, vamos focar no estudo da adolescência e da juventude. A definição de adolescência e juventude, utilizando como base a idade do indivíduo, pode variar de acordo com a fonte. Veja abaixo.

Para o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), considera-se adolescentes as pessoas com idade de 12 a 18 anos incompletos.

De acordo com o Estatuto da Juventude, são considerados jovens aqueles que possuem entre 15 e 29 anos de idade.

A Organização Mundial da Saúde considera adolescentes aqueles que possuem entre 10 e 19 anos, já os jovens correspondem a pessoas com idades entre 15 e 24 anos.

Independentemente do intervalo de idade em que se inserem essas definições, adolescentes e jovens merecem atenção por parte dos governos, da comunidade e dos familiares. Para assegurar a eles direito e bem-estar, foram criados o Estatuto da Criança e do Adolescente e o Estatuto da Juventude, os quais apresentam os direitos inerentes às pessoas dessas fases da vida, sendo um deles o direito à saúde. Veja a seguir.

[...] Os direitos enunciados nesta Lei aplicam-se a todas as crianças e adolescentes, sem discriminação de nascimento, situação familiar, idade, sexo, raça, etnia ou cor, religião ou crença, deficiência, condição pessoal de desenvolvimento e aprendizagem, condição econômica, ambiente social, região e local de moradia ou outra condição que diferencie as pessoas, as famílias ou a comunidade em que vivem. (incluído pela Lei n.º 13.257, de 2016)

Art. 4.º É dever da família, da comunidade, da sociedade em geral e do poder público assegurar, com absoluta prioridade, a efetivação dos direitos referentes à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária.

[...]

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei n.º 8.069, de 13 de julho de 1990. Institui o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jul. 1990. p. 13563. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm>. Acesso em: 8 ago. 2020.

[...]

Art. 19. O jovem tem direito à saúde e à qualidade de vida, considerando suas especificidades na dimensão da prevenção, promoção, proteção e recuperação da saúde de forma integral.

Art. 20. A política pública de atenção à saúde do jovem será desenvolvida em consonância com as seguintes diretrizes:

I – acesso universal e gratuito ao Sistema Único de Saúde - SUS e a serviços de saúde humanizados e de qualidade, que respeitem as especificidades do jovem;

II – atenção integral à saúde, com especial ênfase ao atendimento e à prevenção dos agravos mais prevalentes nos jovens;

III – desenvolvimento de ações articuladas entre os serviços de saúde e os estabelecimentos de ensino, a sociedade e a família, com vistas à prevenção de agravos;

[...]

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei n.º 12.852, de 5 de agosto de 2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude – SINAJUVE. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 6 ago. 2013. p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm>. Acesso em: 8 ago. 2020.

A formação cidadã ocorre ao longo de toda a vida. No entanto, é na juventude que passamos a agir de modo mais direto, como cidadãos ativos, fazendo parte do mercado de trabalho, exercendo papel durante as eleições por meio do voto, expondo opiniões e defendendo ideias.

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

MODERNA

Vulnerabilidades das adolescências e das juventudes

Você pode estar se perguntando por que no título acima foram utilizados os termos "adolescências" e "juventudes", no plural. Diversos estudiosos do assunto preferem esse termo no plural ao singular, porque consideram que as adolescências e as juventudes são construídas com base em diversos fatores, como cultura, tempo, espaço geográfico, gênero e classe social. Dessa maneira, não existe apenas um tipo de adolescência e de juventude. O que se observa é a coexistência de diversas adolescências e juventudes na sociedade, as quais, apesar de suas peculiaridades, compartilham diversas vivências.

A juventude é uma fase da vida que prepara o indivíduo para assumir seu papel de adulto na sociedade. Ela é marcada pela busca de autonomia nas decisões, emoções e ações e costuma estar cercada de inseguranças. Essas características tornam a juventude uma fase na qual as pessoas estão expostas a diversas vulnerabilidades, assim como na adolescência. Além disso, ambas as fases da vida são caracterizadas por serem permeadas de descobertas, durante as quais os adolescentes e os jovens podem entrar em contato com situações que põem em risco sua saúde.

Alimentação inadequada e sedentarismo

3. Como a má alimentação pode prejudicar a saúde?

Espera-se que os estudantes mencionem que os alimentos fornecem ao organismo os nutrientes de que ele precisa para crescer, desenvolver-se e funcionar adequadamente. A má alimentação prejudica o fornecimento adequado de nutrientes ao corpo e, consequentemente, o funcionamento adequado do organismo, resultando em problemas de saúde diversos.

Dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional do Ministério da Saúde, de 2017, mostram que 55% dos adolescentes tiveram uma má alimentação, consumindo rotineiramente alimentos processados, como macarrão instantâneo, salgadinho de pacote ou biscoito salgado. Esses tipos de alimento são pobres em nutrientes e, geralmente, ricos em gordura, sal e conservantes.

Na infância e na adolescência, há um crescimento acelerado do corpo, principalmente em estatura, tornando necessária a ingestão de nutrientes variados e em quantidades apropriadas para que o corpo se desenvolva adequadamente. Além disso, uma alimentação correta pode melhorar o desempenho escolar e prevenir a obesidade, na adolescência, na juventude e na vida adulta.

Aliado à má alimentação, o sedentarismo também tem aumentado entre adolescentes e jovens, intensificando os riscos à saúde. Parte desse aumento pode ser atribuída à intensificação do uso de celulares, tanto para praticar jogos e navegar pelas redes sociais quanto para conversar com familiares e amigos por meio de aplicativos. Jogos de *video game* também são apontados como contribuintes para o sedentarismo. Assim, para que as pessoas mantenham a saúde, além de uma alimentação adequada, é importante praticar atividades físicas com frequência.

SPEED KINGZ/SHUTTERSTOCK

Jovem utilizando aparelho de telefone celular. Além do sedentarismo, o uso prolongado de aparelhos celulares associado a uma má postura pode levar a problemas na coluna vertebral.

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

MODERNA

Transtornos alimentares

Possivelmente, você já disse ou ouviu algum amigo ou familiar dizer que gostaria de mudar algo em seu corpo, como aumentar ou reduzir algumas medidas, ganhar ou perder massa. Em alguns casos, esse desejo pode ajudar o indivíduo a tomar a decisão de ter uma vida mais saudável. No entanto, em outros casos, esse tipo de pensamento representa uma imagem distorcida que a pessoa tem de si mesma, uma insatisfação que pode caracterizar uma doença relacionada à alimentação e à autoimagem – os chamados transtornos alimentares.

A compulsão alimentar, a bulimia e a anorexia nervosas são os transtornos alimentares mais comuns e todos eles são influenciados por diversos fatores, que requerem o acompanhamento e o tratamento assistido por diferentes profissionais, como médicos, nutricionistas e psicólogos.

O **transtorno compulsivo alimentar** é caracterizado por episódios em que a pessoa deseja se alimentar em grande quantidade, por isso é denominado compulsão alimentar. Esse transtorno pode levar ao aumento de massa corporal e à obesidade, a qual é prejudicial ao funcionamento adequado do organismo e aumenta a predisposição a algumas doenças, como as cardiovasculares.

A **bulimia nervosa** caracteriza-se pela vontade de ingerir uma grande quantidade de alimentos em um curto espaço de tempo, acompanhada da sensação de perda de controle e compulsão. Após essa ingestão excessiva, a pessoa passa por uma fase de arrependimento e preocupação em engordar. Por isso, ela induz o vômito e chega a utilizar inibidores de apetite e medicamentos com efeitos diuréticos e/ou laxantes. Em alguns casos, a pessoa com esse tipo de transtorno faz atividade física excessivamente, visando ao gasto energético, o que pode causar danos na musculatura, uma vez que as fibras musculares não têm glicogênio suficiente armazenado para realizar tal esforço.

A ingestão de medicamentos sem prescrição médica é prejudicial à saúde. No caso dos medicamentos com efeitos diuréticos e/ou laxantes, pode haver interferência na função dos intestinos, prejudicando, assim, parte da digestão e a absorção de nutrientes.

Na **anorexia nervosa**, por sua vez, a pessoa se sente diferente do que ela realmente é e de como os outros a veem. Nesse sentido, a pessoa anoréxica não aceita que está abaixo da massa corpórea normal, tem intenso temor em engordar e não considera a opinião dos outros. No início, a pessoa com esse tipo de transtorno alimentar sente fome, mas não se alimenta. Com o tempo, ela passa a praticamente não se alimentar, o que gera rápidas mudanças em seu corpo. Embora a perda de massa corporal seja rápida, o tratamento é lento e exige que a pessoa volte a ingerir alimentos e a ganhar massa corporal aos poucos, além de ter que mudar a maneira como se vê e como lida com os alimentos.

TATYANA DZEMILEVA/SHUTTERSTOCK

Representação da visão distorcida que uma pessoa com anorexia nervosa tem de seu próprio corpo, levando-a a não aceitação de sua aparência física.

Além das alterações físicas e psicológicas, a anorexia e a bulimia nervosas causam inúmeros outros danos ao organismo, como a desnutrição, a anemia, a hipoglicemia e a redução da produção de alguns hormônios, prejudicando diversas funções do corpo. Quando esses transtornos ocorrem na pré-puberdade, ocorrem danos ainda mais sérios, como o atraso na maturação sexual e prejuízos no desenvolvimento e no crescimento, levando a pessoa a apresentar, por exemplo, uma estatura abaixo da média esperada.

Independentemente do tipo de transtorno alimentar, é essencial que os adolescentes e jovens, apoiados por familiares e amigos, reconheçam o problema e busquem ajuda profissional para reverter a situação.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Converse com seus colegas sobre a relação entre os padrões estéticos atuais, a autoimagem e os transtornos alimentares, expondo sua opinião sobre o assunto.

b) Junte-se a dois colegas e elaborem um *podcast* a respeito dos transtornos alimentares, suas consequências e a importância da aceitação de sua aparência.

MODERNA

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

Consumo de álcool e outras drogas

Leia o trecho da reportagem abaixo.

Os riscos do consumo de álcool na adolescência

No Brasil, pesquisas apontam que 26,8% dos jovens com idades entre 15 e 19 anos relataram consumo de álcool no último ano, o que é um fator de risco para acidentes, violências e doenças.

De cada dez pessoas que começam a beber antes dos 15 anos, seis fazem isso em festas ou por influência dos amigos. [...]

DELBONI, C. Os riscos do consumo de álcool na adolescência. *Estadão*, São Paulo, 26 ago. 2019. Disponível em: <https://emais.estadao.com.br/blogs/kids/os-riscos-do-consumo-de-alcool-na-adolescencia/>. Acesso em: 8 ago. 2020.

4. Em sua opinião, quais são os motivos que levam adolescentes e jovens a consumir bebidas alcoólicas?

Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre o assunto e expor suas opiniões. Eles podem citar motivos variados, como a aceitação social por parte dos colegas e dos locais que frequentam, a curiosidade por experimentar a bebida, a sensação de desafiar familiares experimentando algo proibido e a busca por novas experiências.

Drogas são substâncias que comprometem tanto o funcionamento do corpo quanto o comportamento do usuário. Entre as drogas mais consumidas por adolescentes e jovens estão o álcool e o cigarro, e um dos principais problemas relacionados a esse consumo é a dependência química.

O álcool é uma droga lícita, aceita socialmente, e que deve ser vendida apenas para maiores de 18 anos. Porém, apesar de sua proibição, o que se tem observado é um consumo cada vez maior dessa droga por menores de idade, como citado no trecho da reportagem.

O consumo de bebidas alcoólicas na infância e na adolescência tem graves consequências. O álcool pode atuar em áreas cerebrais ainda em desenvolvimento, como as associadas às habilidades cognitivas e comportamentais. Seu consumo também pode levar a déficit de memória e queda no rendimento escolar. Quando consumido por pessoas na faixa dos 15 anos de idade, o álcool causa uma maior predisposição a desenvolver dependência. Além disso, ele pode facilitar o uso de outras drogas ainda mais nocivas e levar a comportamentos de risco, como aumento da agressividade, direção de veículos sob embriaguez e violência sexual, tendo em vista que prejudica a compreensão e a tomada de decisão do indivíduo.

O cigarro é a segunda droga lícita mais experimentada entre adolescentes e jovens. Seu uso nesses grupos de indivíduos também está relacionado a diferentes fatores, como a aceitação dos colegas. Assim como o álcool, a nicotina, presente no cigarro, leva à dependência. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o tabagismo é a principal causa de morte evitável no mundo. Além disso, é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças, como tuberculose, infecções respiratórias, úlcera, impotência sexual, infertilidade e osteoporose.

ACERVO DO MINISTÉRIO DA SAÚDE/ GOVERNO FEDERAL

Informação presente em embalagem de cigarro. Nas embalagens desses produtos é obrigatória a advertência sobre os malefícios causados por essa droga. No Brasil, a média de idade de experimentação entre os adolescentes é de 16 anos, para ambos os sexos.

Sofrimentos mentais

Além do uso das drogas citadas anteriormente, outras condições podem prejudicar a saúde mental de adolescentes e jovens. As diversas mudanças físicas, emocionais e sociais, características da adolescência e da juventude, e a exposição a fatores como pobreza, violência e abusos, podem tornar o adolescente e os jovens vulneráveis a sofrimentos mentais – entre os mais comuns então a ansiedade e a depressão.

A depressão é um sofrimento mental que afeta as tarefas e as relações do indivíduo no meio escolar, no trabalho e na família, por exemplo. Esse sofrimento pode se apresentar em diferentes graus, de leve a grave, cujos sintomas podem ser variáveis. De modo geral, a pessoa acometida por depressão tem humor deprimido, perda de prazer e interesse pelas atividades cotidianas e falta de energia, por exemplo. Algumas pessoas também podem apresentar distúrbios de sono, crises de ansiedade, baixa autoestima, falta de concentração e distúrbios alimentares.

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

MODERNA

FIZKES/SHUTTERSTOCK

Adolescente em consulta com psicólogo. Alguns adolescentes e jovens não gostam de falar a respeito de seus sentimentos e inseguranças com familiares. Nesses casos, o apoio de profissionais especializados pode ajudar na superação da ansiedade e da depressão.

Já a ansiedade é caracterizada por uma preocupação excessiva ou expectativa apreensiva, difícil de controlar e persistente. Esses dois sintomas vêm acompanhados de cansaço, dificuldade de concentração, irritabilidade, tensão muscular e perturbação de sono.

Tanto a depressão quanto a ansiedade podem ser resultado de diferentes fatores, como má relação familiar, uso excessivo e incorreto de redes sociais, não aceitação de si mesmo e simultânea busca pela aceitação do outro, além de dificuldade em lidar com emoções, prejudicando, assim, o bem-estar físico, mental e social. Além do apoio de familiares e amigos, é importante que as pessoas com os sintomas desses sofrimentos busquem ajuda de profissionais especializados, como médicos e psicólogos, para que sejam feitos o diagnóstico e o tratamento adequados.

Saúde reprodutiva e sexual

A saúde reprodutiva e sexual é considerada um direito humano, previsto pela Organização das Nações Unidas (ONU), e que envolve não apenas a ausência de doenças, mas também o completo bem-estar físico, social e emocional, vinculado à reprodução e à sexualidade.

Para manter a saúde reprodutiva e sexual é essencial o acesso à informação sobre o tema. Essa informação pode ser acessada em diferentes fontes, como livros, *sites* e unidades de saúde. Por que, então, mesmo com a facilidade de acesso a informações, diversos adolescentes e jovens têm tido relações sexuais desprotegidas, expondo-se à possibilidade de gravidez não planejada e à contaminação por infecções sexualmente transmissíveis (IST)? Tão importante quanto acessar a informação, é preciso refletir sobre ela e seus impactos em nossa vida, aproximando o tema de nossa realidade, ao mesmo tempo que tais informações são traduzidas em atitudes responsáveis.

5. Em sua opinião, qual(is) é(são) o(s) possível(is) motivo(s) relacionado(s) à gravidez não planejada e a casos de infecções sexualmente transmissíveis (IST) entre adolescentes e jovens?

Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre o tema. Muitos poderão citar que é falta de acesso a informações e orientações. Nesse caso, incentive-os a refletir se realmente existe dificuldade de acesso à informação na atualidade. Questione-os sobre a importância que adolescentes e jovens dão a tais informações.

Gravidez não planejada

Durante a adolescência há o despertar da sexualidade, surgindo, assim, o interesse pelo namoro e o aumento do desejo sexual. Nesse sentido e diante de todas essas mudanças, aumentam-se as chances da ocorrência de uma gravidez não planejada, por exemplo.

Após a ocorrência da primeira menstruação, mensalmente, o corpo feminino se prepara para uma possível gravidez, o que não significa, no entanto, que o indivíduo esteja completamente preparado para lidar com essa situação. A gestação exige não apenas um corpo sexualmente preparado, mas também preparo psicológico e familiar.

MAXIMIMAGES/ALAMY/FOTOARENA

Gestante realizando consulta pré-natal. Uma das verificações que são feitas em todas as consultas é a pressão arterial, pois há casos em que a gestante desenvolve pré-eclâmpsia, caracterizada pela hipertensão arterial e que é prejudicial tanto à mãe quanto ao feto. Em casos mais graves, esse quadro pode ser fatal.

A gravidez precoce pode trazer riscos à mãe e ao bebê, pois o corpo de uma adolescente ainda não está completamente desenvolvido. Entre esses riscos podemos citar a pré-eclâmpsia, a anemia, a hemorragia e o parto prematuro.

Além das complicações citadas anteriormente, a gravidez precoce ocorre em um momento da vida no qual a adolescente ou o jovem está finalizando a construção da sua identidade e solidificando suas relações com o mundo. Nesse sentido, a gravidez pode interferir em seu dia a dia, favorecendo, por exemplo, a evasão escolar. Nesse caso, estudos mostram que muitos adolescentes e jovens, na figura de pais e de mães, abandonam os estudos durante a gestação, e a maioria não retorna. Os motivos são diversos e incluem, por exemplo, inserção no mercado de trabalho, cuidado prolongado com a criança e amamentação, no caso da mãe.

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

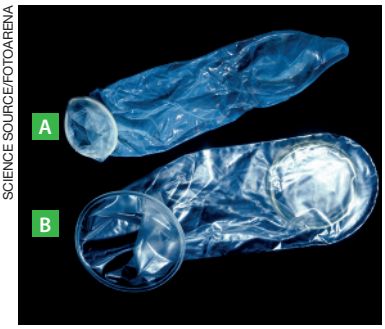
MODERNA

A decisão de iniciar a vida sexual é única e deve ser respeitada, cabendo ao indivíduo a escolha responsável e consciente desse momento.

Infecções sexualmente transmissíveis (IST)

Além do risco da gravidez precoce, relações sexuais sem o uso de preservativos aumentam o risco de contrair IST. Por isso, quando se inicia a vida sexual, é importante a orientação de um médico e a realização de exames clínicos.

Enquanto a gravidez não planejada pode ser prevenida por meio do uso de diferentes métodos contraceptivos, a prevenção da transmissão de IST é possível apenas por meio do uso de preservativo – masculino ou feminino.



SCOTT CAMAZINE/SUE TRAINOR/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Preservativos masculino (**A**) e feminino (**B**). Esse tipo de método contraceptivo, além de evitar a gravidez, é eficiente contra a transmissão de IST, pois evita o contato com secreções que possam conter agentes causadores dessas infecções, como bactérias, vírus e protozoários.*

*Explique aos estudantes que os preservativos masculino e feminino não devem ser usados simultaneamente, pois o atrito entre ambos durante a relação sexual pode danificar o material e prejudicar sua eficiência.

Violência

O que leva alguém a praticar violência contra outra pessoa, sendo que, de acordo com o artigo n.º 227 da Constituição Federal, de 1988, é dever da família, da sociedade e do Estado proteger crianças, adolescentes e jovens de qualquer forma de violência, discriminação, exploração, crueldade e opressão? Essa é uma questão que ainda intriga a sociedade, tendo em vista que, infelizmente, a violência permanece embutida nela.

A morte por homicídio é a principal causa de óbito entre adolescentes e jovens brasileiros, mostrando o quanto essa faixa etária é vulnerável. Além disso, todos os anos são registrados milhares de denúncias de negligência e violências psicológica, física e sexual contra crianças, adolescentes e jovens. Nesses casos, a violência sofrida por esses indivíduos acontece, principalmente, em ambientes de seu convívio e é praticada por pessoas próximas.

ACERVO DO MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL/GOVERNO FEDERAL

Cartaz da campanha "Abuso e Exploração Sexual de Crianças e Adolescentes: O problema é nosso! Denuncie!" (2017). A denúncia é uma importante forma de combater não só abuso infantil, mas qualquer tipo de violência, e pode ser feita por meio do Disque 100.

O *bullying* também é uma forma de violência, que ocorre, geralmente, na escola e nos ambientes virtuais de mídias sociais. Essa violência envolve comportamentos nocivos e repetidos de humilhação e submissão, exteriorizados por meio de apelidos pejorativos, discriminação e produção/divulgação de comentários de cunho maldoso, por exemplo.

Além das violências citadas acima, praticadas por outras pessoas, há a autolesão, na qual o próprio adolescente ou jovem pratica a violência contra si mesmo. Esse comportamento pode ter como objetivo reduzir emoções negativas, como ansiedade, tensão e autocensura, ou externar dificuldades interpessoais. Alguns fatores que podem desencadear esse comportamento são os problemas familiares, a rejeição por parte de amigos, grupos de pessoas ou pares afetivos e o próprio *bullying*.

O acesso a informações sobre o que é o abuso, o respeito ao próprio corpo e ao corpo das outras pessoas contribui para que a vítima identifique possíveis situações abusivas e denuncie o(a) agressor(a).

Sob qualquer situação de violência, o adolescente ou jovem pode buscar ajuda de seus familiares, da coordenação pedagógica, de um profissional da Psicologia, bem como em Centros de Saúde e nos Centros de Atenção Psicossocial Infantojuvenil (CAPSi) de seu município.

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

Adolescências e juventudes bem vividas

6. Em sua opinião, o que é viver bem as fases da adolescência e da juventude?

7. Quais são suas expectativas para os próximos anos?

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Para iniciarmos o estudo deste tópico, responda às questões ao lado.

É dever do Governo Federal, do Estado e do município a criação de políticas públicas que protejam e deem assistência a crianças, adolescentes e jovens. No entanto, cabe a cada indivíduo, como cidadão, primar pela sua saúde, buscando atitudes que contribuam com o bem-estar físico, mental e social.

Embora a juventude, assim como a adolescência, seja uma fase de mudanças e ansiedades, ela é rica em aprendizados e experiências, que, vividos de maneira saudável, contribuem para a formação de cidadãos ativos e responsáveis.

As escolhas que fazemos no cotidiano devem primar pelo cuidado e pela saúde do próprio corpo, bem como respeitar a individualidade de cada cidadão. Além disso, é preciso atentar para o emocional, expressando adequadamente nossas emoções, dúvidas e incertezas. Veja a seguir algumas atitudes que podem contribuir para que a adolescência e a juventude sejam bem aproveitadas e vividas.

Tenha uma alimentação saudável, incluindo alimentos variados e em quantidades adequadas, se possível, com orientação de um profissional especializado na área, como um nutricionista. A realização de dietas deve ser feita apenas por recomendação de profissionais especializados na área e com as devidas orientações.

Tenha momentos de lazer, os quais podem envolver as mais diversas atividades, como ler um livro, praticar exercícios físicos ou escutar, tocar ou cantar uma música. Há diversas atividades de lazer, que dependem do gosto pessoal de cada um e do acesso a elas. O importante é que você busque e descubra atividades saudáveis que o façam se sentir bem e as pratique.

Mantenha um convívio social. Mesmo em tempos de interações e relações sociais virtuais, é importante manter uma rede de amigos com os quais você conviva fisicamente.

Pratique atividades físicas regularmente para manter o bom funcionamento do corpo. Além disso, a prática de atividades aeróbicas favorece a liberação de hormônios causadores da sensação de bem-estar.

Leia e mantenha-se informado sobre assuntos diversos, com base em fontes confiáveis. Essa atitude contribui para a formação cidadã, favorecendo o desenvolvimento de pessoas atuantes na sociedade. O acesso à informação também contribui para distinguirmos atitudes corretas de atitudes inadequadas, contribuindo para que tenhamos atitudes éticas e responsáveis.

Seja responsável por suas atitudes em relação a você e aos outros, bem como em relação a seu corpo, primando sempre pela saúde, no contexto amplo. Sempre que necessário, busque orientação com profissionais da área.

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Estudantes debatendo durante atividade em sala de aula, no município de São Paulo (2019). A escola é um importante espaço de aprendizado e interações. Além dos conteúdos formais, os estudantes desenvolvem diversas habilidades, que contribuem para a formação cidadã e auxiliam jovens e adolescentes a lidar com as adversidades da vida.

A escola é um espaço onde adolescentes e jovens podem discutir temas que despertem seus interesses e tirar dúvidas sobre as vivências dessas fases da vida. É também um espaço de acolhida, não somente por funcionários da escola, mas também pelos colegas, os quais estão na mesma fase de desenvolvimento e experimentam os mesmos anseios, medos e dúvidas.

A família também é de fundamental importância para acolher essas vivências e orientar os adolescentes e jovens em suas escolhas. O meio familiar pode dar o apoio necessário para enfrentar situações difíceis e que possam gerar medos e angústias.

A escolha por ambientes saudáveis e companhias que não os exponham a situações de risco também é essencial. Por fim, o diálogo com familiares, professores e colegas é de extrema importância em todas as idades, pois contribui para o bem-estar social, que está diretamente relacionado ao bem-estar físico e mental, contribuindo, assim, para a saúde em seu aspecto mais amplo.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** e **5** no **Suplemento para o professor**.

1. De acordo com alguns estudos sobre alimentação e dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a ingestão de alimentos processados e ultraprocessados tem aumentado na população brasileira, enquanto o consumo de alimentos *in natura* reduziu.

a) Pesquise e diferencie alimentos processados, ultraprocessados e *in natura*.

b) Converse com seus colegas sobre os possíveis motivos que ocasionaram as mudanças nos hábitos alimentares da população brasileira ao longo do tempo e o que isso pode acarretar à saúde dos indivíduos no futuro.

2. Leia o trecho do texto a seguir.

[...] A escola é apontada como um importante instrumento para veicular informações sobre formas de evitar a gravidez e de se proteger de doenças sexualmente transmissíveis [...]

ALTMANN, H. Orientação sexual nos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Estudos Feministas*, Florianópolis, v. 9, n. 2, 2001. p. 575.

a) Você concorda com o trecho do texto acima? Converse com os colegas.

b) Há quem afirme que a discussão sobre os temas citados no trecho do texto também deva ser realizada com os familiares ou responsáveis. Qual é sua opinião sobre esse assunto? Converse com os colegas.

3. **(UEL-PR)** Leia o texto a seguir.

Não é de hoje que ser "moderno" e "antenado" é ser diferente. Toda geração tem seu grupo tentando criar uma identidade própria, de preferência distante dos padrões que a sociedade considera normais, mas muito do que pregam tem um pé nos anos 70. No Brasil, uma das tendências é a ecovila, espécie de comunidade baseada na produção de alimentos orgânicos, no uso de energia renovável e na preservação do ambiente. Outra moda é a volta dos discos de vinil (por exemplo, LPs) e a cultura do faça você mesmo, como a produção caseira de cervejas.

(Adaptado de: PRADO, A. C.; HUECK, K. A Volta dos Hippies. *Super Interessante*, 296.ed., São Paulo: Editora Abril, out. 2011, p.77-79.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre juventude e sociedade contemporânea, identifique a alternativa correta.

a) A cultura do "faça você mesmo", por ser contra a exploração social, pauta-se pela recusa em utilizar produtos industrializados.

b) A retomada de práticas artesanais e criativas de sociabilidade é um dos fatores da redução da criminalidade juvenil no Brasil.

c) Entre os jovens de hoje, as identidades têm se constituído, predominantemente, a partir de elementos reconhecidos como culturais.

d) Inspirados nos *hippies* dos anos 1970, os jovens de hoje forçam o capitalismo a retornar a seu período artesanal.

e) O retorno aos referenciais setentistas justifica-se por ter sido um período no qual os jovens cultivavam mais os valores tradicionais.

Alternativa **c**.

4. **(Enem)** A educação física ensinada a jovens do ensino médio deve garantir o acúmulo cultural no que tange à oportunização de vivência das práticas corporais; a compreensão do papel do corpo no mundo da produção, no que tange ao controle sobre o próprio esforço, e do direito ao repouso e ao lazer; a iniciativa pessoal nas articulações coletivas relativas às práticas corporais comunitárias; a iniciativa pessoal para criar, planejar ou buscar orientação para suas próprias práticas corporais; a intervenção política sobre as iniciativas públicas de esporte e de lazer.

Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br>. Acesso em: 2 set. 2012.

Segundo o texto, a educação física visa propiciar ao indivíduo oportunidades de aprender a conhecer e a perceber, de forma permanente e contínua, o seu próprio corpo, concebendo as práticas corporais como meios para

a) ampliar a interação social.

b) atingir padrões de beleza.

c) obter resultados de alta performance.

d) reproduzir movimentos predeterminados.

e) alcançar maior produtividade no trabalho.

Alternativa **a**.

5. A adolescência e as juventudes não são vivenciadas da mesma maneira em todo o Brasil. Diversos fatores interferem no ambiente no qual o adolescente/jovem vive e no modo como se relaciona com os outros e com o mundo. Faça uma análise crítica do bairro onde você vive a respeito dos possíveis riscos e benefícios à boa vivência da adolescência e da juventude no local. Em seguida, elabore um texto dissertativo sobre essa análise e apresente-o aos colegas.

2. a) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre os impactos que as informações construídas na escola têm em suas vidas. Embora seja um assunto considerado polêmico por muitos, é importante que eles tenham opinião formada e saibam discutir sobre assuntos diversos, expondo assim seus pensamentos.

2. b) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre esse tipo de discussão, expondo suas opiniões e, no caso de se sentirem confortáveis, a comentar com os colegas sobre como esse tema é tratado entre os próprios familiares ou responsáveis. É possível que os modos de lidar com tal assunto variem entre os estudantes. Oriente-os sempre a respeitar a diversidade de opiniões e vivências.

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

MODERNA

CAPÍTULO 2

Polímeros

1. Espera-se que os estudantes respondam que uma alimentação inadequada está relacionada à ingestão de alimentos pouco variados, que não fornecem todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento e funcionamento do organismo, e também ao consumo excessivo de alimentos processados e ultraprocessados. Além disso, a má alimentação também está relacionada à ingestão de alimentos em excesso ou em quantidade insuficiente.

Micronutrientes e macronutrientes

Leia o trecho da reportagem a seguir.

Mais da metade dos jovens acompanhados no SUS têm alimentação inadequada

[...] Dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), apontaram que, em 2017, 55% deles [jovens] consumiram produtos industrializados regularmente, como macarrão instantâneo, salgadinho de pacote ou biscoito salgado. Além disso, 42% desses jovens ingeriram hambúrguer e/ou embutidos; e 43% biscoitos recheados, doces ou guloseimas. [...]

MACIEL, V. Mais da metade dos jovens acompanhados no SUS têm alimentação inadequada. *Ministério da Saúde*, 16 out. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/mais-da-metade-dos-adolescentes-acompanhados-no-sus-tem-alimentacao-inadequada>. Acesso em: 10 abr. 2021.

1. Além do consumo dos alimentos citados, quais fatores podem ser responsáveis por uma alimentação inadequada?
2. Como você avalia sua alimentação?
   Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes façam uma autoavaliação de sua alimentação, verificando se ela é composta de alimentos variados e em quantidades adequadas, sem excesso nem falta.

É por meio da alimentação que obtemos os nutrientes de que o corpo necessita para se manter vivo e saudável. Os nutrientes são compostos químicos essenciais para o metabolismo do organismo. Eles são responsáveis pelo crescimento, pela manutenção e pelo bom funcionamento dos órgãos, e por fornecer energia para realizar as atividades do dia a dia.

Os principais nutrientes são os carboidratos, lipídios e proteínas, chamados **macronutrientes**, e as vitaminas e sais minerais, denominados **micronutrientes**.

Imagens sem proporção.

Nutrientes	Carboidratos	Lipídios	Proteínas	Vitaminas	Sais minerais
Características	Fontes de energia e responsáveis por diversos papéis no metabolismo do corpo.	Atuam como importantes reservas energéticas, na produção de hormônios e na formação das células. Além disso, agem como isolante térmico.	Auxiliam na construção de tecidos, ajudam na formação da estrutura do organismo e participam da regulação de processos do metabolismo, bem como do transporte de substâncias entre as células.	Atuam em conjunto com algumas enzimas, controlando as atividades das células. Além disso, auxiliam no fortalecimento do sistema imunológico.	Auxiliam na produção de hormônios, na formação de dentes e ossos e na regulação da pressão sanguínea.
Exemplos de alimentos onde nutrientes são encontrados	NEHO PHOTO/SHUTTERSTOCK Pães, macarrão, arroz, cereais e batata.	KERD KANNO/SHUTTERSTOCK Abacate, azeite e oleaginosas.	AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK Ovos, carnes e leguminosas.	MONTICELLO/SHUTTERSTOCK Frutas e hortaliças.	

Alguns nutrientes, como os carboidratos e as proteínas, fazem parte de um grupo chamado **polímeros**, que são macroestruturas formadas por moléculas menores denominadas monômeros, os quais se unem entre si pelo processo de polimerização. Os polímeros podem ser naturais ou artificiais. Vamos estudar alguns exemplos deles ao longo deste capítulo.

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

Polímeros naturais

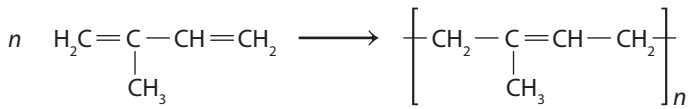
Os polímeros naturais são os encontrados na natureza, como o látex, a celulose, o amido, o glicogênio e as proteínas. Muitos deles fazem parte do nosso dia a dia, por exemplo, alguns são essenciais para o desenvolvimento e manutenção do corpo, outros são utilizados como alimentos ou utilizados na confecção de produtos pelas indústrias.

Veremos a seguir as características e propriedades de alguns polímeros naturais.

Látex

O látex é um tipo de seiva, extraído da planta *Hevea brasiliensis*, mais conhecida como seringueira. Ele serve de matéria-prima para a obtenção da borracha natural, que foi a primeira borracha utilizada industrialmente.

O látex da seringueira é uma emulsão contendo cerca de 35% de poli-isopreno. Esse composto é um polímero formado pela repetição de moléculas de isopreno (2-metilbut-1,3-dieno, C_5H_8), cuja reação de polimerização simplificada é:



isopreno — poli-isopreno $(C_5H_8)_n$

JOA SOUZA/SHUTTERSTOCK

Extração de látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no município de Itabela, Bahia (2017). A seringueira *Hevea brasiliensis* pode atingir aproximadamente 40 m de altura.

Na borracha natural, o valor de *n*, que representa o número de moléculas de isopreno que formam o polímero, é da ordem de 5 000 unidades.

Seda

A seda é um polímero de origem animal. As lagartas de insetos e as aranhas secretam fibras de seda para formar casulos e construir teias, respectivamente.

Essas fibras são compostas de uma proteína que apresenta uma estrutura que possibilita, por exemplo, a elasticidade à teia da aranha, a qual é utilizada por esse animal para proteger os ovos e capturar alimentos, por exemplo.

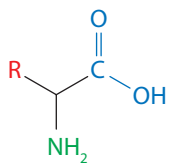
SUPERYO S/SHUTTERSTOK

Casulo de lagarta de bicho-da-seda (*Bombyx mori*) feito com fibras de seda.

Proteínas

Como vimos, as proteínas desempenham papéis essenciais no corpo humano, sendo encontrados milhares de diferentes tipos delas em uma única célula. As proteínas são polímeros naturais formados por unidades monoméricas chamadas **aminoácidos**.

Existem 20 tipos de aminoácidos e todos os seres vivos são constituídos desse mesmo conjunto de aminoácidos. Esses monômeros têm em sua composição um grupo amina $(-NH_2)$ e um grupo carboxila $(-COOH)$ ligados ao mesmo átomo de carbono (C), e os grupos R, que diferem entre os tipos de aminoácidos existentes.

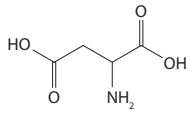
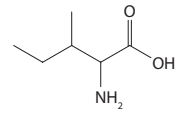
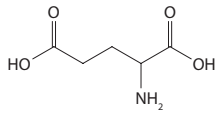
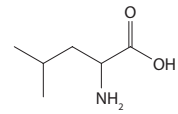
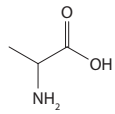
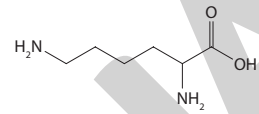
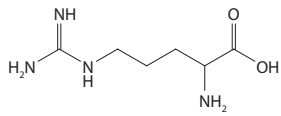
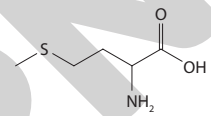
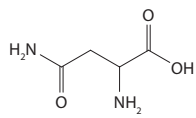
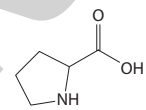
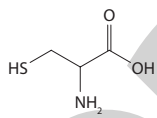
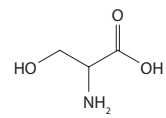
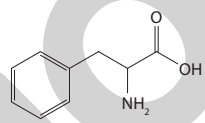
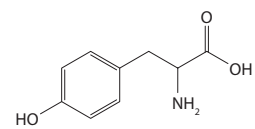
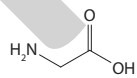
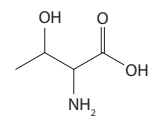
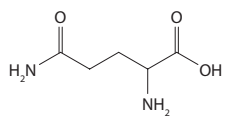
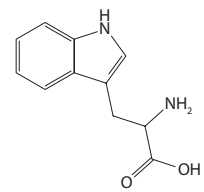
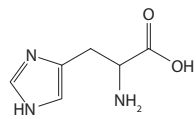
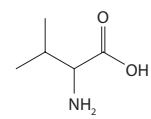


Representação da estrutura geral de um aminoácido.

Os aminoácidos podem ser classificados em essenciais, os quais o corpo humano não é capaz de produzir e devem ser ingeridos por meio de alimentos, e não essenciais, os quais são produzidos pelo corpo humano.

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

O quadro abaixo apresenta as fórmulas estruturais dos 20 aminoácidos que compõem as proteínas.

Aminoácidos	Fórmula estrutural	Aminoácidos	Fórmula estrutural
Ácido aspártico (Asp) Não essencial		Isoleucina (Ile) Essencial	
Ácido glutâmico (Glu) Não essencial		Leucina (Leu) Essencial	
Alanina (Ala) Não essencial		Lisina (Lis) Essencial	
Arginina (Arg) Essencial		Metionina (Met) Essencial	
Asparagina (Asn) Não essencial		Prolina (Pro) Não essencial	
Cisteína (Cys) Não essencial		Serina (Ser) Não essencial	
Fenilalanina (Fen) Essencial		Tirosina (Tir) Essencial	
Glicina (Gly) Não essencial		Treonina (Tre) Essencial	
Glutamina (Gin) Não essencial		Triptofano (Trp) Essencial	
Histidina (His) Essencial		Valina (Val) Essencial	

!

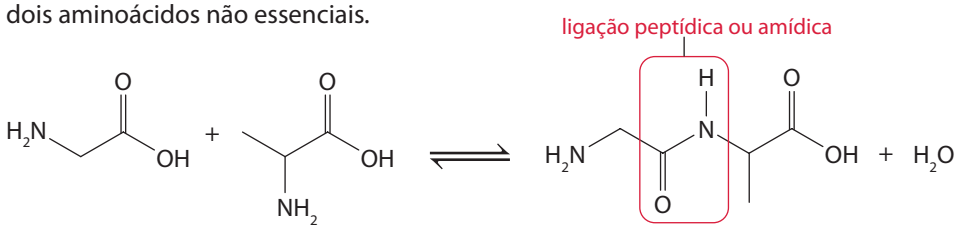
A maioria das proteínas é uma sequência de 100 a 10 000 aminoácidos. As combinações entre os 20 aminoácidos possibilitam a formação de muitos tipos diferentes de proteínas.

Para formar as proteínas, os aminoácidos se ligam covalentemente, por meio das chamadas **ligações peptídicas**. Essa ligação ocorre entre o grupo carboxila de um aminoácido com o grupo amino do outro aminoácido, formando um dipeptídio.

MODERNA

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

Veja a seguir como ocorre a formação da ligação peptídica entre glicina e alanina, dois aminoácidos não essenciais.



A ligação peptídica é formada pela remoção da hidroxila (—OH) do grupo carboxila de um aminoácido e do hidrogênio (H) do grupo amino de outro. Essa reação é chamada reação de condensação, a qual se caracteriza pela eliminação da água.

As proteínas podem ser representadas por quatro níveis de estruturas moleculares, como apresentado a seguir.

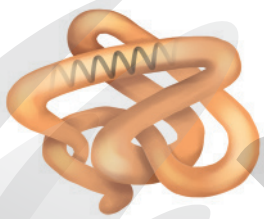
A estrutura primária é a sequência de aminoácidos unidos por ligações peptídicas que compõem sua cadeia polipeptídica.

Representação da estrutura primária de proteína. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A estrutura secundária é representada por dobras na cadeia que são estabilizadas por ligações de hidrogênio.

Representação da estrutura secundária alfa-hélice de proteína. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A estrutura terciária das proteínas corresponde ao maior enrolamento de sua cadeia polipeptídica.



Representação da estrutura terciária de proteína. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A estrutura quaternária ocorre quando várias cadeias polipeptídicas se associam e se enovelam.

Representação da estrutura quaternária de proteína. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Um tipo importante de proteína produzida pelas células do organismo são as enzimas. Elas agem como catalisadores dos processos biológicos, podendo atuar dentro ou fora das células que as produzem. Como acontece com todos os catalisadores, a enzima possibilita que uma reação ocorra com menor energia de ativação.

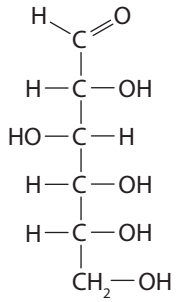
As enzimas possuem funções bastante específicas e só agem em condições bem determinadas de temperatura e de pH, por exemplo. Alterando essas condições, a enzima passa por um processo chamado desnaturação e perde sua ação.

Representação da estrutura secundária da enzima lipase pancreática. Essa enzima é responsável por quebrar lipídios em ácidos graxos e glicerol no intestino delgado humano. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

LAGUNA DESIGN/SPL/FOTOARENA

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

MODERNA



Fórmula estrutural de um carboidrato (glicose, $C_6H_{12}O_6$).

Hidrólise: reação química com a água, em que a mesma tem uma ligação química rompida.

Carboidratos

Os carboidratos são compostos formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (O), sendo também conhecidos como hidratos de carbono ou glicídios. Eles são a fonte de energia mais facilmente aproveitável pelo nosso corpo e apresentam grupos hidroxila $(-OH)$ ligados a carbono saturado (álcool) e aldeído $(-COH)$ ou carbonila $(C = O)$. São compostos de função mista, poliálcool-aldeído (poli-hidroxialdeído) ou poliálcool-cetona (poli-hidroxi-cetona). Os carboidratos são genericamente representados pela fórmula $C_n(H_2O)_n$ e podem ser classificados em monossacarídios, dissacarídios e polissacarídios.

Monossacarídios

Unidades básicas dos carboidratos. Eles não sofrem hidrólise e podem ser poli-hidroxialdeídos (aldoses) ou poli-hidroxicetonas (cetoses).

Exemplos: glicose, frutose $(C_6H_{12}O_6)$ e galactose $(C_6H_{12}O_6)$.

Polissacarídios

São resultantes da polimerização por condensação de monossacarídios.

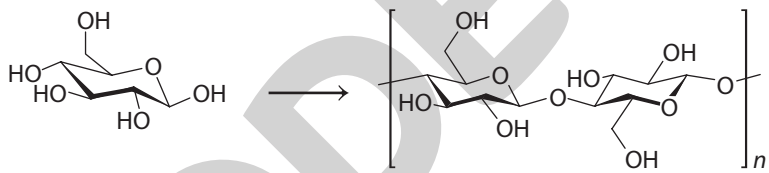
Exemplos: amido, celulose e glicogênio.

Dissacarídios

Apresentam fórmula molecular $(C_{12}H_{22}O_{11})$ e são resultantes da dimerização por condensação de dois monossacarídios, ou seja, são formados pela união de dois monossacarídios com liberação de uma molécula de água.

Exemplos: sacarose, maltose e lactose.

Veja a seguir a reação de formação da celulose pela polimerização das moléculas de glicose. As ligações que ocorrem entre os monossacarídios são do tipo covalente, chamadas ligação glicosídica. Essa reação é chamada reação de condensação, a qual se caracteriza pela eliminação da água.



Veja no quadro a seguir os tipos de carboidratos e algumas características gerais.

Carboidratos	Exemplos de fontes	Aplicações e importância para o organismo
Glicose	Encontrada em frutas, milho doce, xarope de milho, mel e algumas raízes.	Principal nutriente para as células obterem energia.
Frutose	Encontrada junto com a glicose no mel e frutas, sendo considerada o monossacarídio mais doce.	Utilizada na produção de adoçantes e algumas bebidas.
Galactose	É obtida do açúcar do leite (lactose) ao sofrer hidrólise durante a digestão.	Fornece uma grande quantidade de energia em uma quantidade pequena de produto.
Sacarose	Encontrada principalmente na cana-de-açúcar e na beterraba.	Utilizada para a produção de açúcar, utilizado para adoçar alguns alimentos, e para a produção de etanol.
Maltose	Encontrada em vegetais e tem função energética.	É o principal componente do malte, usado na fabricação de pães doces e salgados, entre outros alimentos.
Lactose	Presente no leite de vaca e seus derivados.	Utilizada na indústria de alimentos, como de doces e pães, e na indústria farmacêutica, como excipiente em cápsulas e comprimidos.
Celulose	Presente em praticamente todos os vegetais. Ela é extraída da madeira.	Utilizada na fabricação de tecidos e na produção de papel.
Amido	Encontrado em cereais, como o arroz, o milho, o trigo e tubérculos, como a batata e a mandioca.	No intestino, o amido é hidrolisado, formando moléculas de glicose, as quais são distribuídas a todas as células do corpo pela corrente sanguínea.
Glicogênio	É produzido no fígado e nos músculos dos animais pela glicose que circula no organismo.	Funciona como uma reserva de energia que o organismo utiliza quando precisa de glicose.

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

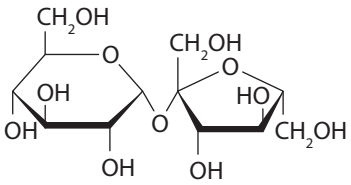
MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. a) Espera-se que os estudantes respondam que são resultantes da dimerização de dois monossacarídios.
b) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a identificar os tipos de carboidratos existentes e sua principal fonte e importância.

1. Observe a imagem e responda às questões propostas a seguir.



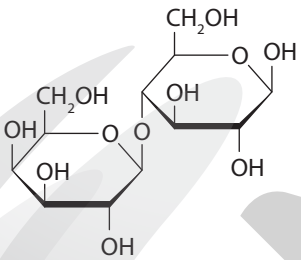
Formula estrutural da sacarose.

a) A estrutura acima representa um monossacarídio, dissacarídio ou polissacarídio? Justifique sua resposta.

b) Cite um exemplo de monossacarídio, dissacarídio e polissacarídio. Em seguida, explique qual é a fonte desses carboidratos e a importância deles para os seres humanos.

c) Por que podemos considerar que um polissacarídio como a celulose é um polímero? Porque ele é formado pela repetição de uma molécula, no caso a glicose, que funciona como um monômero.

2. A intolerância à lactose é uma condição na qual a pessoa é incapaz de digerir o açúcar presente no leite e seus derivados. Essa condição ocorre quando o organismo não produz quantidade suficiente de uma enzima chamada lactase, a qual é responsável por quebrar a lactose em glicose e galactose. Respostas no **Suplemento para o professor**.



Fórmula estrutural da lactose.

a) Que tipos de polímeros são a lactose e a lactase?

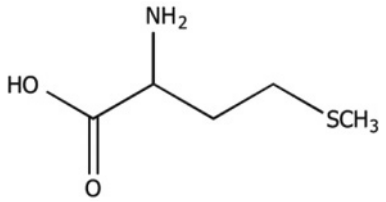
b) Como se dá a ligação entre os monômeros para formar o polímero que compõe a enzima lactase?

c) Explique o que é e qual é o papel de uma enzima.

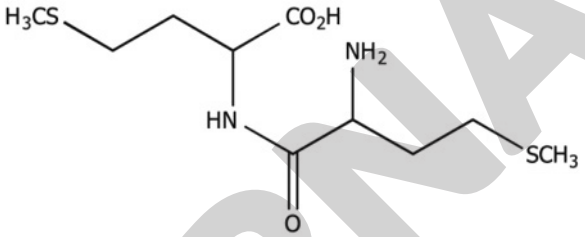
d) Faça uma pesquisa sobre os principais sintomas e tratamentos da intolerância à lactose.

3. **(UFRGS-RS)** Em 2016, foi inaugurada a primeira fábrica mundial para a produção de uma nova fonte de metionina especificamente desenvolvida para alimentação de camarões e outros crustáceos. Esse novo produto, Met-Met, formado pela reação de duas moléculas de metionina na forma racêmica, tem uma absorção mais lenta que a DL-metionina, o que otimiza a absorção da metionina e de outros nutrientes no sistema digestivo dos camarões.

Metionina



Met-Met



A Metionina e o Met-Met são, respectivamente,

a) um aminoácido e um dipeptídio.

b) um aminoácido e uma proteína.

c) um sacarídio e um lipídio.

d) um monossacarídio e um dissacarídio.

e) um monoterpeno e um diterpeno.

Alternativa **a**.

4. **(IFSUL-RS)** O glúten e a lactose são os novos vilões da alimentação. Como todo vilão, causam medo e fanatismo. Muitas pessoas pregam seu completo banimento da alimentação humana. Resta saber se esse modismo passará como tantos outros ou se veio para ficar. O glúten é uma proteína presente em grãos de espécies da Tribo *Triticeae* e a lactose é um carboidrato presente no leite.

Sobre esses grupos funcionais, analise as afirmativas abaixo:

I. Proteínas são polímeros de ésteres de ácidos graxos com o propano–1, 2, 3–triol.

II. As proteínas podem apresentar estruturas primárias (principal), secundárias, terciárias ou quaternárias.

III. Carboidratos são compostos de função mista do tipo poliálcool-aldeído ou poliálcool-cetona e outros compostos que, por hidrólise, dão poliálcoois-aldeídos e/ou poliálcoois-cetonas.

Estão corretas as afirmativas

a) I, II e III.

b) I e II, apenas.

c) II e III, apenas.

d) I e III, apenas.

Alternativa **c**.

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

REPRODUÇÃO

MODERNA

Polímeros sintéticos

Leia o trecho do texto a seguir.

[...]

Usou uma máquina autoclave e obteve uma massa cor de âmbar que podia ser transformada em qualquer objeto. Começava ali a era do plástico. O químico chegou a esse resultado em 1907 e o apresentou formalmente à Sociedade Americana de Química dois anos depois. Por ser resistente ao calor, podendo ser laminada e moldada na fase inicial da produção e ter baixo custo, a baquelite teve muitas aplicações, além de ser utilizada como isolante pela indústria elétrica. Era conhecida como o "material dos mil usos": de rádios a bijuterias, de brinquedos a telefones, de bolas de bilhar a máquinas fotográficas. Como não podia ser refundida, virou até moeda na Indonésia durante a Segunda Guerra Mundial.

[...]

MARCOLIN, N. A era do plástico. *Pesquisa Fapesp*, mar. 2006. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-era-do-plastico/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

© Neldson Marcolin/Pesquisa FAPESP

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre as diferentes aplicações do plástico em nosso dia a dia, muitas das quais provavelmente eles nem haviam se atentado se tratar desse material.

CYNO CLUB/ SHUTTERSTOCK

Panela com cabo e puxador de baquelite. Atualmente, essa é uma das principais aplicações da baquelite.

A baquelite foi o primeiro tipo de plástico, desenvolvido pelo inventor e empresário belga Leo Hendriz Baekeland (1863-1944). Esse material é formado pela combinação por polimerização de fenol (C_6H_6O) e metanal (CH_2O) sob calor e pressão, sendo resistente ao calor. Esse material foi um dos primeiros polímeros sintéticos, ou seja, produzidos pelo ser humano. Embora ele tenha sido amplamente utilizado durante anos, para os mais variados fins, o desenvolvimento de novos polímeros mais leves e resistentes levou à redução do uso da baquelite, a partir da década de 1960.

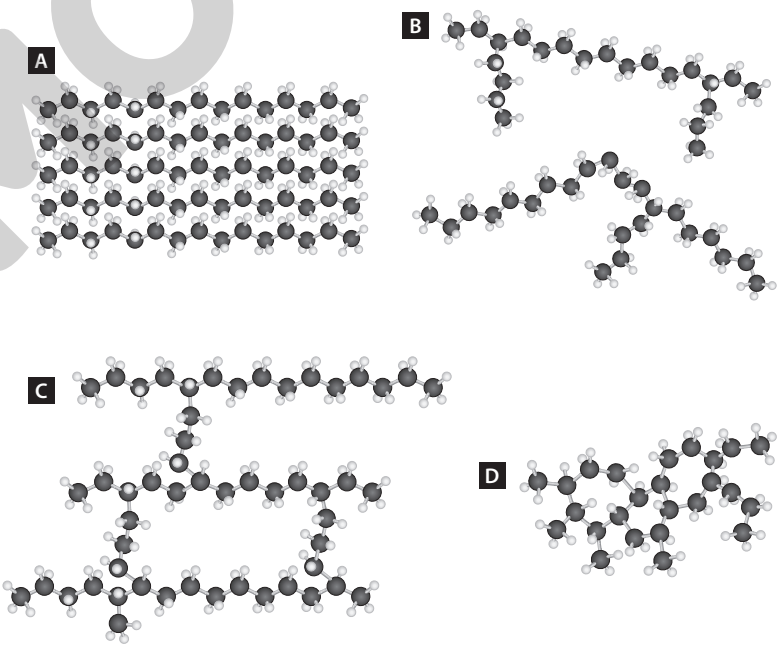
Em geral, os polímeros sintéticos são produzidos por hidrocarbonetos provenientes do petróleo. Esses polímeros são utilizados para a fabricação dos mais diversos materiais do dia a dia, sendo o plástico um dos mais usados na atualidade.

Os polímeros sintéticos, assim como os naturais, podem ser classificados de acordo com suas propriedades. Veja os exemplos a seguir.

1. Cite pelo menos dez objetos que você usa no dia a dia que são feitos de plástico.

Os polímeros **termoplásticos** podem, algumas vezes, ser fundidos por aquecimento e solidificados por resfriamento. Nesses materiais, o aquecimento e o resfriamento não alteram a composição do polímero nem modificam o formato da sua macromolécula. Em geral, esse tipo de polímero apresenta macromoléculas lineares com ou sem ramificações.

Os polímeros que não modificam seu formato por aquecimento ou resfriamento, por sua vez, são denominados **termorrígidos**, **termoestáveis** ou **termofixos**. Geralmente, esses polímeros são formados por macromoléculas que apresentam estruturas com ligações cruzadas ou em rede.



Representação das estruturas linear (**A**) e linear com ramificações (**B**) dos polímeros termoplásticos e das estruturas com ligações cruzadas (**C**) e em rede (**D**) dos polímeros termorrígidos. As esferas pretas representam átomos de carbono; as cinzas, átomos de hidrogênio. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

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

MODERNA

De maneira geral, os polímeros termoplásticos são recicláveis, enquanto os termorrígidos não são recicláveis. Para o caso dos polímeros recicláveis, existe uma classificação que auxilia na separação adequada dos materiais e, consequentemente, no processo de reciclagem. Veja abaixo.

SERGIO L. FILHO

Codificação usada para diferenciar os tipos de plástico reciclável. O triângulo indica que o material plástico é reciclável. Já o número é usado para identificar os tipos de plástico.

Além disso, cada um desses tipos de plástico apresenta características específicas que interferem em sua aplicação, antes e após a reciclagem. Veja alguns exemplos a seguir.

- O polipropileno (PP) é um termoplástico que apresenta uma das mais baixas densidades dentre os polímeros, ao mesmo tempo que apresenta forte resistência química e de impacto em temperatura ambiente. Por isso, é utilizado na fabricação de peças estruturais aplicadas em indústrias de processos em geral. Além disso, o PP é considerado atóxico, tornando sua aplicação ideal em indústrias farmacêuticas e alimentícias.
- O polietileno é dividido em duas categorias: os de baixa densidade (PEBD) e os de alta densidade (PEAD). Além da baixa densidade, os PEBD apresentam flexibilidade e baixa temperatura de fusão. Já os PEAD apresentam densidade e temperatura de fusão mais altas do que as do PEBD, além de maior rigidez e menor flexibilidade. Suas características permitem sua aplicação na produção de itens plásticos mais resistentes.
- O poliestireno expandido é obtido via polimerização por adição e apresenta baixa densidade. Ele pode ser utilizado como material isolante. Para isso, ele é moldado na forma do objeto a ser isolado (que pode ser um copo, por exemplo) e, assim, utilizado para conservar o calor ou a baixa temperatura de um produto (como uma bebida ou outro alimento).

Embalagem de poliestireno expandido, popularmente conhecido como isopor. Esse tipo de material é leve, de baixo custo e atua como isolante térmico, sendo amplamente utilizado em embalagens para conservação da temperatura de alimentos.

GAVRAN 333/SHUTTERSTOCK

Polímero	Exemplos de uso	Exemplos de uso após a reciclagem
(1) Politereftalato de etileno (PET)	Garrafas de bebidas, frascos e embalagens para medicamentos, alimentos, cosméticos e produtos de limpeza, cordões de varal, cerdas de vassoura e fibras têxteis.	Cerdas de vassoura e fibras têxteis.
(2) Polietileno de alta densidade (PEAD)	Tubo de caneta esferográfica, baldes, tambores, frascos de produtos de limpeza, potes de sorvete e tampinhas de garrafa.	Cadeiras e cestos para lixo.
(3) Policloreto de vinila (PVC)	Canos e conexões de encanamentos, fita isolante, conduítes e filme plástico para cobrir alimentos.	Canos e mangueiras.
(4) Polietileno de baixa densidade (PEBD)	Sacos de lixo, sacolas de supermercado, embalagens de alimentos e tampas de potes de sorvete, revestimento para fios e cabos elétricos.	Sacolas de supermercado.
(5) Polipropileno (PP)	Painéis e para-choques de veículos, potes de margarina e copos descartáveis.	Recipientes para tintas.
(6) Poliestireno (PS)	Isolantes térmicos, copos, pratos e talheres descartáveis e seringas.	Canos e cestos para lixo.
(7) Outros	*CDs*, partes plásticas de *notebooks* e celulares, por exemplo.	"Madeira" plástica.

Leve os estudantes a perceber que, após a reciclagem, nenhum tipo de plástico pode ser utilizado para embalar alimentos ou produtos de higiene e limpeza.

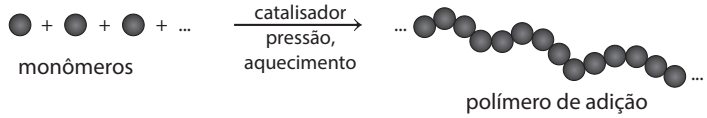
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os polímeros sintéticos podem ser produzidos por meio de reações químicas de adição ou reações químicas de condensação.

Polímeros de adição

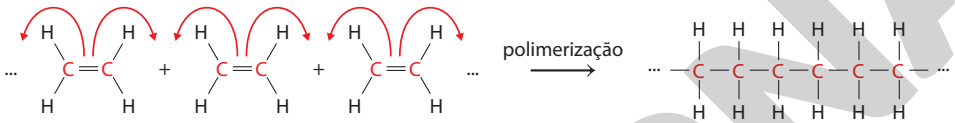
Os polímeros de adição são formados por meio de reação de adição de muitos monômeros iguais entre si, resultando em uma macromolécula.



SERGIO L. FILHO

Reação de formação de uma macromolécula polimérica de adição. No exemplo apresentado, a formação do polímero ocorre sob as condições de pressão e aquecimento, mediados por um catalisador. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Em geral, a reação de adição ocorre pela ruptura de uma das ligações da dupla ligação, como representado no esquema abaixo.



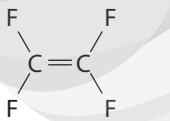
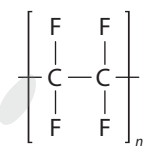
Reação de polimerização do eteno (C_2H_2), via reação de adição.

A equação de polimerização pode ainda ser representada por:

$$n\,H_2C = CH_2 \xrightarrow{\text{polimerização}} \left[-H_2C - CH_2-\right]_{2n}$$

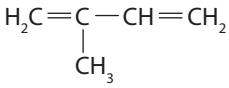
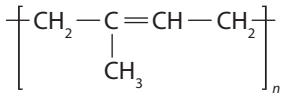
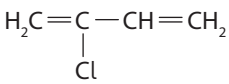
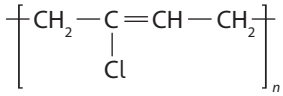
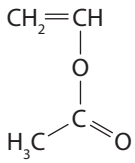
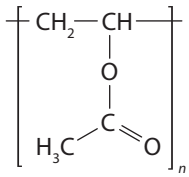
Imagens sem proporção.

Veja, a seguir, alguns exemplos de polímeros de adição.

Monômero	Polímero	Exemplos de aplicações
$H_2C=CH_2$ Eteno (C_2H_4)	$\left[CH_2-CH_2\right]_n$ Polietileno (PE)	Bacias de plástico, baldes, sacolas de plástico, sacos de lixo, revestimentos de fios, cabos e brinquedos. MAGICOVEN/SHUTTERSTOCK Os sacos de lixo são feitos de polietileno.
$H_2C=CH-CH_3$ Propeno (C_3H_6)	$\left[CH_2-CH(CH_3)\right]_n$ Polipropileno (PP)	Cordas, caixas plásticas, alguns sacos plásticos, lonas plásticas, equipamentos médicos que possam ser esterilizados, alguns tipos de tubos plásticos e para-choques e painéis de veículos. A_NOINA/SHUTTERSTOCK Sacos de polipropileno usados para o armazenamento de grãos.
 Tetrafluoreteno (C_2F_4)	 Politetrafluoreteno (PETFE)	Revestimento de panelas, frigideiras e equipamentos químicos, antenas parabólicas, torneiras e algumas próteses. ANTON STARIKOV/SHUTTERSTOCK Frigideira. A camada antiaderente desse utensílio é feita de politetrafluoreteno.
$H_2C=CH-Cl$ Cloroeteno (cloreto de vinila, C_2H_3Cl)	$\left[CH_2-CH(Cl)\right]_n$ Policloreto de vinila (PVC)	Toalhas de mesa, cortinas para chuveiros, roupas e bolsas de couro artificial, alguns brinquedos, revestimento de estofamentos automotivos, canos, tubos e isolantes elétricos. KOOSEN/SHUTTERSTOCK Tubos de policloreto de vinila usados na construção civil.

MODERNA

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

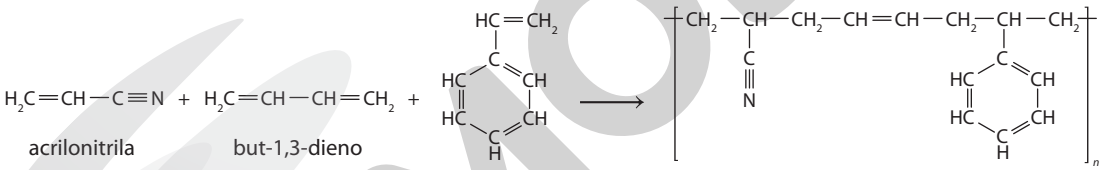
 2-metilbut-1,3-dieno (isopreno, C_5H_8)	 Poli-isopreno (IR)	Câmaras de ar, com baixo teor de enxofre, preservativos, balões de festa, borrachas escolares, bicos de chupetas e luvas cirúrgicas.	KARUKA/ SHUTTERSTOCK Preservativo masculino de poli-isopreno.
 2-clorobut-1,3-dieno (cloropreno, C_4H_5Cl)	 Policloropreno ou neopreno (CR)	Coletes náuticos, cobertura de cabos submarinos, roupas para mergulho, luvas e mangueiras.	ANTON STARIKOV/ SHUTTERSTOCK Botas de neopreno para mergulho.
 Acetato de vinila ($C_4H_6O_2$)	 Poliacetato de vinila (PVA)	Colas, tintas e gomas de mascar.	VIKTOR1/ SHUTTERSTOCK Gomas de mascar. A base desse produto é feita de poliacetato de vinila.

Alguns polímeros podem ser formados pela reação de adição entre monômeros diferentes. Nesse caso, são chamados **copolímeros**. O ABS (Acrilonitrila butadieno estireno $(C_{15}H_{17}N)_n$) é um copolímero utilizado na fabricação de revestimento de alguns aparelhos elétricos e de recipientes para embalagens, painéis automotivos e revestimento de peças hidráulicas, por exemplo. É formado pelos três monômeros que compõem seu nome: acrilonitrila $(C_3H_3N)_n$, but-1,3-dieno (C_4H_6) e estireno (vinilbenzeno, C_8H_8).

EVERY ONE PHOTO STUDIO/SHUTTERSTOCK

Imagens sem proporção.

Painel automotivo. Atualmente, diversos modelos de veículos utilizam polímeros em sua constituição, em substituição a materiais como metal e couro.

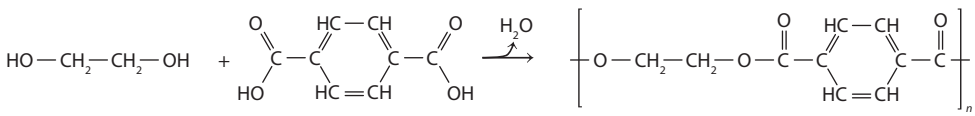


acrilonitrila + but-1,3-dieno + estireno → ABS

Reação de formação do copolímero ABS.

Polímeros de condensação

Em geral, os polímeros de condensação ou de eliminação se formam pela reação entre monômeros diferentes, com a eliminação de pequenas moléculas. Cada um dos monômeros que reage deve apresentar dois grupos funcionais distintos. O politereftalato de etileno (PET) é um polímero de condensação. Ele é formado pela polimerização do ácido tereftálico $(C_8H_6O_4)$ e do etilenoglicol $(C_2H_6O_2)$. Esses compostos reagem eliminando uma molécula de água, conforme reação abaixo.



etano-1,2-diol (etilenoglicol) + ácido benzeno-1,4-dicarboxílico (ácido tereftálico) → H_2O + politereftalato de etileno (PET)

Reação química de formação do polímero de condensação politereftalato de etileno (PET).

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

FOCUS AND BLUR/SHUTTERSTOK

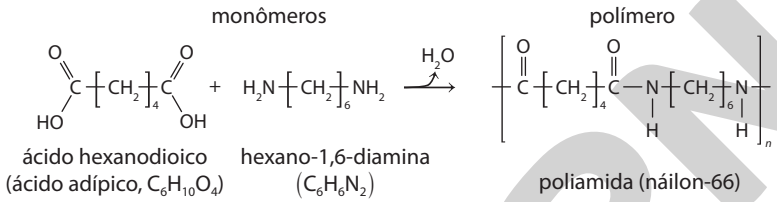
Jaleco feito de tergal, um tecido sintético.

Como estudamos anteriormente, o PET é um polímero reciclável bastante conhecido pelo seu uso em garrafas de bebidas gaseificadas. Na reação de polimerização, durante a formação desse polímero, um diácido carboxílico reage com um diálcool, formando um éster. Por essa razão, o PET é classificado como um poliéster.

O PET é também comercializado com o nome de dacron e pode ser usado para produzir guarda-chuvas, embalagens e barracas de *camping*, por exemplo. Além disso, quando esse polímero é misturado ao algodão, um material de origem vegetal, ele forma uma fibra sintética conhecida como tergal, usada na produção de tecidos para roupas.

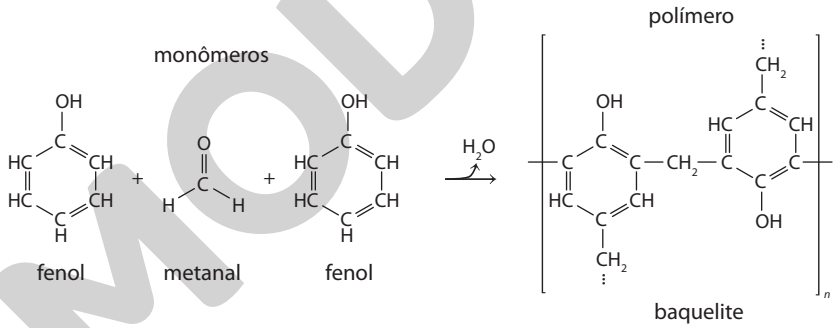
No quadro abaixo são apresentados outros exemplos de polímeros de condensação.

Poliamida: polímero utilizado, por exemplo, na produção de fios de náilon, algumas peças de vestuário, alguns artigos esportivos e cerdas de escovas dentais.



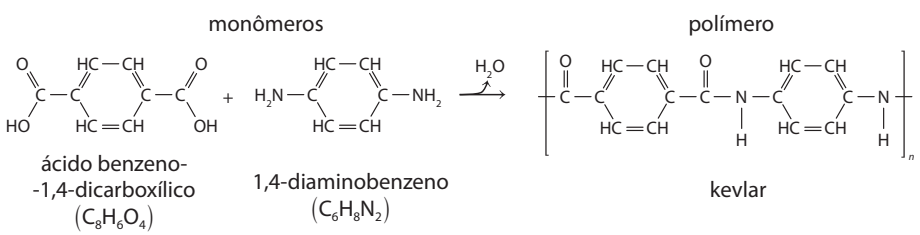
Reação química de formação do polímero de condensação poliamida.

Baquelite: sob a forma de resina termoplástica, esse polímero pode ser usado, por exemplo, na composição de colas para madeiras, tintas e vernizes. Já na forma de resina termoestável, ele é utilizado em cabos de panelas, interruptores de luz, tampas, telefones e plugues, por exemplo.



Reação de formação do polímero de condensação baquelite.

Kevlar: polímero usado em capacetes das forças armadas, coletes à prova de balas, roupas contra incêndio e alguns esquis esportivos, por exemplo. Material de elevada resistência – uma corda de kevlar é mais resistente do que um cabo de aço de mesmo diâmetro.



Reação de formação do polímero de condensação kevlar.

MODERNA

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

Polímeros biodegradáveis

De acordo com relatório da Organização das Nações Unidas (ONU)*, de 2018, desde 1950, a produção de plástico ultrapassou a de qualquer outro material. Até o momento, o ser humano é responsável pela produção de aproximadamente 9 bilhões de toneladas de plástico, das quais apenas cerca de 9% foi reciclada, ou seja, a quase totalidade desse material teve como destinos finais lixões, aterros sanitários e o meio ambiente. Estima-se que, se o consumo atual de plástico se mantiver, em 2050 as indústrias produtoras de plástico serão responsáveis pelo consumo de 20% do petróleo mundial, havendo descarte de aproximadamente 12 bilhões de toneladas de lixo.

*O *link* de acesso ao relatório da ONU sobre plástico está disponível no **Suplemento para o professor**.

A maior parte do plástico produzido atualmente não é biodegradável, ou seja, não é naturalmente decomposta por microrganismos. A degradação dos plásticos convencionais pode levar até milhares de anos, causando um efeito cumulativo no ambiente. Além disso, quando descartados, os plásticos são inicialmente quebrados em pequenos pedaços, conhecidos como microplásticos, os quais se dispersam ainda mais no ambiente, são mais difíceis de serem removidos e podem ser consumidos equivocadamente pelos seres vivos. Ao entrar na cadeia alimentar, esses microplásticos podem ser transmitidos a outros seres vivos, como os seres humanos.

SANNE PHOTO/SHUTTERSTOCK

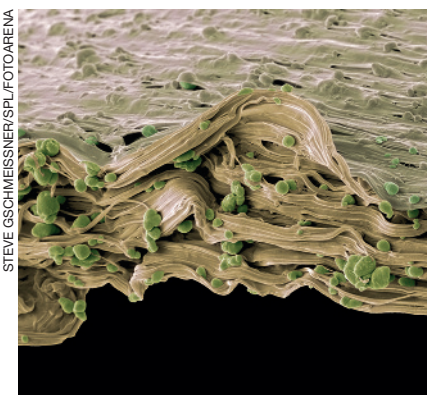
Microplásticos em areia de praia na ilha Lanzarote, uma das ilhas do arquipélago Ilhas Canárias, Espanha (2018). No ambiente aquático, esses fragmentos são facilmente consumidos pelos seres vivos.

Nesse cenário, os plásticos biodegradáveis têm se mostrado uma possível alternativa à crise ambiental causada pelo plástico, uma vez que podem ser degradados pela ação de microrganismos, como bactérias, fungos e algas, naturais do ambiente. Esses seres vivos produzem enzimas que provocam a despolimerização do material, degradando-o. Além da presença desses microrganismos, a biodegradação do plástico precisa considerar as condições ambientais, como temperatura e umidade, que influenciam na rapidez de despolimerização, assim como as propriedades do material, como tipo de ligações químicas, ramificações, massa molar e capacidade de absorção de umidade.

Atualmente, existem diferentes tipos de plásticos biodegradáveis que utilizam diferentes matérias-primas orgânicas em sua produção, como o ácido lático e o amido.

O plástico PLA é um polímero termoplástico produzido com base no ácido lático, obtido da fermentação bacteriana de vegetais ricos em amido, como milho e mandioca. Já o plástico de amido tem como matéria-prima principal esse carboidrato, que é modificado por meio de diferentes técnicas, as quais têm sido utilizadas para a produção de plásticos biodegradáveis com características distintas e cada vez mais versáteis e semelhantes às dos plásticos convencionais, possibilitando o uso variado.

Mesmo sendo biodegradável, seu consumo deve ser consciente. Assim, sempre que possível, dê preferência por materiais duráveis e retornáveis.



STEVE GSCHMEISSNER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de material de sacola biodegradável PLA em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 3 000 vezes. Cores artificiais. Nessa imagem, é possível identificar grãos de amido, em verde.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Qual é a importância de substituir os plásticos convencionais pelos plásticos biodegradáveis?

b) Qual é a importância das pesquisas científicas na redução do consumo de plásticos convencionais?

c) Converse com seus familiares sobre as possíveis medidas que vocês podem adotar no dia a dia visando reduzir o consumo e o descarte de plástico em sua residência.

d) A informação é uma importante aliada na conscientização da população a respeito dos problemas ambientais, por exemplo. Junte-se a dois colegas e produzam um vídeo sobre o tema abordado nesta seção, visando informar outras pessoas sobre o assunto e incentivar o consumo consciente e a preferência por produtos biodegradáveis.

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

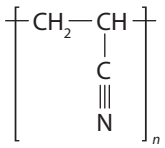
MODEL

ATIVIDADES

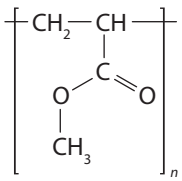
Registre em seu caderno.

Resposta da questão **3** no **Suplemento para o professor**.

1. O poliacrilonitrila é muito usado na fabricação de lã artificial, malhas de inverno, alguns cobertores, preenchimento de bichos de pelúcia, entre outros. Já o polimetilmetacrilato, conhecido comercialmente como acrílico, é um polímero muito resistente utilizado em sistemas de vidros automotivos, janelas, revestimentos de algumas cabines de automóveis, dentre outras aplicações. Observe a fórmula estrutural de ambos os polímeros citados.



poliacrilonitrila
$(C_3H_3N)_n$



polimetilmetacrilato
$(C_4H_6O_2)_n$

Em relação aos polímeros citados, afirma-se que:

a) são classificados como polímeros de condensação.

b) formam macromoléculas pela reação de adição de muitos monômeros iguais entre si.

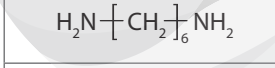
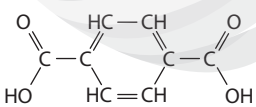
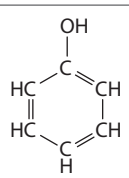
c) são formados por macromoléculas que apresentam estruturas com ligações cruzadas.

d) são exemplos de polímeros naturais.

e) ambos são considerados termorrígidos.

Alternativa **b**.

2. Nos processos de fabricação de diversos produtos, os polímeros sintéticos a cada dia conquistam importantes funções em substituição a materiais tradicionais, como algodão, vidro, entre outros. Os polímeros são obtidos das reações de adição ou condensação de moléculas relativamente pequenas, os monômeros. Observe alguns monômeros no quadro a seguir.

Monômero	Polímero	Utilização
	náilon	fibras têxteis
	kevlar	fibras sintéticas
	baquelite	isolante térmico

2. c) Náilon – função química amina; kevlar – função química ácido carboxílico; baquelite – função química fenol.

2. d) O monômetro que apresenta maior caráter básico é a amina, pois contém átomos de nitrogênio (N), os quais possuem pares de elétrons disponíveis.

a) Os polímeros do quadro são obtidos por polimerização em reações de adição ou de condensação?

Reações de condensação.

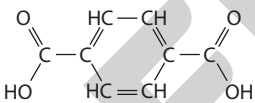
b) Escreva em seu caderno a reação de polimerização do náilon. Resposta no **Suplemento para o professor**.

c) Quais são as funções químicas observadas em cada um dos monômeros?

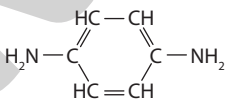
d) Dos três monômeros citados, qual apresenta maior caráter básico? Justifique sua resposta.

3. A fibra de aramida é um polímero que apresenta resistência ao impacto, ao fogo e ao ataque químico, por isso, o colete à prova de balas é feito com essa fibra, o que lhe confere menor massa e maior moldagem ao corpo do usuário.

É um polímero de condensação obtido a partir dos monômeros ácido benzeno-1,4-dicarboxílico e 1,4-diaminobenzeno, cujas estruturas estão representadas a seguir.



ácido benzeno-1,4-dicarboxílico



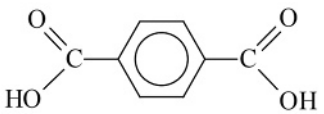
1,4-diaminobenzeno

a) Represente a reação de polimerização de formação da fibra de aramida.

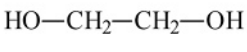
b) A estrutura da fibra de aramida, um polímero de condensação, pertence a qual função química? Justifique sua resposta.

4. **(UEM-PR)** O PET é obtido pela reação de polimerização do ácido tereftálico com etilenoglicol.

Sobre esse assunto, escreva no caderno a soma do que for **correto**.



ácido tereftálico



etilenoglicol

01) O PET é um polímero de adição.

02) O PET é um poliéster utilizado na fabricação de fibras têxteis e de embalagens para refrigerantes.

04) Na reação de polimerização para obtenção do PET, também é produzido metanol.

08) A principal vantagem do uso do PET em embalagens que substituem o vidro é o fato de o vidro não ser um material reciclável.

16) O nome IUPAC do ácido tereftálico é ácido para-benzenodioico. Soma: 02 + 16 = 18

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

REPRODUÇÃO

MODERNA

CAPÍTULO

3

Sons e audição humana

1. Espera-se que os estudantes respondam que por meio da audição percebemos as ondas sonoras.
3. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre sua relação com a tecnologia e os cuidados que devem ser tomados com sua saúde auditiva, que estão relacionados à intensidade do som e ao tempo que usam os fones de ouvido. A falta desses cuidados pode levar ao desenvolvimento de problemas auditivos.

1. Qual é o tipo de estímulo do ambiente que percebemos por meio do sentido da audição?
2. Qual é o órgão do corpo responsável por captar esses estímulos?
As orelhas.
3. Ao usar seu *smartphone* ou outros aparelhos de áudio, você toma os cuidados recomendados para preservar sua saúde auditiva?

Ondas sonoras

A audição é um dos cinco sentidos que permite ao ser humano obter estímulos e interpretar o ambiente ao redor. Além de perceber sons do ambiente, as orelhas apresentam estruturas que auxiliam o equilíbrio e o senso de localização.

Apesar da importância das orelhas, a Organização Mundial da Saúde (OMS) vem alertando sobre a grande incidência de problemas auditivos, muitas vezes causados por hábitos que poderiam ser evitados. Leia a manchete a seguir.

> **Som alto nos fones de ouvido pode causar perda irreversível da audição**
>
> Som alto nos fones de ouvido pode causar perda irreversível da audição. *Ministério da Saúde*. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/31103-som-alto-nos-fones-de-ouvido-pode-causar-perda-irreversivel-da-audicao>. Acesso em: 21 ago. 2020.

WAY HOME STUDIO/SHUTTERSTOCK

Pessoa usando fones de ouvido para ouvir músicas. A música é uma manifestação cultural que nos causa boas sensações, mas não deixe de seguir os cuidados recomendados ao ouvi-las.

Atualmente, o uso de fones de ouvido faz parte do cotidiano de muitas pessoas. No entanto, o uso inadequado dessa tecnologia pode trazer danos à saúde. Escutar música usando fones de ouvido, com volume acima do recomendado e por longos períodos de tempo, pode causar danos irreversíveis ao aparelho auditivo, isso porque a fonte sonora está muito perto da orelha interna.

Mas não é somente o uso de fones de ouvido que pode provocar danos à saúde. No cotidiano, geralmente estamos expostos a vários tipos de ruídos, com diferentes intensidades. A exposição prolongada ao ruído pode gerar dores de cabeça, cansaço, elevação da pressão arterial, perda de concentração e irritabilidade. Além disso, pode prejudicar o funcionamento dos sistemas circulatório, respiratório e digestório.

Os níveis sonoros aos quais as orelhas são submetidas e a duração da exposição são os dois principais fatores a serem considerados em relação à saúde auditiva. Pequenos ruídos, inofensivos em um primeiro momento, podem levar a graves consequências com o passar do tempo, até mesmo à perda total da audição.

A tabela ao lado apresenta alguns dos limites de tolerância para ruídos contínuos e intermitentes. Para termos uma referência, o nível sonoro de 100 dB corresponde ao som de um fone de ouvido com volume alto.

Para compreender melhor como ouvimos e como os ruídos intensos podem prejudicar nossa audição, vamos analisar as características das ondas sonoras.

Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	
Nível sonoro do ruído (dB)	**Máxima exposição diária indicada**
85	8 h
90	4 h
94	2 h
100	1 h
104	35 min
112	10 min
115	7 min

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de ações programáticas estratégicas. *Perda auditiva induzida por ruído (Pair)*. Brasília: MEC, 2006. p. 11. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

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

MODERNA

Uma onda sonora é qualquer onda de natureza mecânica longitudinal e tridimensional que pode ser produzida pela vibração de materiais.

ADRIANO KIRIHARA/PULSAR IMAGENS

Pessoas tocando instrumentos na comunidade quilombola de Inhanhum no município de Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco (2019). Sons emitidos por instrumentos afinados, geralmente, causam sensações agradáveis.

A.PAES/SHUTTERSTOCK

Britadeira sendo utilizada por um trabalhador para quebrar rochas no Rio de Janeiro (2018). O som emitido por uma britadeira, geralmente, causa sensação desagradável.

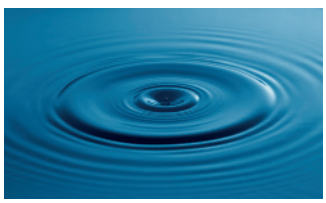
As ondas e os fenômenos ondulatórios relacionados a elas estão muito presentes no dia a dia das pessoas e são fundamentais, especialmente para os seres humanos, que possuem órgãos dos sentidos especializados para recebê-las – as orelhas e os olhos, por exemplo.

Ondas são perturbações que se propagam transportando energia, sem que ocorra o transporte de matéria. Essa é uma definição geral que abrange todas as ondas, como as que ocorrem na água, as sonoras, as luminosas, as de rádio, entre outras.

Uma perturbação na água, por exemplo, permite verificar a formação e propagação de uma onda. Quando a superfície da água em equilíbrio sofre uma perturbação, a energia fornecida é transportada pela superfície. De acordo com a perturbação, a onda pode se propagar na água em duas dimensões, como mostrado na fotografia ao lado.

4. Espera-se que os estudantes respondam que são ondas de natureza diferentes; as ondas que estimulam o sistema auditivo são as mecânicas (sons), já as ondas que estimulam o sistema visual são as eletromagnéticas (luz).

4. As ondas que estimulam o sistema auditivo são as mesmas que estimulam o sistema visual? Justifique sua resposta.



MARIO 7/SHUTTERSTOCK

Onda se propagando na superfície da água, em duas dimensões, formando circunferências concêntricas.

Trocando ideias Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

As ondas são perturbações que transportam energia pelo espaço sem o transporte de matéria.

- Junte-se a um colega e encontrem uma maneira de mostrar que, ao provocar uma oscilação em um meio material, ela transfere energia ao longo de todo o meio. Em seguida, elaborem um vídeo para divulgar para os colegas como vocês fizeram.

Quanto à luz e ao som, ambos são perturbações que se propagam como ondas, mas têm natureza completamente diferente. Enquanto o som é uma onda mecânica, a luz é uma onda eletromagnética.

As ondas **mecânicas** são as que necessitam de um meio material para se propagar, ou seja, a perturbação causada em um meio material gera uma onda que se propaga pelo próprio meio. As ondas em uma corda, as ondas na água, o som e as ondas sísmicas são exemplos de ondas mecânicas.

Onda sísmica: é a vibração em rochas causada pela liberação de energia proveniente do interior da Terra. Essa onda está relacionada à ocorrência de terremotos.

Como essas ondas se propagam em meios materiais, sua velocidade depende das características desse meio, sendo constante em meios homogêneos.

As ondas **eletromagnéticas** são as que possuem propriedades elétricas e magnéticas e que não necessitam de um meio material para se propagar. Ondas luminosas, de rádio e de televisão, raios X, radiação ultravioleta e infravermelha são exemplos de ondas eletromagnéticas.

No vácuo, as ondas eletromagnéticas se propagam com a velocidade da luz, representada pelo símbolo c ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s), e diferem entre si nos valores de suas frequências e de seus comprimentos de onda.

5. As ondas mecânicas se propagam no vácuo? Justifique sua resposta.

Espera-se que os estudantes respondam que não, pois, no vácuo, por definição, não há matéria para que as ondas mecânicas se propaguem.

MODERNA

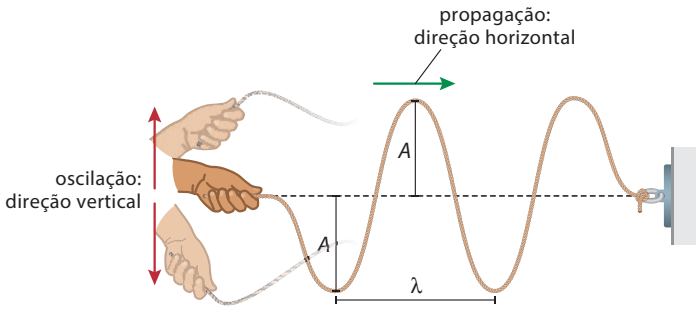
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Características de uma onda

A maior parte das informações que recebemos do ambiente ao redor chega até nós por meio de ondas. Algumas delas podem ser visualizadas em um osciloscópio, como na imagem ao lado, que apresenta a forma da onda sonora gerada por um instrumento musical.

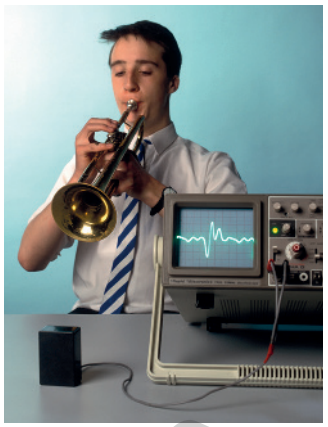
O osciloscópio apresenta a amplitude, o comprimento de onda, o período e a frequência do som emitido pelo instrumento.

Considere a imagem abaixo, que representa uma onda se propagando por uma corda, com uma de suas extremidades fixas, mas sem que ocorra sua reflexão. Nessa configuração, destacamos duas de suas características: a amplitude e o comprimento de onda.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de uma onda periódica se propagando em uma corda, indicando a direção de oscilação e de propagação. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



SCIENCE PHOTOS/ALAMY/FOTOARENA

Ao tocar um trompete próximo a um microfone conectado a um osciloscópio, o som emitido pelo instrumento é enviado a ele, o qual projeta a onda característica em sua tela.

Osciloscópio: aparelho que mostra em uma tela padrões de imagens característicos da onda.

A **amplitude** (*A*) é a distância máxima de afastamento de cada ponto da corda em relação ao ponto de equilíbrio, e é expressa em metro (m) no SI. A parte mais elevada da onda é chamada **crista** e a parte mais baixa, **vale**. Veja que a amplitude está relacionada com a energia que foi fornecida à corda, pois, quanto mais alto a mão da pessoa se elevar, mais energia ela fornecerá e maior será a amplitude da onda.

O **comprimento de onda** (λ) é a distância entre duas cristas consecutivas, ou entre dois vales consecutivos, e é expresso em metro (m) no SI. Para que a energia percorra um comprimento de onda, cada parte da corda deve executar uma oscilação completa, ou seja, executar um movimento para cima, para baixo, e retornar à posição de equilíbrio.

O período e a frequência são duas outras características que definem uma onda. Para qualquer movimento periódico, **período** (*T*) é o tempo necessário para que ocorra uma oscilação completa, expresso em segundo (s) no SI, e **frequência** (*f*) corresponde ao número de repetições por unidade de tempo, expressa em hertz no SI.

$$T = \frac{1}{f} \text{ ou } f = \frac{1}{T}$$

Diga aos estudantes que a frequência, e, consequentemente, o período de uma onda depende da fonte que a gerou.

Velocidade de propagação de uma onda

A velocidade de propagação de uma onda está relacionada à sua natureza e ao meio físico no qual ela se propaga. Em meios homogêneos e isotrópicos, como não há mudança em suas propriedades físicas, a onda se propaga com velocidade constante.

Para verificar uma forma de calcular a velocidade das ondas considere novamente uma onda se propagando por uma corda. Cada perturbação na corda leva um intervalo de tempo (*T*) para percorrer a distância de um comprimento de onda (λ). Assim, considerando o cálculo da velocidade constante com base na velocidade média, temos que:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} \therefore v = \frac{\lambda}{T}$$

Como o período é o inverso da frequência, a velocidade de propagação de uma onda pode ser escrita como:

$$v = \lambda \cdot f$$

A relação acima é conhecida como equação fundamental das ondas e vale para qualquer tipo de onda.

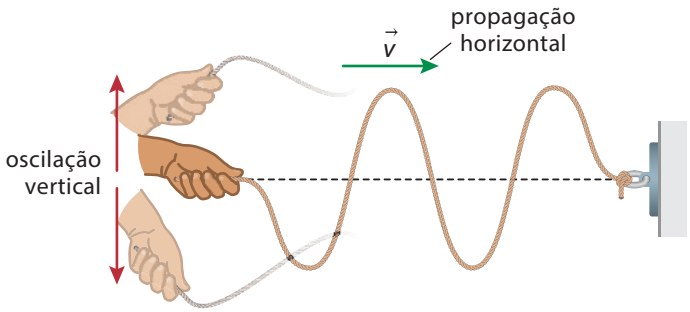
Acesse o simulador do *Phet Interactive Simulations* e gere diferentes tipos de ondas. Ajuste seus elementos e observe os efeitos provocados. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/waves-intro>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Se as características do meio não forem alteradas, para ondas que se propagam com a mesma velocidade, o comprimento de onda será inversamente proporcional à frequência. Da mesma forma, se a frequência das ondas é a mesma, quanto maior seu comprimento de onda, maior será sua velocidade, pois maior será a distância percorrida pela energia a cada oscilação.

Pergunte aos estudantes por que, durante uma tempestade, vemos a luz emitida por um relâmpago segundos antes de ouvirmos o ruído do trovão gerado pelo mesmo raio. Espera-se que relacionem esse fato à natureza das duas ondas e à interferência do meio na velocidade de sua propagação.

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

MODERNA



Representação de uma onda transversal indicando a direção da oscilação e da propagação da onda. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

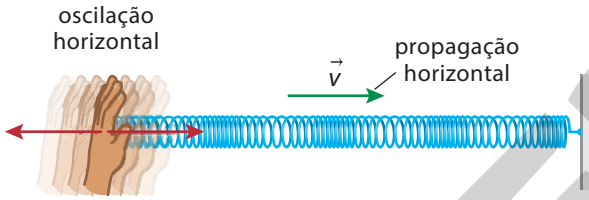
Além das características citadas anteriormente, as ondas podem ser classificadas como transversais e longitudinais de acordo com sua forma.

Quando geramos uma oscilação em uma corda tensionada, cada parte da corda realiza um movimento para cima e para baixo em torno da posição de equilíbrio enquanto a onda se propaga. Nesse caso, o movimento de cada elemento da corda é perpendicular à sua direção de propagação, o que caracteriza uma **onda transversal**.

Outro modo de oscilação das ondas ocorre quando as partes que constituem o meio se movem para frente e para trás enquanto a onda se propaga. Considere uma mola posicionada na horizontal, tendo uma de suas extremidades livre, puxada e empurrada rapidamente. Essa perturbação fornece à mola energia que se propaga na forma de um pulso.

Se a perturbação causada na mola se repetir periodicamente, as partes da mola vão oscilar na mesma direção de propagação da onda, o que caracteriza uma **onda longitudinal**. Essa propagação ocorre por compressão e rarefação do meio físico.

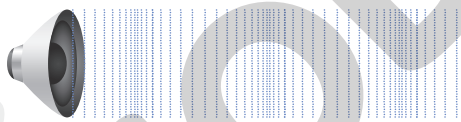
As ondas na água e as ondas eletromagnéticas são exemplos de ondas transversais.



Representação de uma onda longitudinal se propagando em uma mola, antes de sua reflexão no ponto fixo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

As ondas sonoras também são exemplos de ondas longitudinais, pois o movimento oscilatório de partes do meio tem a mesma direção da propagação da onda. No ar, o som é constituído por compressões e rarefações das partículas do ar, como representado na imagem.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



Representação da propagação longitudinal do som, que ocorre de forma tridimensional nos ambientes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

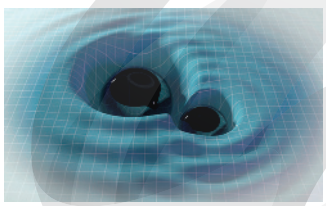
Ondas gravitacionais

Em 1915, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) publicou um artigo sobre a Relatividade Geral, em que explicava o campo gravitacional como uma curvatura do espaço-tempo. As saliências, depressões e dobras do espaço-tempo geometrizado é que davam origem aos fenômenos relacionados à gravidade.

Assim, quando um corpo se deslocasse de forma acelerada, provocaria oscilações no espaço-tempo tirando energia de sua fonte, e essas oscilações poderiam ser medidas na forma de **ondas gravitacionais**. Entretanto, foi somente no dia 11 de fevereiro de 2016 que o Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro *Laser* (LIGO), nos Estados Unidos, anunciou a detecção de tais ondas. Após outras detecções, os cientistas puderam concluir que as ondas gravitacionais foram geradas pela interação de dois buracos negros com massas de 29 a 36 vezes maiores do que a massa do Sol.

Além de confirmar mais uma vez a Teoria da Relatividade Geral de Einstein, a detecção de ondas gravitacionais inaugurou uma nova era de pesquisas em Astronomia, permitindo o uso de novos métodos para o estudo do Universo.

MARK GARLICK/SPL/FOTOARENA



Representação das ondas gravitacionais geradas pela interação entre duas massas, no espaço-tempo ao seu redor. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

- Por que a detecção de ondas gravitacionais marca uma data tão importante, principalmente para a comunidade científica? Converse com seus colegas sobre isso.

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

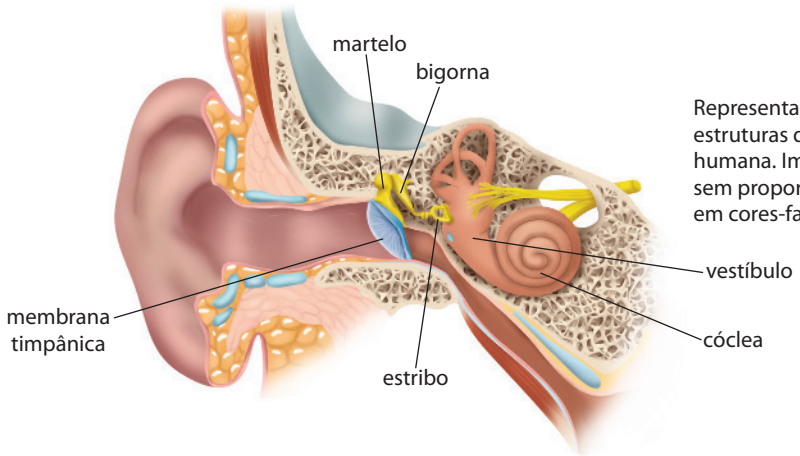
Características do som

6. O objetivo dessa questão é que os estudantes percebam que podemos identificar uma pessoa analisando algumas características de sua voz, como timbre.

Durante a fala de uma pessoa, as ondas sonoras emitidas por ela são captadas pelas orelhas, que as convertem em estímulos nervosos. A orelha humana é constituída de três regiões principais: orelha externa, orelha média e orelha interna.

As ondas sonoras são captadas pela orelha externa e direcionadas pelo canal auditivo para a membrana timpânica, que vibra com a mesma frequência da onda incidente. Essa vibração é transmitida ao martelo, à bigorna e ao estribo, pequenos ossos da orelha média.

6. De olhos vendados, você consegue reconhecer uma pessoa somente pela fala? De que forma?



DANI MOTA

Representação das estruturas da orelha humana. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

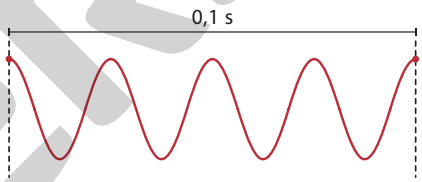
A orelha de uma pessoa sem problemas de audição é capaz de detectar sons na faixa de 20 Hz a 20 000 Hz (20 kHz), que são as frequências audíveis. Ondas sonoras com frequência abaixo de 20 Hz são chamadas **infrassons** e ondas com frequência acima de 20 000 Hz, **ultrassons**.

O estribo movimenta-se para frente e para trás, transmitindo esse movimento à janela do vestíbulo e à cóclea, que possui em seu interior pequenos cílios, cujos movimentos emitem sinais elétricos, transmitidos pelo sistema nervoso até o cérebro, onde o som é interpretado.

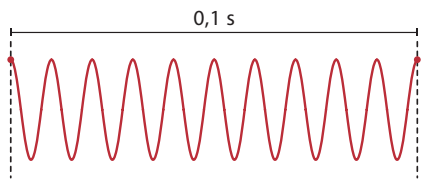
A forma com que o corpo humano recebe e interpreta o som também depende das características das ondas sonoras, como você já deve ter percebido. A frequência das fontes emissoras faz com que diferentes vibrações estimulem o sistema auditivo, e essas vibrações estão relacionadas à altura, ao timbre e à intensidade das ondas.

A **altura** qualifica os sons em graves ou agudos. Apesar do costume de relacionarmos erroneamente a altura de um som ao seu volume, som baixo é o que possui frequência baixa, o que caracteriza um som mais grave, como o emitido por um contrabaixo.

Já o som alto possui alta frequência, o que caracteriza um som mais agudo, como o emitido por uma guitarra elétrica. Veja a comparação de duas ondas sonoras emitidas por um contrabaixo e uma guitarra para um intervalo de 0,1 s.



Representação de uma onda sonora de 40 Hz, mais grave do que uma onda sonora de 100 Hz, emitida por um contrabaixo elétrico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

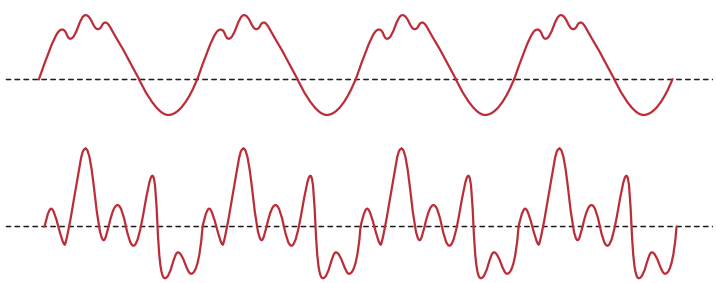


Representação de uma onda sonora de 100 Hz, mais aguda que uma onda sonora de 40 Hz, emitida por uma guitarra elétrica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Sons de mesma altura, ou seja, mesma frequência, podem ser emitidos por fontes sonoras distintas, como uma flauta ou um violino. Porém, é possível diferenciar o som emitido por esses instrumentos por causa do **timbre**, característica que o torna diferente dos demais.

Na maioria dos sons musicais, a frequência resulta de uma composição de sons com frequências diferentes, chamados **componentes**. A variedade desses componentes e suas intensidades relativas definem o timbre do instrumento, ou seja, seu som característico.

Assim, uma mesma nota musical emitida por instrumentos diferentes possuirá seus timbres característicos, pois, como cada onda terá sua própria composição, o formato da onda resultante será distinto.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação da mesma nota musical, de mesma frequência, emitida por uma flauta e por um violino. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

MODERNA

O mesmo som pode ser considerado mais forte ou mais fraco se suas oscilações tiverem amplitudes maiores ou menores, respectivamente.

A **intensidade** é a qualidade que permite diferenciar um som forte de um som fraco. Ela representa a energia transportada pela onda sonora desde sua fonte e pode ser intensificada ao aumentar a amplitude de vibração da fonte sonora.

Quando estamos próximo de uma fonte emissora e escutamos um som, a quantidade de energia recebida pelas orelhas é maior do que quando ouvimos o mesmo som estando distante da fonte, tornando-o mais forte ou mais fraco.

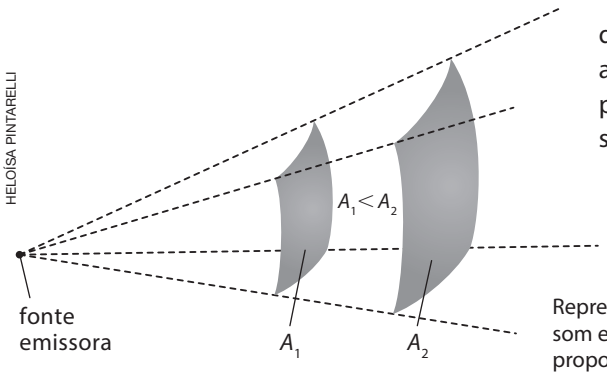
Relacione o que foi dito no parágrafo acima com o uso de fones de ouvido. Quando ele está em nossa orelha, ouvimos os sons em volume alto. Quando tiramos o fone das orelhas, ouvimos os sons em um volume fraco.

Propriedades do som

Quando falamos em intensidade, é importante considerar que, embora o som dependa da amplitude de vibração da fonte, as ondas sonoras transportam energia de uma região à outra.

Portanto, a intensidade (I) de uma onda sonora está relacionada com a energia (E) transportada pela onda por uma superfície a cada intervalo de tempo (Δt), ou seja, está relacionada com a potência (P) de transferência da energia por área (A) onde o som se propaga.

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot A} \therefore I = \frac{P}{A}$$



Representação da variação da intensidade do som em relação à fonte emissora. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Lembre-se de que a potência é dada por:

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

No SI, potência é expressa em watt (W), área é expressa em metro quadrado (m^2) e intensidade é expressa em watt por metro quadrado (W/m^2). Assim, quanto mais distante da fonte emissora, menor a intensidade da onda sonora, pois maior é sua área de propagação.

A intensidade do som corresponde a um atributo físico de uma onda sonora, por outro lado, o volume do som, por outro lado, é uma sensação fisiológica, pois cada pessoa pode caracterizar um mesmo som de diferentes formas.

MAILA FACCHINI/SHUTTERSTOCK

Apresentação musical durante evento no município de Carlos Barbosa, Rio Grande do Sul (2018).

O limiar da audição humana corresponde a uma intensidade (I_0) de $10^{-12}\ W/m^2$, valor tomado como referência, mesmo correspondendo a um som dificilmente escutado. Já uma onda com intensidade de $1\ W/m^2$, como o som ouvido em uma apresentação musical quando estamos próximo ao palco, possui energia que pode danificar estruturas internas da orelha. Em razão do desconforto causado, essa intensidade é conhecida como limiar da dor.

Como o intervalo de intensidades sonoras que o ser humano é capaz de escutar é amplo, utilizamos uma escala para representar essas potências de base 10, denominada **nível sonoro** (β), cuja grandeza é medida em bel (B), em homenagem ao cientista escocês, naturalizado estadunidense, Alexander Graham Bell (1847-1922).

O nível sonoro é baseado na intensidade mínima I_0, correspondendo a zero bel ($\beta = 0\ B$), e expresso utilizando o submúltiplo do decibel (dB), sendo que 1 B equivale a 10 dB (dez decibéis).

Podemos determinar o nível sonoro, tendo I_0 como referência, com a relação a seguir.

$$\beta = 10 \cdot \log\frac{I}{I_0}$$

A multiplicação por 10 expressa o valor do nível sonoro obtido em decibel.

Os danos fisiológicos ao sistema auditivo começam a acontecer quando as orelhas são expostas a níveis sonoros a partir de 85 dB, dependendo do tempo de exposição e das características de sua frequência. Tais danos podem ser temporários ou permanentes, dependendo dos danos causados nas células que compõem o órgão de Corti, localizado na orelha interna, que é responsável por converter o som em sinais elétricos.

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

Fenômenos sonoros

Diversos fenômenos sonoros que ocorrem em nosso cotidiano estão relacionados a efeitos que ocorrem quando as ondas sonoras atingem obstáculos. Um exemplo disso é o eco. Para compreender como esses fenômenos ocorrem, vamos estudar a seguir alguns fenômenos ondulatórios.

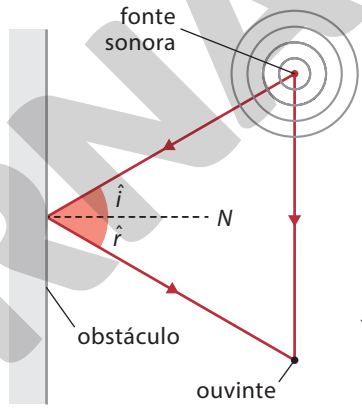
7. Você já presenciou uma situação em que ocorreu o eco? Por que ele acontece em alguns lugares e em outros não?

7. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre alguns fenômenos sonoros relacionados ao eco. Espera-se que eles relacionem o eco à reflexão do som e que podemos perceber esse fenômeno de acordo com alguns fatores, como a distância da fonte sonora, o obstáculo e nossas orelhas.

Reflexão do som

As ondas sonoras refletem em superfícies, assim como as ondas luminosas, seguindo as leis da reflexão, em que o ângulo de incidência $(\hat{i})$ tem a mesma medida que o ângulo de reflexão $(\hat{r})$.

Quando uma fonte emite som, podemos ouvi-lo pelas ondas que chegam diretamente às orelhas e também pelas ondas refletidas em obstáculos, como representado na imagem.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da reflexão das ondas sonoras em um obstáculo. As orelhas podem captar sons emitidos por uma fonte e também sons refletidos em obstáculos. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

De acordo com a situação, a reflexão do som pode ser percebida de diferentes formas. A orelha humana tem uma persistência auditiva de aproximadamente 0,1 s, que corresponde ao intervalo de tempo da sensação auditiva de um som. Logo, dois sons podem ser distinguidos quando escutados em intervalos de tempo maiores do que a persistência auditiva.

Quando o intervalo de tempo em que a orelha recebe o som diretamente e o som refletido é muito menor do que 0,1 s, a sensação auditiva é reforçada, ocorrendo uma intensificação do som. É o que ocorre quando cantamos no boxe do banheiro.

Se o intervalo de percepção entre os sons for aproximadamente 0,1 s, ocorre o fenômeno da **reverberação**, quando sons refletidos em obstáculos chegam à orelha antes da extinção total da sensação auditiva do som que chegou diretamente. Nesse caso, apenas um som é escutado, com duração prolongada. A reverberação pode ser percebida em quadras esportivas fechadas, auditórios e locais de eventos. A arquitetura como de conchas acústicas melhora a acústica e o som gerado em um ambiente.

Quando o intervalo de tempo em que a orelha recebe o som direto e o som refletido é maior do que 0,1 s, pode ocorrer o fenômeno do **eco**. Nesse caso, a pessoa ouve os dois sons distintamente.

O eco é usado em sonares de navios, que enviam ondas sonoras e medem o intervalo de tempo em que recebem as ondas refletidas, determinando assim obstáculos e profundidades, e por determinados animais, como o golfinho, que realizam a ecolocalização. Os golfinhos enviam ondas sonoras, geralmente em uma frequência que o ser humano não consegue ouvir, que se chocam com as presas e os obstáculos e retornam na forma de eco e são decodificadas pelos animais.

!

Considerando a velocidade do som no ar como 340 m/s, uma pessoa consegue ouvir o eco da própria voz quando o intervalo de tempo entre o som gerado e a percepção do som escutado é maior do que 0,1 s, ou seja, a 17 m de um obstáculo.

Refração do som

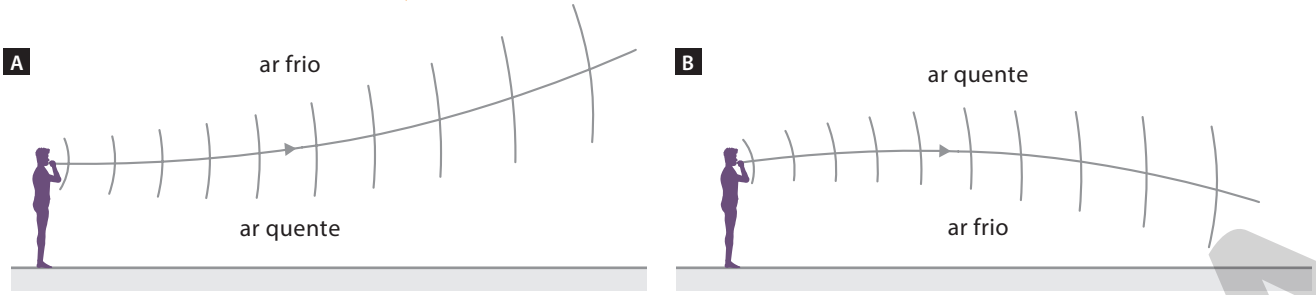
Assim como a luz varia sua velocidade ao passar de um meio físico para outro, podendo desviar sua trajetória, as ondas sonoras também sofrem refração, variando sua velocidade e seu comprimento de onda. No entanto, não ocorre a variação da sua frequência, que depende apenas da fonte emissora, independentemente do seu meio de propagação.

A velocidade de uma onda mecânica depende do meio onde ela é produzida e como ela é propagada, podendo apresentar valores diferentes quando se propaga em um mesmo meio. A presença de vento e a temperatura do ambiente são dois fatores que alteram as características do ar, como sua densidade, e, consequentemente, alteram a velocidade de propagação das ondas sonoras. Veja a seguir.

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

MODERNA

Em dias quentes, a camada de ar mais próximo ao solo tem maior temperatura do que as camadas superiores. Com isso, a velocidade do som nessa camada é maior por causa da maior vibração das partículas que compõem o ar. As ondas sonoras, então, sofrem uma redução de velocidade quando passam entre as camadas, curvando-se para cima de modo a se afastar do solo (imagem **A**). Quando a camada de ar próximo ao solo está mais fria, ocorre o desvio contrário (imagem **B**).



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

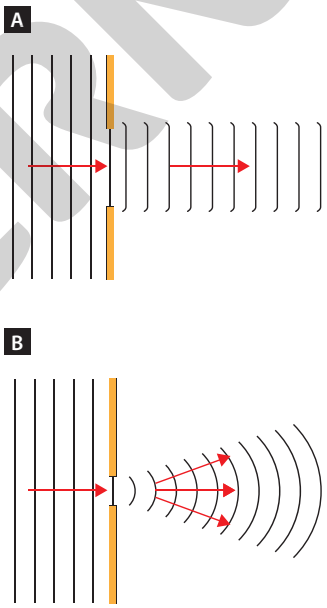
Representações da refração do som por causa da diferença de temperatura das camadas de ar. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Difração do som

8. Por que conseguimos ouvir uma pessoa que esteja do outro lado de uma porta, mesmo sem poder vê-la?

8. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam, com base em sua vivência, que as ondas sonoras são capazes de contornar obstáculos.

A situação da questão anterior está relacionada a um fenômeno chamado difração, no qual as ondas contornam a barreira de um obstáculo ou atravessam orifícios com dimensões próximo a seu comprimento de onda, espalhando-se para o ambiente.



STEVE CYMRO/SHUTTERSTOCK

Representação da difração de uma onda sonora. Em **B**, o comprimento da onda é menor do que a largura da fenda; já em **A**, seu comprimento é próximo à largura da fenda. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

9. Cite outra situação em que podemos perceber a difração do som.

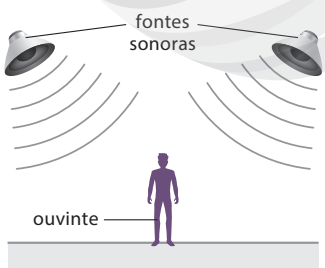
9. Os estudantes podem citar duas pessoas, uma em cada lado de um muro, conversando. Embora não possam se ver, elas podem conversar, pois o som emitido por uma consegue contornar o muro e chegar à outra.

Quando uma onda sofre difração, permanecem constantes a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de propagação da onda.

Interferência das ondas sonoras

As ondas sonoras, como qualquer outro tipo de onda, podem apresentar interferências. Elas ocorrem quando duas ou mais ondas, propagando-se pelo mesmo meio, se cruzam, gerando efeitos ondulatórios que podem ser somados, reduzidos ou neutralizados, dando origem a uma interferência construtiva ou destrutiva.

A interferência pode ocorrer com base na superposição de ondas sonoras que são emitidas por duas ou mais fontes, ou por ondas que são refletidas. Em certos pontos do meio onde ocorre a interferência, o som gerado terá maior intensidade, pois os efeitos das fontes se somam. É o caso da figura ao lado, na qual uma pessoa se encontra à mesma distância de dois alto-falantes. Considerando que as fontes emitem sons idênticos e com frequência fixa, o som que chega até o ouvinte será de maior intensidade. As ondas se encontram em fase, pois percorrem a mesma distância, e terão suas amplitudes somadas.



Representação da interferência de ondas sonoras. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Se esse ouvinte posicionar-se para o lado, meio comprimento de onda em relação às fontes, o som produzido será fraco ou ocorrerá um silêncio. Tal efeito é considerado uma interferência destrutiva e é aplicado em tecnologias antirruído, como em cabines de aviões.

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

MODERNA

Ressonância das ondas sonoras

No dia 7 de novembro de 1940, a Ponte de Tacoma Narrows, localizada sobre o Estreito de Tacoma, em Washington, Estados Unidos, desabou. Esse fato histórico está relacionado a um fenômeno ondulatório conhecido como ressonância. Na ocasião, a frequência dos ventos no local era igual a uma das frequências naturais da ponte, fazendo a ponte oscilar em máxima amplitude, provocando sua destruição.

A ressonância é basicamente um fenômeno em que ocorre a transferência de energia de um sistema para outro. Assim, se um sistema físico passa a receber energia de forma periódica, com uma frequência igual à sua frequência natural, passa a vibrar com amplitudes crescentes, com tendência para o maior valor possível. Quando isso ocorre, dizemos que o sistema entrou em ressonância.

Em acústica, esse fenômeno corresponde a uma sobreposição de ondas sonoras, aumentando a intensidade do som e provocando a sensação de que o som foi aumentado. Se o corpo que interage com a onda sonora tem frequência igual à da fonte de emissão, ele absorverá energia e passará a vibrar.

LIBRARY OF CONGRESS/SPL/FOTOARENA

Colapso da Ponte de Tacoma Narrows, em Washington, Estados Unidos (1940).

Frequência natural: é a frequência com que um sistema vibra livremente, de acordo com as características dos materiais e a maneira como ele foi construído, sem considerar as interferências externas.

Diga aos estudantes que as caixas de ressonância funcionam como amplificadores de som. O ar que está contido em seu interior entra em vibração com a mesma frequência da fonte sonora, aumentando a intensidade do som produzido.

Efeito Doppler

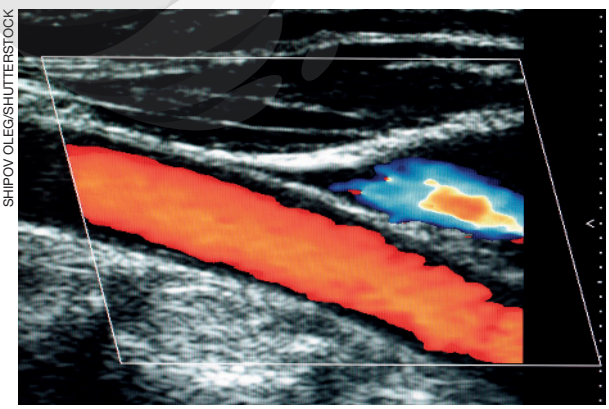
Sabemos que a frequência de uma onda não se altera, pois está diretamente associada à fonte emissora, não importa por qual fenômeno ondulatório a onda passe.

Esse efeito pode ser percebido em situações que apresentam fontes que emitem ondas sonoras em todas as direções. Se dois observadores em repouso, um no ponto P e o outro no ponto P', recebem o som emitido pela buzina de um veículo, também em repouso, ambos percebem o som com a mesma frequência.

Se a fonte sonora se deslocar com certa velocidade na direção do ponto P', o observador colocado nesse ponto receberá as frentes de onda com maior frequência, percebendo um som mais alto, ou seja, mais agudo, e o comprimento de onda parecerá menor. Já o observador no ponto P receberá frentes de onda com uma frequência menor, percebendo um som mais baixo, ou seja, mais grave, e o comprimento de onda parecerá maior.

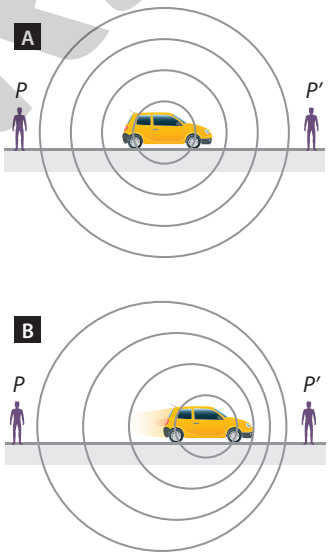
Essa mudança na frequência percebida por causa do movimento relativo entre a fonte sonora e o observador é conhecida como efeito Doppler, em homenagem ao matemático e físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853), que verificou, em 1842, que o efeito era válido tanto para as ondas sonoras quanto para as luminosas.

Existem várias aplicações do efeito Doppler no cotidiano. Alguns aparelhos de ultrassonografia utilizam o efeito Doppler para analisar o fluxo sanguíneo no interior dos vasos. O aparelho emite um ultrassom que é refletido pelas células do sangue, principalmente as hemácias, e analisa a onda refletida. Se as células se movem na direção do detector, a frequência da onda refletida é maior do que a da onda emitida; quando se movem na direção oposta, a onda refletida tem frequência menor.



SHIPOV OLEG/SHUTTERSTOCK

Imagem que representa o fluxo sanguíneo na artéria carótida obtido por ultrassom com Doppler. A cor vermelha indica que o fluxo está na direção do detector. Cores artificiais.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representações das frentes de onda de som geradas pela buzina de um veículo em repouso **A**, e em movimento **B**. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

O físico francês Hyppolyte Fizeau (1819-1896) realizou experimentos sobre o mesmo fenômeno para determinar os deslocamentos das estrelas em relação à Terra, por isso o fenômeno também é conhecido por efeito Doppler-Fizeau.

Peça aos estudantes que citem uma situação do cotidiano em que podemos perceber o efeito Doppler. Eles podem citar como exemplo uma ambulância ou viatura de polícia passando com a sirene ligada, situação em que percebemos sons diferentes na aproximação e no afastamento.

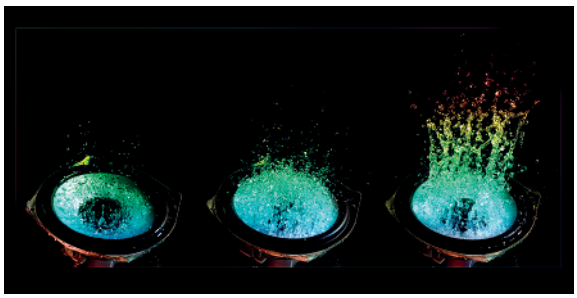
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

INVESTIGUE Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Produção e propagação do som

Contextualização



NIKITA STEPANOV/SHUTTERSTOCK

Alto-falantes com água, com destaque para a vibração de seu diafragma. Os padrões na imagem foram criados pela vibração sonora transmitida pela membrana do alto-falante.

As ondas sonoras se propagam nos mais diversos meios materiais, e o meio mais comum para sua propagação é o ar, que conduz as vibrações até nossas orelhas.

Quando uma fonte sonora causa uma perturbação do ar, a propagação da onda sonora ocorre por compressões e rarefações do meio, que só ganham significado quando são percebidas pela orelha e interpretadas pelo cérebro.

Mas será que existe a possibilidade de perceber o som de outra maneira? E ver o som, seria possível?

a) Como você explicaria o funcionamento de um alto-falante?

b) Como podemos perceber as ondas sonoras sem utilizar a audição?

Orientações

Junte-se a três colegas e encontrem uma maneira de investigar a produção e a propagação do som em meios sólidos, como membranas, e como podemos perceber essas vibrações.

Elaborem um roteiro de investigação no caderno, contemplando as seguintes questões.

- Como faremos a investigação?
- Quais características o som deverá ter e quais fenômenos sonoros estão relacionados a essa investigação?
- Quais são os materiais que vamos precisar para essa atividade?
- Podemos substituir algum material sem alterar o resultado da nossa investigação?
- Quais são os cuidados que devemos ter durante a montagem e a realização da investigação?
- De que maneira vamos organizar os dados observados e os resultados obtidos?

Peça a ajuda de um adulto para a manipulação de objetos cortantes, caso necessário.

Executem a atividade de investigação propondo soluções para os possíveis problemas e anotem no caderno as observações que julgarem pertinentes e todas as etapas necessárias, registrando-as por meio de fotografias.

Análise e divulgação dos dados

Elaborem uma apresentação de seminário para divulgação dos resultados do experimento. Utilizem as fotografias que vocês registraram para compartilhar com o restante da turma os procedimentos e os resultados da atividade. Para isso, elaborem uma apresentação de *slides* contendo as fotografias, os dados obtidos no decorrer da investigação e as conclusões a que chegaram. Incluam nas explicações as respostas para as questões a seguir.

1. Quais evidências comprovaram a possibilidade de observar a onda sonora em um meio sólido, como uma membrana?
2. As ondas sonoras geradas pelas diferentes fontes criaram um mesmo padrão de vibração no material usado sobre a membrana durante as observações?
3. Os modos de vibração do material usado para observar a onda sonora possuem relação com as características do som emitido pela fonte? Cite um exemplo.
4. De que forma essa investigação pode ser relacionada com o sentido da audição humana?

MODERNA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. Os antigos indígenas norte-americanos encostavam a orelha ao chão a fim de averiguar se havia cavalaria vindo em sua direção. Explique o motivo para fazerem isso.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

2. Escreva em seu caderno a alternativa correta em relação à altura do som, propriedade que o caracteriza como grave ou agudo.

a) Um som grave é aquele com frequência alta.

b) Um som agudo se propaga mais rapidamente do que um som grave.

c) A velocidade de propagação é a mesma tanto para o som agudo como para o grave.

d) A altura do som está relacionada com a amplitude da onda sonora.

Alternativa **c**.

3. Determine a intensidade de uma onda sonora que transporta 0,3 J de energia por uma área de 4 cm^2, a cada 2 s.

$I = 375\ W/m^2$

4. **(Enem)** O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso.

A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

a) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.

b) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.

c) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.

d) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

e) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

Alternativa **a**.

5. Em um imóvel, as paredes delimitam os limites de cada cômodo, assim como suas portas e janelas. Uma pessoa localizada na cozinha consegue conversar com uma pessoa localizada no quarto quando a porta se encontra totalmente aberta. Escreva em seu caderno a alternativa que apresenta o(s) fenômeno(s) que ocorre(m) com as ondas sonoras e que torna(m) possível a situação descrita anteriormente.

a) Reflexão.

b) Difração.

c) Reflexão e refração.

d) Reflexão e difração.

e) Reflexão, refração e difração.

Alternativa **d**.

6. Um veículo emite som por meio de uma buzina numa frequência de 300 Hz. Sabendo que ele se movimenta com uma velocidade de 15 m/s e que a velocidade do som no ar é 340 m/s, calcule a frequência percebida por uma pessoa em repouso quando o veículo se afasta e quando o veículo se aproxima dela.

$f' \simeq 287{,}3$ Hz para o veículo se afastando e $f' \simeq 313{,}8$ Hz para o veículo se aproximando.

!

Utilize a equação geral do efeito Doppler, em que f' é a frequência percebida, f é a frequência da fonte, v_s a velocidade do som no meio, v_0 *do* observador e v_f da fonte.

$$f' = f \cdot \frac{v_s \pm v_0}{v_s \pm v_f}$$

Para a velocidade da fonte, atribuímos: sinal positivo quando ela se afasta do observador; sinal negativo quando ela se aproxima do observador.

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

MODERNA

CAPÍTULO

4

Luz e visão humana

Uso da tecnologia e olhos humanos

Leia, a seguir, a manchete de uma reportagem sobre os problemas de visão humana causados pelo uso excessivo de aparelhos eletrônicos.

> **Uso prolongado de computador e celular pode afetar a visão**
>
> *Os consultórios de oftalmologia chamam de falsa miopia: uma distorção provocada pelo excesso de uso de computadores,* tablets e smartphones.
>
> Uso prolongado de computador e celular pode afetar a visão. *G1*, Rio de Janeiro, fev. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2016/02/uso-prolongado-de-computador-e-celular-pode-afetar-visao.html>. Acesso em: 24 ago. 2020.

No texto acima, é destacado que o uso de aparelhos eletrônicos, como computadores, televisores, *video games*, *tablets* e celulares, entre outros, caso ocorra por longos períodos, pode prejudicar a visão. Pesquisadores descobriram que existe uma relação entre as horas de uso diário de dispositivos eletrônicos e o índice de doenças da superfície ocular. Eles estabeleceram que problemas relacionados à visão aumentam proporcionalmente conforme também se aumenta o tempo de uso desses equipamentos.

M B IMAGES/SHUTTERSTOCK

Adolescentes utilizando *tablets* e *smartphones* para realizar trabalhos escolares.

A tecnologia evoluiu de tal forma que o uso de dispositivos eletrônicos se tornou rotineiro. Por vezes, acabamos utilizando esses equipamentos por longos intervalos de tempo, tanto para diversão quanto para estudos e trabalho.

Esses aparelhos têm emissores de luz no fundo para produzir a imagem, dando brilho e clareza para a tela. Esse tipo de iluminação das telas emite luz azul em grande quantidade e intensidade e que podem ser prejudiciais para nossa visão.

Muitas pessoas utilizam esses dispositivos mais de seis horas por dia.

O tempo de uso diário considerado seguro para evitar danos à visão ainda não está bem estabelecido, contudo existem algumas práticas para uma relação mais saudável com essas tecnologias. Entre essas práticas, podemos citar as seguintes.

- Faça pequenas pausas de 20 segundos, olhando para objetos distantes, a cada 20 minutos de uso de alguma tela de aparelho eletrônico. Como geralmente as telas ficam próximas dos nossos olhos, a musculatura do olho fica contraída. Olhar para objetos distantes ajuda a relaxar essa musculatura e prevenir a fadiga e o cansaço.
- Procure piscar os olhos com frequência, para evitar seu ressecamento. Quando utilizamos aparelhos eletrônicos, a taxa com que piscamos os olhos é reduzida em cerca de 50%.
- Estabeleça limites para o tempo de uso de telas.
- Evite usar aparelhos eletrônicos em ambientes com pouca luz e perto do horário que você costuma dormir. A luz azul emitida pelas telas pode afetar nosso relógio biológico, mantendo-nos acordados, pois diminui os níveis de melatonina, hormônio responsável por nos ajudar a adormecer. Por isso, é importante desligar todos os dispositivos eletrônicos cerca de duas horas antes de dormir.

MODERNA

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

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

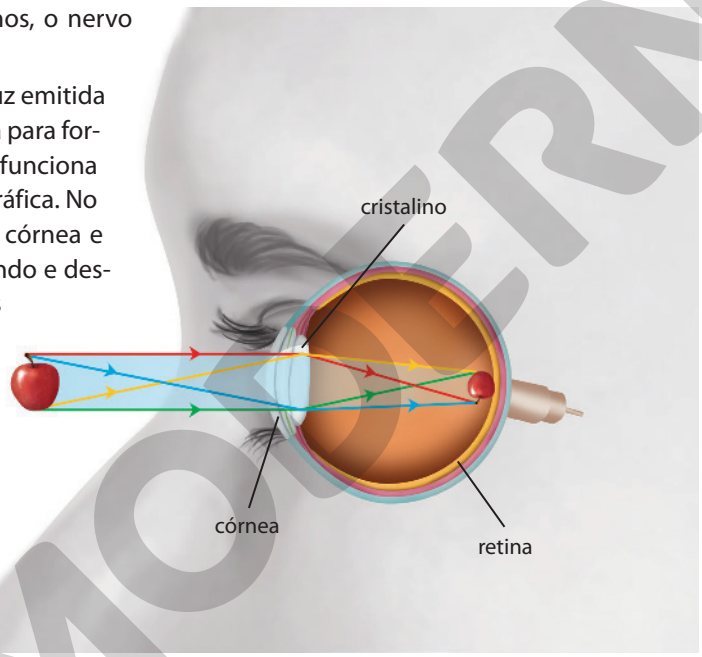
Uso consciente dos aparelhos eletrônicos.

- Pense a respeito do uso de aparelhos eletrônicos que apresentam telas, como computadores, televisores, *video games*, *tablets*, celulares etc. Cite quais deles você utiliza com frequência e anote quanto tempo você utiliza cada um desses equipamentos diariamente. Em seguida, discuta com seus colegas se o tempo de uso é excessivo ou se consideram que a atual relação com a tecnologia é saudável.

A luz azul artificial induz a fadiga ocular, causa dores de cabeça, fadiga física e mental quando observamos a tela de um aparelho ininterruptamente, por um longo período de tempo. Além desses problemas, estudos sugerem ainda que o excesso de luz azul (de energia mais alta na faixa do espectro visível) emitida pelas telas dos equipamentos eletrônicos pode prejudicar diretamente a visão. Essa luz pode danificar as células da retina, representando um fator de risco para o surgimento do processo de degeneração macular relacionada à idade, que leva à perda progressiva da visão central.

O sentido da visão engloba os olhos, o nervo óptico e o cérebro.

O olho tem a função de receber a luz emitida pelos objetos e direcioná-la até a retina para formar as imagens. Ele é um órgão que funciona de forma similar a uma máquina fotográfica. No processo da formação das imagens, a córnea e o cristalino agem como lentes, refratando e desviando a trajetória da luz. As imagens são projetadas de forma invertida na retina. No entanto, o cérebro é capaz de fazer a interpretação dessas informações, invertendo as imagens para a orientação normal que coincide com a posição real dos objetos.



DANI MOTA

Representação em corte do olho humano. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A retina é constituída de células fotorreceptoras chamadas cones e bastonetes.

Os bastonetes são capazes de reconhecer diferentes níveis de luminosidade, permitindo a gradação entre claro e escuro e a visão de formas e movimento. Já os cones são responsáveis pela visão das cores.

Existem três tipos de cones, um que responde melhor à luz vermelha, outro à luz verde e um terceiro à luz azul. São as células sensíveis à luz azul que podem ser danificadas pela luz emitida por telas de aparelhos eletrônicos. Por isso a importância dos cuidados em relação ao uso prolongado desses equipamentos.

As células fotorreceptoras sensibilizadas pela luz que chega à retina transformam essa informação em um impulso nervoso, que é transmitido ao cérebro pelo nervo óptico.

O cérebro tem a função de fazer a interpretação dessas informações, gerando os resultados para cor, tamanho, forma, distância dos objetos etc.

Além da exposição excessiva da visão à luz emitida pelas telas dos equipamentos eletrônicos, existem muitas outras situações que prejudicam a visão humana. Vamos estudar algumas dessas situações.

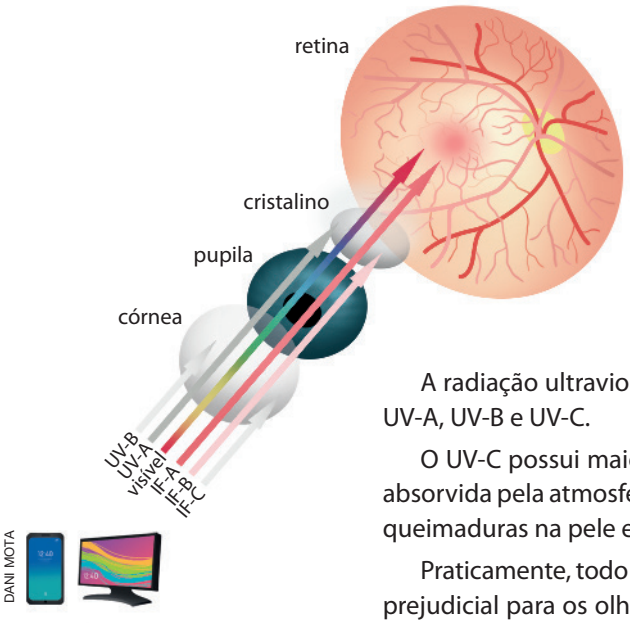
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Luz solar

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre suas ações e verificar que é necessária a proteção dos olhos com óculos de sol com filtro UV. Usar óculos sem o filtro UV pode ser mais prejudicial do que não utilizá-los, pois a lente escura deixa as pupilas mais abertas e pode focalizar a radiação ultravioleta em um ponto no interior do olho e causar lesões graves.

A luz solar, apesar de iluminar os ambientes possibilitando nossa visão, pode ser prejudicial para nossos olhos.



DANI MOTA

Ilustração produzida com base em: CLARK, A. J. et al. Ocular Tolerance of Contemporary Electronic Display Devices. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging Retina*, 2018. v. 49, n. 5, p. 346-354.

1. Você utiliza óculos de sol regularmente? Ele possui filtro UV ou você acha que isso não é importante?

Representação da absorção de diferentes comprimentos de onda da luz nas estruturas do olho humano. As faixas correspondentes ao infravermelho e ultravioleta de comprimento de onda mais longo são absorvidas pelo cristalino, podendo danificá-lo. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

A radiação ultravioleta (UV) presente na luz solar pode ser dividida em três faixas: UV-A, UV-B e UV-C.

O UV-C possui maior energia, porém é absorvido pela atmosfera. Parte do UV-B é absorvida pela atmosfera e parte chega à superfície terrestre, sendo capaz de provocar queimaduras na pele e induzir o surgimento de câncer de pele.

Praticamente, todo o UV-A penetra na atmosfera. Essa faixa do UV pode ser bastante prejudicial para os olhos, pois é absorvida pelo cristalino ao penetrá-los, danificando os olhos humanos e, consequentemente, a visão.

A exposição excessiva à radiação ultravioleta pode causar danos imediatos ou tardios à visão. Entre os imediatos, podemos citar a ceratoconjuntivite, fotoceratite e a fotoconjuntivite. Já entre os tardios, destacam-se a catarata e o pterígio.

A **ceratoconjuntivite** trata-se de uma inflamação que afeta a córnea. Ela é normalmente causada por infecções por bactérias ou vírus, mas também pode acontecer por exposição à radiação UV-B.

A **fotoceratite** mostrada na fotografia ao lado é uma inflamação da córnea causada pelos raios UV-B.

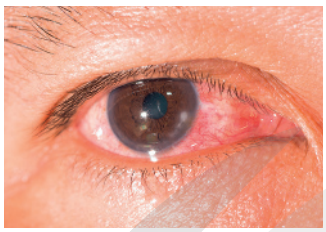
Por sua vez, a **fotoconjuntivite** é uma inflamação da conjuntiva do olho, membrana que reveste a superfície interna das pálpebras e a parte branca dos olhos, quando essa é submetida a altas doses de radiação UV-B.

A **catarata** é um dano que se manifesta em longo prazo. Ela é caracterizada por uma opacidade parcial ou total do cristalino, o que dificulta ou impede a passagem de luz, prejudicando a visão. O tratamento desse problema é cirúrgico.

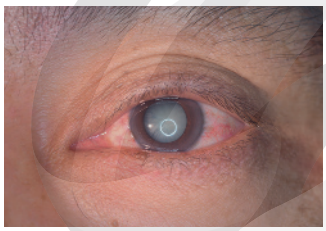
Já o **pterígio** trata-se do crescimento de uma membrana fibrovascular sobre a córnea, que acaba invadindo a superfície do olho. A radiação UV é um dos fatores que desencadeiam seu desenvolvimento.

Para se proteger da radiação UV, é necessário utilizar óculos de sol com proteção (filtro) contra esse tipo de radiação quando estamos expostos à luz solar. Alguns óculos de sol de baixa qualidade não possuem filtro UV e utilizá-los pode ser prejudicial para os olhos, pois as lentes escuras fazem com que a pupila se dilate, permitindo que mais luz penetre nos olhos. Dependendo da curvatura da lente, ela pode focalizar a radiação UV em uma pequena área, causando queimaduras no olho.

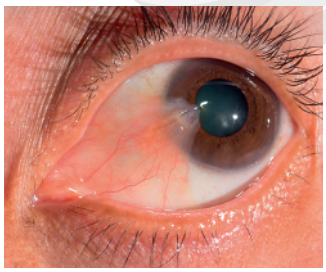
Algumas lentes de óculos de sol possuem também filtros polarizadores que fazem apenas a parte da luz que está alinhada a eles passar pelas lentes, enquanto o restante é absorvido, protegendo os olhos de luz muito intensa. É importante lembrar que não é só a radiação UV que pode prejudicar os olhos; olhar diretamente para qualquer fonte de luz de grande intensidade também pode causar danos à visão. Assim, jamais olhe diretamente para o Sol ou incida um feixe de *laser* diretamente nos olhos.



Olho humano com fotoceratite.



Olho humano com catarata.



FOTOS: ARZTSAMUI/SHUTTERSTOCK

Olho humano com pterígio.

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

MODERNA

Alterações da visão

Existem vários problemas relacionados aos olhos e à visão além dos estudados anteriormente. Eles possuem diferentes características, causas e correções.

Problemas de visão podem produzir dores de cabeça devido ao esforço para enxergar corretamente ou problemas de aprendizagem em razão de o estudante não conseguir enxergar com nitidez as palavras ou os números.

Os problemas ou alterações da visão devem ser diagnosticados e tratados pelo médico especialista em olhos, o oftalmologista. Se possível, consulte regularmente esse especialista.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Observando as coisas ao seu redor.

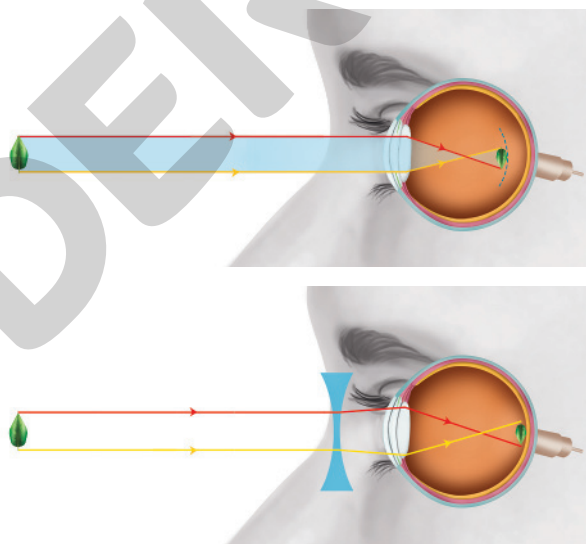
- Observe objetos que estão longe de você, como aqueles do outro lado da sala de aula. Em seguida, observe objetos próximos, como sua caneta, lápis, caderno, as marcações em uma régua etc. Depois, junte-se a um colega e conversem sobre se vocês são capazes de visualizar bem os objetos próximos e distantes. Discutam quais são as atitudes corretas a se tomar, caso vocês tenham dificuldades em enxergar os objetos.

Devido a alterações no formato do globo ocular, na curvatura do cristalino e da córnea e nas células da retina, existem diferentes problemas de visão. Na sequência, estudaremos alguns deles.

A **miopia** é um problema que causa dificuldade em ver com nitidez objetos distantes, por isso pessoas que apresentam miopia costumam aproximar os objetos dos olhos para enxergá-los melhor.

No olho míope, a imagem é formada antes da retina, como mostrado ao lado. Essa alteração acontece quando o bulbo do olho é alongado, bem como quando o olho possui um cristalino de maior espessura.

A miopia pode ser corrigida por meio da utilização de lentes esféricas divergentes. Esse tipo de lente faz com que os raios de luz cheguem mais afastados ao olho. Assim, a córnea e o cristalino conseguem focalizar a luz na retina.

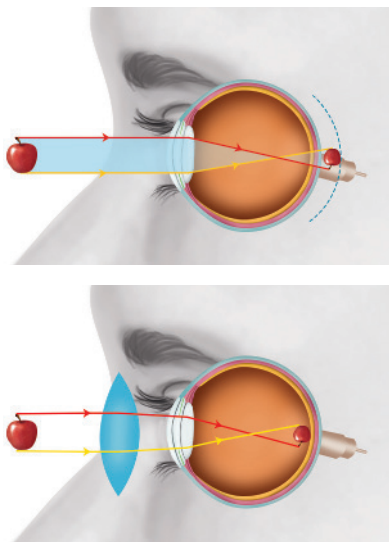


Representação de um olho com miopia e sua respectiva correção a partir de uma lente esférica divergente. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

A **hipermetropia** é um problema que causa dificuldade em ver com nitidez os objetos próximos, assim, as pessoas com hipermetropia costumam afastar os objetos para vê-los com maior nitidez.

No olho hipermetrope, a imagem é formada atrás da retina, como mostrado ao lado. Essa alteração da visão ocorre quando o bulbo do olho é curto, assim como quando o cristalino é muito fino.

A correção para esse problema é realizada com a utilização de lentes esféricas convergentes. Essas lentes fazem com que os raios de luz cheguem ao olho mais próximo uns dos outros, permitindo que a córnea e o cristalino focalizem a imagem corretamente na retina.



Representação de um olho com hipermetropia e sua respectiva correção a partir de uma lente esférica convergente. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: DANI MOTA

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

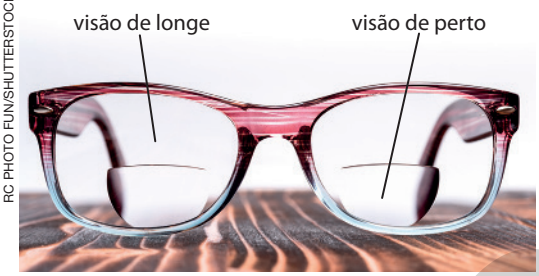
MODERNA

A **presbiopia** é uma alteração na visão em que, assim como na hipermetropia, a imagem é projetada atrás da retina. Por isso, pessoas que apresentam presbiopia normalmente afastam os objetos a serem observados para enxergá-los com maior nitidez.

Devido ao envelhecimento, a lente do olho perde sua elasticidade, o que prejudica sua capacidade de focalizar objetos próximos.

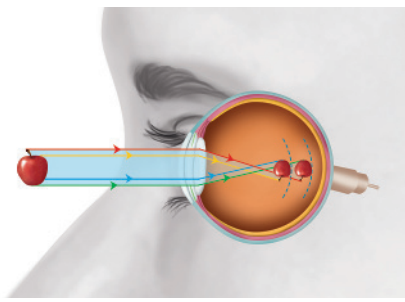
Essa alteração na visão é corrigida por meio do uso de lentes bifocais ou multifocais. No caso de lentes bifocais, os objetos distantes são observados através da parte superior da lente, enquanto os objetos próximos são vistos através da parte inferior. No caso das lentes multifocais, elas apresentam uma transição gradual, possibilitando a visão de objetos a curtas, médias ou longas distâncias.

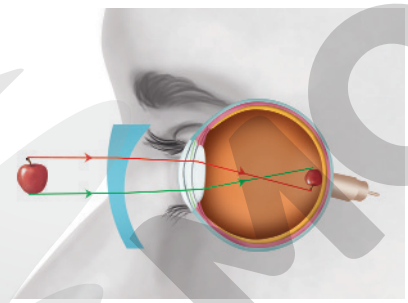
RC PHOTO FUN/SHUTTERSTOCK



Óculos com lentes bifocais.

ILUSTRAÇÕES: DANI MOTA





A alteração na visão conhecida como **astigmatismo** é causada por irregularidades na córnea ou na lente do olho. Nesse caso, existe uma alteração no formato da córnea ou na curvatura da lente, impedindo que os raios de luz sejam focalizados adequadamente na retina, causando a impressão de a imagem estar distorcida ou embaçada, como quando tentamos enxergar através de um vidro irregular, como o dos vitrôs de janelas.

A correção do astigmatismo é feita pelo uso de lentes cilíndricas, que apresentam superfície com maior curvatura em determinadas direções, como mostram as imagens ao lado.

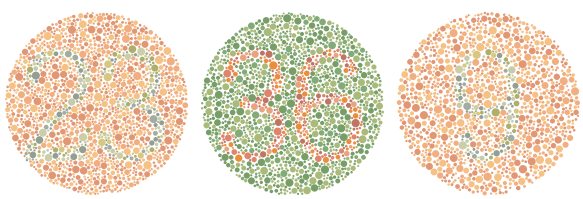
Representação de um olho com astigmatismo e sua respectiva correção por uma lente cilíndrica. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

O **daltonismo**, por sua vez, é uma alteração associada ao funcionamento das células do tipo cone, que são as especializadas na identificação das cores.

Existem ao todo três tipos de cones, cada um deles sendo mais sensível a uma cor: luz vermelha, luz verde e luz azul. As outras cores podem ser obtidas pela estimulação de mais de um tipo de cone simultaneamente.

Observe a figura abaixo. Você é capaz de identificar os números no interior de cada círculo? Pessoas com daltonismo não são capazes de enxergar essas informações, pois elas apresentam ausência de um dos três tipos de cone, isto é, elas são incapazes de diferenciar algumas cores.

LUCKY BALL/ SHUTTERSTOCK



Figuras de Ishihara para teste de daltonismo.

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

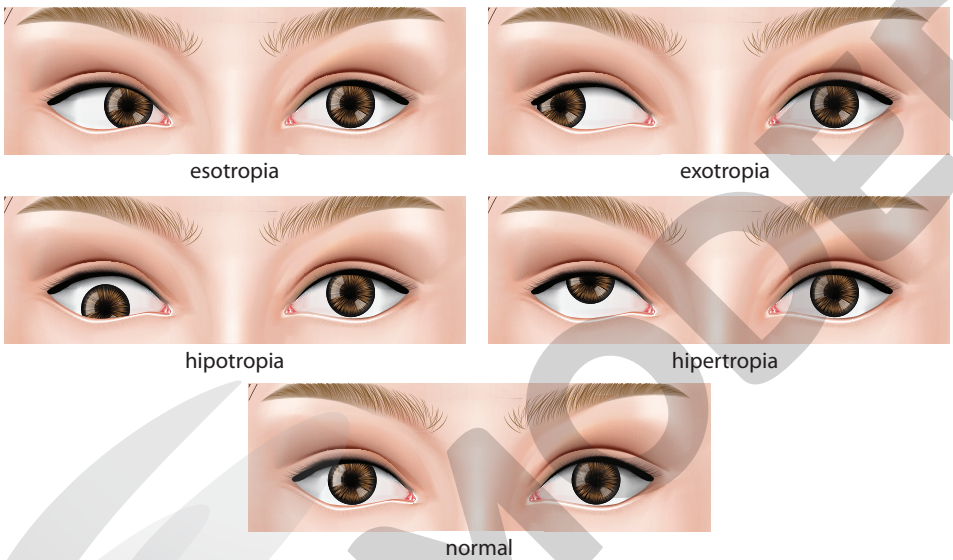
Há diversas formas de daltonismo. Cada tipo está relacionado ao problema de um respectivo cone. A protanopia, por exemplo, é a ausência dos cones sensíveis ao vermelho. Nesse caso, a pessoa enxerga os tons de vermelho de uma imagem em tons de bege. A deuteranopia, relacionada à ausência dos cones sensíveis ao verde, faz com que a pessoa enxergue os tons de verde em tons de marrom. A tritanopia, relacionada à ausência dos cones sensíveis ao azul, faz com que a pessoa enxergue os diferentes tons de azul em tons rosados. Por fim, existe ainda alguns casos raros, em que a pessoa não é capaz de distinguir cor alguma, enxergando apenas imagens em escalas de cinza.

Apesar de não existir cura para o daltonismo, é possível utilizar lentes equipadas com filtros de cor capazes de aumentar o contraste, no entanto, essas lentes não auxiliam a focalização dos raios de luz na retina, elas apenas filtram algumas cores de modo a melhorar a diferenciação de suas determinadas tonalidades.

O **estrabismo** é um problema de visão que ocorre quando os olhos não estão perfeitamente alinhados, isto é, apontam em diferentes direções.

O cérebro é responsável por controlar os músculos dos olhos, que devem estar equilibrados e trabalhando juntos. A pessoa com estrabismo apresenta alguma disfunção nesses músculos, que pode ser causada por dificuldade motora, grau elevado de hipermetropia, doenças neurológicas (causadas por traumas, AVC, paralisia cerebral etc.), problemas genéticos, infecções, entre outras.

CHARLESS/SHUTTERSTOCK



Representação dos tipos de estrabismo e de uma pessoa com visão normal. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Para a visão normal, o cérebro combina as imagens dos dois olhos, formando uma única imagem tridimensional. Desse modo, temos a percepção de altura, de largura e de profundidade (distância dos objetos). No entanto, quando um dos olhos não está alinhado ao outro, formam-se duas imagens diferentes.

No caso de uma criança estrábica, por exemplo, o cérebro ignora a imagem do olho não alinhado e, com isso, ela perde a percepção de profundidade. No entanto, no caso de estrabismo em adultos, eles possuem uma visão dupla, como mostra a imagem ao lado. A posição da segunda imagem depende da direção em que o olho desalinhado está direcionado. Nesse caso, o cérebro considera a imagem formada por cada olho e já possui a percepção de profundidade dos objetos.

O tratamento do estrabismo é realizado por meio de um diagnóstico e posterior correção do mecanismo que causa o problema no funcionamento dos respectivos músculos. Entre as medidas de tratamento, destaca-se o uso de óculos, exercícios para o fortalecimento dos músculos, entre outros. Apenas em alguns casos é recomendada a realização de cirurgia, quando os outros métodos de tratamento não surtem o efeito desejado.

SRUIK/SHUTTERSTOCK

Visão de uma pessoa adulta com estrabismo.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Resposta da questão **4** no **Suplemento para o professor**.

1. As pessoas que colocam objetos numa posição mais afastada dos olhos possuem o problema de visão chamado presbiopia, causado pelo enrijecimento do músculo ocular, fazendo com que o ponto próximo esteja mais afastado do olho do que normalmente deveria estar. Assim, ao afastar os objetos, instintivamente estamos os adequando em uma posição correta.

2. Sim, estão de cabeça para baixo, porém o cérebro é capaz de invertê-las e interpretar corretamente a posição real dos objetos.

1. Explique por que as pessoas que possuem uma idade mais avançada, quando leem livros ou revistas, os seguram numa posição mais afastada dos olhos do que as pessoas mais jovens.

2. O olho humano possui o cristalino que atua como lente convergente. As imagens produzidas por uma lente convergente são sempre de cabeça para baixo. Isso significa que as imagens que vemos estão de cabeça para baixo na retina? Justifique sua resposta.

3. **(Enem)** Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.

REPRODUÇÃO

A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

a) Vermelho. **c)** Amarelo. **e)** Azul.

b) Magenta. **d)** Branco.

Alternativa **e**.

4. Com relação ao uso de aparelhos eletrônicos que possuem telas emissoras de luz, como televisores, computadores, aparelhos celulares etc., julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas em seu caderno.

I) A utilização de aparelhos eletrônicos que possuem telas emissoras de luz por longos intervalos de tempo pode prejudicar a visão, pois eles fazem uso de luz azul potente que, por sua vez, é aquela que possui a maior energia, considerando apenas a faixa do espectro eletromagnético que corresponde à luz visível.

II) A utilização dos equipamentos eletrônicos é segura para a visão, desde que o tempo diário de uso não ultrapasse seis horas.

III) Não se sabe ao certo quanto tempo de uso diário de equipamentos eletrônicos é seguro para a visão, contudo há práticas que ajudam a manter uma relação saudável com esse tipo de tecnologia, como habituar-se a piscar os olhos em uma frequência normal (em torno de 15 vezes por minuto), fazer pausas regulares etc.

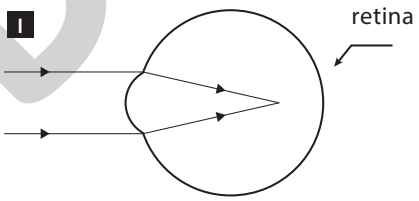
IV) Apesar de a utilização por longos períodos causar desconforto para a visão, a luz artificial emitida pelas telas dos aparelhos eletrônicos não apresenta riscos de danos à visão em longo prazo.

V) Utilizar os eletrônicos à noite, pouco antes de dormir, não representa nenhum efeito sobre a qualidade do sono.

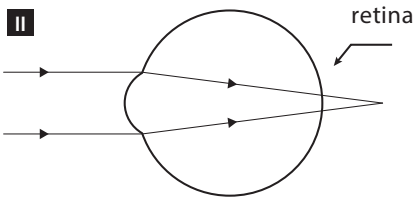
5. **(UFRGS-RS)** Muitas pessoas não enxergam nitidamente objetos em decorrência de deformação no globo ocular ou de acomodação defeituosa do cristalino.

Em seu caderno, escreva a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos enunciados a seguir, na ordem em que aparecem.

Para algumas pessoas, a imagem de um objeto forma-se à frente da retina, conforme ilustrado na figura I abaixo. Esse *defeito de visão* é chamado ■, e sua correção é feita com lentes ■.



Em outras pessoas, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de se formar a imagem, conforme representado na figura II abaixo. Esse *defeito de visão* é chamado ■, e sua correção é feita com lentes ■.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

a) presbiopia – divergentes – hipermetropia – convergentes

b) presbiopia – divergentes – miopia – convergentes

c) hipermetropia – convergentes – presbiopia – divergentes

d) miopia – convergentes – hipermetropia – divergentes

e) miopia – divergentes – hipermetropia – convergentes

Alternativa **e**.

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

MODERNA

Respostas das questões **8** e **9** no **Suplemento para o professor**.

6. **(Feevale-RS)** No processo de visão humana, o cristalino desempenha um papel importante na formação da imagem. Em seu caderno, escreva a alternativa correta sobre essa estrutura do olho humano.

a) Controla a quantidade de luz que entra no olho humano.

b) Controla a energia dos fótons da luz incidente.

c) Atua como lente divergente para acomodar a imagem.

d) Atua como lente convergente para acomodar a imagem.

e) Define as cores dos objetos.

Alternativa **d**.

7. Explique por que é importante utilizar óculos de sol quando nos expomos à luz solar.

8. Em relação aos danos causados à visão pela radiação ultravioleta, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas em seu caderno.

I) Apesar de não ser capaz de atravessar toda a estrutura do olho e chegar à retina, a radiação ultravioleta pode danificar seriamente a visão, gerando uma série de danos em várias estruturas, como córnea, cristalino, conjuntiva etc.

II) A radiação ultravioleta é basicamente absorvida pela atmosfera terrestre, não representando riscos à visão.

III) O ultravioleta de mais baixa energia (UV-A) não apresenta riscos para a saúde dos olhos.

IV) O UV-A, apesar de possuir menos energia que os outros tipos de radiação UV, penetra em parte do olho, depositando sua energia principalmente no cristalino, sendo capaz de produzir uma catarata. Já o UV-B pode produzir tanto a catarata quanto a opacidade da córnea.

9. Julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas em seu caderno.

I) A miopia é um problema de visão em que a pessoa não consegue enxergar com nitidez objetos localizados distantes do observador. Sua correção é feita com a utilização de lentes divergentes.

II) Daltonismo é uma alteração causada por problemas nas células do tipo bastonete presentes na retina. Esse tipo de célula é muito sensível à luz, sendo capaz de diferenciar as cores.

III) O estrabismo se caracteriza pelo desalinhamento dos olhos. Quando ocorre na infância, a criança não desenvolve a capacidade de perceber a noção de profundidade. Quando ocorre em adultos, devido a uma infecção, trauma etc., a pessoa observa duas imagens simultaneamente do mesmo objeto, cuja direção varia de acordo com a respectiva direção de desalinhamento do olho.

IV) No astigmatismo, a pessoa não é capaz de focalizar bem as imagens na retina por conta de uma alteração em seu formato.

V) A presbiopia é uma alteração causada pela perda de elasticidade da lente do olho, tornando-o incapaz de focalizar objetos próximos ao observador. Como a pessoa não perde a capacidade de enxergar nitidamente objetos distantes, são utilizados óculos com lentes bifocais ou multifocais, que permitem enxergar com clareza objetos em diferentes distâncias.

7. Na luz emitida pelo Sol há uma parte do espectro que corresponde ao ultravioleta. Apesar de a maior parte dessa radiação ser absorvida na atmosfera, outra parte chega à superfície terrestre. Caso não se utilize óculos equipados com filtros contra a radiação UV, ela penetrará nos olhos e poderá causar danos em suas estruturas, como na córnea, cristalino (lente do olho), conjuntiva etc.

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Escreva em uma folha de papel palavras que você associa com sua adolescência/juventude. Em seguida, para cada uma dessas palavras, escreva uma breve explicação sobre por que você a citou.

2. Escolha uma refeição diária e monte um cardápio que represente uma alimentação saudável. Em seguida, aponte os nutrientes desses alimentos e sua importância para o corpo. Algum dos alimentos listados em seu cardápio são fonte de polímeros naturais? Descreva como esse polímero é formado.

3. Faça uma análise crítica a respeito da relação do ser humano com os materiais, como os polímeros sintéticos na sociedade atual, definindo-a com uma ou mais palavras. Essa relação é considerada sustentável? Explique.

4. Em um intervalo de dois minutos, escreva em um pedaço de papel características, propriedades e fenômenos das ondas sonoras. Na sequência entregue o papel ao professor e, junto com os colegas, monte uma tabela descrevendo cada ponto que vocês citaram no papel e diferenciando as características do som e da luz.

5. Junte-se a um colega e escreva um panfleto sobre os problemas causados pela luz das telas de equipamentos eletrônicos e pela luz solar, destacando os cuidados necessários para manter a saúde dos olhos. Em seguida, distribuam os panfletos para os colegas da escola.

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

MODERNA

As adolescências e as juventudes ao nosso redor

Quais são as vulnerabilidades e os riscos aos quais os adolescentes e os jovens estão expostos na sociedade atual? Como podemos descrever adolescentes e jovens na sociedade atual? As respostas a essas perguntas devem começar com um "depende". Ao nos referirmos a essas fases da vida, é preciso, primeiramente, refletir a respeito das diferentes culturas, tradições, condições econômicas e sociais, por exemplo, às quais estão expostos os adolescentes e os jovens no Brasil e no mundo.

Os jovens e os adolescentes têm características e necessidades diversas, as quais são influenciadas por seus estilos de vida, pelo local onde vivem, pelos costumes e pelas tradições de seu povo e pelo modo como se relacionam com aqueles com os quais convivem. Sendo assim, embora algumas vulnerabilidades e riscos sejam comuns às diferentes adolescências e juventudes, é preciso considerar o entorno delas para então as conhecermos em sua totalidade.

Por exemplo, a adolescência e a juventude vivenciadas em uma tribo indígena isolada no interior da floresta Amazônica são diferentes de quando essas fases da vida são vivenciadas em um grande centro urbano. Enquanto os indígenas são fortemente influenciados pela cultura, pelos ensinamentos e pelas tradições da tribo, havendo pouco ou nenhum contato com a tecnologia, os adolescentes e jovens de um grande centro urbano são fortemente influenciados pela tecnologia e têm acesso a diferentes fontes de informação, não apenas aos anciãos das tribos, como ocorre com alguns grupos indígenas.

Outro exemplo é a situação de adolescentes e jovens vivendo em países em guerra quando comparados àqueles que vivenciam essas fases de vida em países em tempos de paz. O tipo e o nível de violência aos quais esses cidadãos estão expostos, por exemplo, são distintos e interferem diretamente no modo como essas fases da vida são vivenciadas, no modo como os adolescentes e jovens enxergam o mundo ao redor, bem como em suas perspectivas e seus anseios futuros.

AS DIFERENTES ADOLESCÊNCIAS E JUVENTUDES SE MANIFESTAM DE MANEIRAS DISTINTAS, COMO PELO ESTILO DE SE VESTIR, PELOS GOSTOS MUSICAIS, PELOS INTERESSES E PELAS AFLIÇÕES.

ADRIEL CONTIERI

MODERNA

Sendo assim, embora algumas questões sejam comuns às adolescências e juventudes, elas apresentam também muitas peculiaridades. Dessa maneira, é preciso que os governantes, a comunidade e os familiares olhem ao redor e conheçam a realidade dos adolescentes e dos jovens de seu meio. Esse reconhecimento é essencial para que haja diálogo entre adolescentes/jovens, escola, comunidade e familiares, o que possibilita uma vivência mais saudável dessas fases da vida.

As adolescências e juventudes atuais se manifestam com diferentes identidades, "tribos", cada qual com suas características e seus modos de expressão. Embora distintas, nenhuma delas deve ser considerada a mais correta ou incorreta, tampouco usada como padrão; cada qual tem suas particularidades que devem ser igualmente respeitadas e ouvidas.

Manter o diálogo com familiares, professores e colegas em situações que geram medos, incertezas e angústia é uma forma de buscar orientação para suas escolhas e apoio para tomadas de decisões, que são inerentes a essas e outras fases pelas quais passamos durante nossas vivências.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A A adolescência e a juventude são plurais e se apresentam de diversas maneiras em diferentes bairros, municípios e regiões do Brasil e do mundo. Nesse sentido, qual é a importância de governos e sociedade terem conhecimento de suas adolescências e juventudes?

B Faça uma pesquisa junto aos órgãos competentes do município onde você vive a respeito de projetos e ações voltados aos adolescentes e jovens. Em seguida, elabore *podcasts* sobre esses projetos e ações e suas importâncias para os adolescentes e jovens, a fim de divulgá-los entre os demais membros da sociedade e, principalmente, àqueles que se encontram em uma dessas fases da vida.

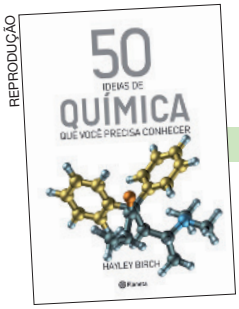
C Escreva um texto sobre sua adolescência/juventude, avaliando criticamente seus pontos positivos e negativos e explicando-os. No caso dos possíveis pontos negativos levantados, apresente maneiras de, em sua opinião, reverter tal situação negativa, visando melhorar sua vivência nessa fase da vida e posicionando-se como agente responsável por seus atos.

Representação de diferentes modos de manifestação das diversas adolescências e juventudes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

Ampliando seus conhecimentos

REPRODUÇÃO



Para ler

- ***50 ideias de química que você precisa conhecer***, de Hayley Birch. São Paulo: Planeta do Brasil, 2018.

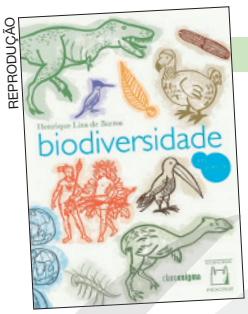
  Esse livro aborda diversos assuntos que envolvem a Química, desde conceitos antigos até os rumos das pesquisas mais recentes na área, incluindo a "Química verde".

REPRODUÇÃO

- ***A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas***, de Sérgio Quadros. São Paulo: Scipione, 2006. (Coleção Ponto de Apoio).

  O livro conta a história da termodinâmica, tendo como base a construção das máquinas térmicas e a importância das ideias criativas.

REPRODUÇÃO

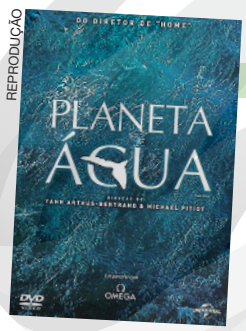


- ***Biodiversidade em questão***, de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Claro Enigma, 2011.

  Livro que trata da questão da biodiversidade, trabalhando a Ecologia e a preservação do meio ambiente e explicando como a existência da vida está intimamente relacionada e dependente desses temas, apesar de extremamente ameaçada na atualidade.

Para assistir

REPRODUÇÃO



- ***Planeta água***. Direção de Yann Arthus Bertrand e Michael Pitiot. Estados Unidos: Paramount Home Entertainment (Brazil) Ltda., 2012 (93 min).

  Nesse documentário são apresentadas imagens fantásticas dos oceanos do planeta, retratando-os dos polos até a linha do equador. Você observará as relações entre as espécies aquáticas e como elas são impactadas pelas mudanças climáticas e pela poluição. Isso o levará a refletir sobre a ação antrópica no ambiente.

REPRODUÇÃO

- ***As vantagens de ser invisível***. Direção de Stephen Chbosky. Estados Unidos: Paris Filmes, 2012 (103 min).

  O filme tem como protagonista o jovem Charlie, um adolescente solitário que passou por vários traumas em sua vida e precisa lutar contra a depressão após perder seu único amigo, que se suicidou. Ele utiliza a escrita como fuga para os problemas e tem dificuldade em fazer amizades, mas no início do ano letivo do Ensino Médio conhece dois meios-irmãos, que acabam se unindo a Charlie em uma amizade verdadeira em busca do amor, da felicidade e da aceitação.

MODERNA

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

Respostas

Veja a seguir as respostas das atividades de múltipla escolha, as que envolvem cálculos e das questões de provas oficiais.

UNIDADE 1 Combustíveis fósseis

CAPÍTULO 1
Ecologia e biodiversidade
Página 20

2. Alternativa **b**. O aumento dos níveis de CO_2 coincidiu com a Revolução Industrial, a qual utilizou combustíveis fósseis como o carvão natural para gerar energia e mover as máquinas a vapor, desenvolvendo também outras máquinas. A queima de combustíveis fósseis como o carvão emitem para a atmosfera CO_2, o que explica o aumento desse gás a partir da Revolução Industrial.

3. Alternativa **d**. As características encontradas no hábitat da bactéria *Desulforudis audaxviator* são de um novo ecossistema, pois apresentar componentes bióticos e abióticos interagindo entre si e possibilitando as trocas de energia e a ciclagem de matéria.

CAPÍTULO 2
Ameaças à biodiversidade
Página 30

3. Alternativa **c**. O uso de fertilizantes e aterros sanitários podem poluir os lençóis freáticos; o desmatamento retira a proteção natural do solo e pode diminuir sua umidade e a impermeabilização do solo não permite que ele absorva a água da chuva, provocando enchentes.

CAPÍTULO 3
Conservação e sustentabilidade
Página 45

2. Soma: 02 + 08 + 16 = 26

01) Incorreta. Uma plantação não envolve o processo natural de sucessão de espécies, tampouco apresenta variedade de espécies, hábitats e nichos ecológicos, como na comunidade clímax.

04) Incorreta. O clímax refere-se ao estágio terminal da sucessão ecológica, ou seja, quando os estágios dessas sucessões atingem a maturidade.

3. Alternativa **a**. Os corredores ecológicos visam reduzir os impactos da fragmentação dos ecossistemas, causada pelo desmatamento. Para isso, é necessário estudar a área para promover o fluxo de animais, aumentando a vegetação. Isso permite o fluxo de espécies entre os fragmentos florestais.

Página 52

1. b) 131 500 000 hectares —— 100%
20 000 000 hectares —— x
$x \simeq 15,2\%$
Essa drástica redução representa a destruição de grande parte dos hábitats e, consequentemente, perda de biodiversidade por causa da redução de disponibilidade de recursos e áreas para reprodução e abrigo.

3. Soma: 08 + 16 = 24

01) Incorreta. O Protocolo de Kyoto está relacionado com a redução da emissão do gás carbônico para a atmosfera. A mineração está diretamente relacionada a outros tipos de problemas ambientais.

02) Incorreta. A mineração também pode provocar a sedimentação dos rios, a remoção da vegetação e a evasão forçada dos animais silvestres, o que também interfere na biodiversidade.

04) Incorreta. O solo da Amazônia é considerado podre em nutrientes. As áreas mais férteis são encontradas nas margens dos rios.

CAPÍTULO 4
Ácidos, bases e sais
Páginas 63 e 64

1. Alternativa **a**. O SO_2 é um óxido ácido e, assim, reage com a água formando ácidos. Dessa forma, a emissão de SO_2 contribui para a ocorrência de chuva ácida.

2. Alternativa **a**. O SO_2 liberado reage com o gás oxigênio do ar e forma SO_3, que em contato com a água presente na atmosfera gera H_2SO_4, que é um ácido forte, gerando o que chamamos de chuva ácida.

3. Soma: 01 + 08 = 09

02) Incorreta. $HClO_3$ é o ácido clórico.

04) Incorreta. HClO é o ácido hipocloroso.

16) Incorreta. HNO_2 é o ácido nitroso.

4. Alternativa **a**. O carvão fóssil contém enxofre (S), produzindo dióxido de enxofre (SO_2) na sua queima.

5. Alternativa **e**. De acordo com a nomenclatura dos ácidos a combinação correta é H_3PO_4 (ácido fosfórico), $HClO_4$ (ácido perclórico), H_2SO_3 (ácido sulfuroso) e HNO_2 (ácido nitroso).

9. Alternativa **d**. O vinagre contém ácido etanoico, também chamado de ácido acético, a uma concentração de cerca de 5%.

11. Alternativa **b**. De acordo com a nomenclatura das bases a combinação correta é CuOH (hidróxido de cobre(I)), $Cu(OH)_2$ (hidróxido de cobre(II)), KOH (hidróxido de potássio) e $Ca(OH)_2$ (hidróxido de cálcio).

13. Alternativa **a**. Foi liberado gás hidrogênio (H_2).

$$2\,Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow H_2(g) + 2\,NaOH(aq)$$

14. Alternativa **a**. Sulfeto de cálcio (CaS).

$$H_2S(g) + Ca(OH)_2(s) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + CaS(aq)$$

15. Alternativa **b**. De acordo com a equação de reação, temos: $H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2\,H^+ + SO_4^{2-}$

16. Alternativa **a**. As substâncias **1** com **3** e **2** com **4** são pares ácidos com bases conjugadas, respectivamente. Portanto, **1** e **4** são os ácidos, enquanto **2** e **3** são bases.

CAPÍTULO 5
Óxidos
Página 68

4. Alternativa **e**. Ele deverá adicionar um composto com caráter básico, nesse caso o óxido de cálcio (CaO), pois assim poderá controlar o excesso de acidez.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

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

MODERNA

5. Alternativa **b**. A chuva ácida pode ser produzida pela reação entre o trióxido de enxofre (SO_3), um óxido ácido, que em contato com o vapor d'água, pode reagir formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que provoca um aumento na acidez da água da chuva.

$$SO_3(g) + H_2O(g) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

6. Alternativa **a**. Equação química balanceada que representa a reação entre a cal (CaO) e a água, ou seja, uma reação entre um óxido básico e água:

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

CAPÍTULO 6
Cinética química

Página 72

1. a) $T_{m(H_2O_2)} = \dfrac{\left|\text{quantidade de } H_2O_2 \text{ consumida}\right|}{\Delta t} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_{m(H_2O_2)} = \frac{|(0{,}375 - 0{,}625)|}{(20 - 10)} \therefore T_{m(H_2O_2)} = 0{,}025 \text{ mol/min}$$

2. Alternativa **d**. Como mostra o gráfico, as concentrações de B e C diminuem ao longo do tempo, assim B e C são os reagentes dessa reação e A o produto, pois aumenta sua concentração ao longo do tempo.

3. d) $E_a = E_c - E_r \Rightarrow E_a = 77 - 22 \therefore E_a = 55$ kcal

e) $\Delta E = E_p - E_r \Rightarrow \Delta E = (-15) - (22) \therefore \Delta E = -37$ kcal

4. Alternativa **b**. De acordo com a reação química:

$$N_2O_5(g) \longrightarrow N_2O_4(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

a taxa média da reação seria:

$$T_{m(\text{reação})} \simeq \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq \frac{T_m(N_2O_4)}{1} \simeq \frac{T_m(O_2)}{0{,}5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq \frac{T_m(O_2)}{0{,}5} \Rightarrow \frac{T_m(N_2O_5)}{1} \simeq \frac{8{,}5 \cdot 10^{-5}}{0{,}5} \therefore$$

$$\therefore T_m(N_2O_5) \simeq 1{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

Com o tempo de 5 min (300 s), a taxa média de consumo de N_2O_5 pode ser determinada:

$$T_m(N_2O_5) = \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot s = \frac{\Delta[N_2O_5]}{300\,s} \therefore$$

$$\therefore \Delta[N_2O_5] = 0{,}051 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 51 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Páginas 79 e 80

2. Alternativa **b**. A energia de ativação de uma reação química não é alterada pela temperatura, a pressão afeta a cinética de reação para substâncias na fase gasosa e quanto maior a superfície de contato entre os reagentes, mais rápida é a reação.

3. Alternativa **d**. **I)** Incorreta. A etapa determinante da rapidez da reação é a mais lenta (maior energia de ativação), ou seja, a etapa 1.

4. a) Comparando os experimentos, observa-se que ao dobrar a [HCl] ocorre a duplicação da rapidez da reação química, como $2^1 = 2$, temos uma reação de primeira ordem.

b) Conclui-se que a rapidez da reação é diretamente proporcional à concentração de HCl. Assim, tem a lei de reação $T_i = k \cdot [HCl]$.

c) $T_i = k \cdot [HCl] \Rightarrow 1{,}01 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0{,}10 \therefore k \simeq 0{,}01 \text{ min}^{-1}$

5. a) Não, pois a taxa média de consumo de reagente diminui ao longo do tempo.

$$T_m = \frac{|90 - 150|}{(10\,000 - 0)} \therefore T_m = 0{,}006 \text{ torr/s}$$

$$T_m = \frac{|55 - 90|}{(20\,000 - 10\,000)} \therefore T_m = 0{,}0035 \text{ torr/s}$$

6. Alternativa **c**. Como a lei que expressa a rapidez é determinada pela etapa lenta, a equação será:

$$v = k \cdot [O_3] \cdot [O]$$

7. Alternativa **c**. No item **1**, temos a redução da temperatura; em **2**, há um aumento da superfície de contato ao cortar os alimentos; e em **3**, temos a ação de enzimas que atuam como catalisadores aumentando a rapidez das reações.

CAPÍTULO 7
Queima de combustíveis fósseis

Páginas 90 e 91

1. I) Falsa. Nas transformações isobáricas, a grandeza que permanece constante é a pressão. Uma transformação na qual o volume do gás não sofre alteração é denominada isométrica, isovolumétrica ou isocórica.

IV) Falsa. Em uma transformação isotérmica, pressão e volume são grandezas inversamente proporcionais.

2. No estudo dos gases, a grandeza temperatura deve ser expressa na escala absoluta (escala kelvin):

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 25 + 273 \therefore T_0 = 298$ K

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isobárica, tem-se:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{2}{298} = \frac{8}{T} \therefore T = 1\,192 \text{ K}$$

3. Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isotérmica, tem-se:

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow 2 \cdot 10 = p \cdot 30 \therefore p \simeq 0{,}67 \text{ atm}$$

Transformando a unidade de medida atm para pascal, a partir da relação 1 atm $= 10^5$ Pa, temos:

$p = 0{,}67 \cdot 10^5 \therefore p = 6{,}7 \cdot 10^4$ Pa

4. As temperaturas em K são:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 14 + 273 \therefore T_0 = 287$ K

$T = T_C + 273 \Rightarrow T = 57 + 273 \therefore T = 330$ K

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isovolumétrica, tem-se:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} \Rightarrow \frac{p_0}{287} = \frac{p}{330} \therefore p \simeq 1{,}15 \cdot p_0$$

MODERNA

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

5. Alternativa **e**. Todas as afirmações estão corretas.

6. Como o recipiente tem o êmbolo fixo, o volume permanece constante, portanto, a transformação é isovolumétrica. A temperatura em K é:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 23 + 273 \therefore T_0 = 296\ K$

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isovolumétrica, tem-se:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} \Rightarrow \frac{\cancel{p_0}}{296} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \cancel{p_0}}{T} \therefore T \simeq 98{,}7\ K$$

7. As temperaturas em K são:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 10 + 273 \therefore T_0 = 283\ K$

$T = T_C + 273 \Rightarrow T = 65 + 273 \therefore T = 338\ K$

Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isobárica, tem-se:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{15}{283} = \frac{V}{338} \therefore V \simeq 17{,}9\ cm^3$$

9. Alternativa **b**. Sujeitos aos mesmos esforços, o pneu da bicicleta **A** deforma menos que o pneu da bicicleta **B**, portanto, tem-se $p_A > p_B$. Em relação às massas, os pneus de ambas bicicletas têm as mesmas características, no entanto, o pneu da bicicleta **A** é mais fino que o pneu da bicicleta **B**. Uma vez que as massas são diretamente proporcionais aos volumes, tem-se $V_A < V_B \therefore m_A < m_B$.

10. Do gráfico, tem-se os valores $p_0 = 10 \cdot 10^5 = 10^6$ Pa; $p = 4 \cdot 10^5$ Pa e $V_0 = 2\ m^3$. Utilizando a equação geral dos gases ideais para uma transformação isotérmica, tem-se:

$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow 10^6 \cdot 2 = 4 \cdot 10^5 \cdot V \therefore V = 5\ m^3$

11. As temperaturas em K são:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 27 + 273 \therefore T_0 = 300\ K$

$T = T_C + 273 \Rightarrow T = -50 + 273 \therefore T = 223\ K$

Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{1 \cdot 10}{300} = \frac{0{,}25 \cdot V}{223} \therefore V \simeq 29{,}7\ L$$

12. As temperaturas em K são:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 30 + 273 \therefore T_0 = 303\ K$

$T = T_C + 273 \Rightarrow T = 180 + 273 \therefore T = 453\ K$

Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{2 \cdot 2}{303} = \frac{p \cdot 6}{453} \therefore p \simeq 1\ atm$$

Sendo 1 atm = 10^5 Pa, a nova pressão do gás é, aproximadamente, 10^5 Pa.

13. Soma: 01 + 04 + 08 = 13

02) Incorreta. Em uma transformação isotérmica, a pressão é inversamente proporcional ao volume, de modo que a equação geral dos gases ideais é dada por: $p_0 \cdot V_0 = p \cdot V$.

16) Incorreta. A variação de uma das grandezas que descrevem o estado de um gás ideal faz que ao menos uma outra também sofra variação, isto é, alterar a pressão de um gás fará que o volume ou a temperatura ou ambas sofram alteração.

14. Utilizando a equação geral dos gases ideais, tem-se:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{2 \cdot 2}{293} = \frac{1{,}5 \cdot 4}{T} \therefore T = 439{,}5\ K$$

Transformando em °C, tem-se:

$T_C = T_K - 273 \Rightarrow T_C = 439{,}5 - 273 \therefore T_C = 166{,}5\ °C$

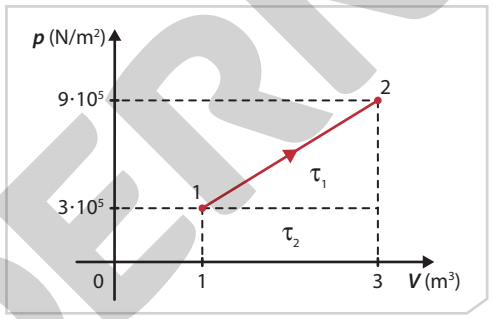
16. $$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow \frac{3 \cdot 6}{300} = \frac{p \cdot 4}{400} \therefore p = 6\ atm$$

CAPÍTULO 8
Termodinâmica

Página 95

2. O trabalho termodinâmico é numericamente igual à região delimitada no diagrama $p \times V$.

GRÁFICO $p \times V$ DE TRANSFORMAÇÃO GASOSA



HELOÍSA PINTARELLI

O cálculo da área então será:

$$\tau_1 \overset{N}{=} A_{triângulo} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{2 \cdot (6 \cdot 10^5)}{2} \therefore \tau_1 = 6 \cdot 10^5\ J$$

$$\tau_2 \overset{N}{=} A_{retângulo} = b \cdot h = 2 \cdot (3 \cdot 10^5) \therefore \tau_2 = 6 \cdot 10^5\ J$$

O trabalho total será a soma dos dois:

$$\tau_{Total} = \tau_1 + \tau_2 = 6 \cdot 10^5 + 6 \cdot 10^5 \therefore \tau_{Total} = 12 \cdot 10^5\ J$$

3. **a)** No trecho *AB* ocorre uma transformação isovolumétrica, cujo trabalho é nulo. Assim, só há realização de trabalho no trecho *BC*. Pela área do gráfico, temos:

$$\tau_{ABC} \overset{N}{=} A_{retângulo} = b \cdot h = 1 \cdot (6 \cdot 10^5) \therefore \tau_{ABC} = 6 \cdot 10^5\ J$$

b) No trecho *DC* ocorre uma transformação isovolumétrica, cujo trabalho é nulo. Assim, só há realização de trabalho no trecho *AD*. Pela área do gráfico, temos:

$$\tau_{ADC} \overset{N}{=} A_{retângulo} = b \cdot h = 1 \cdot (3 \cdot 10^5) \therefore \tau_{ADC} = 3 \cdot 10^5\ J$$

c) No trecho *AC* ocorre uma expansão com aumento de pressão; o trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área do trapézio, abaixo da linha do gráfico:

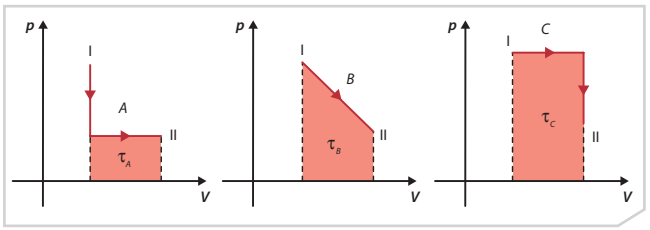
$$\tau \overset{N}{=} A_{trapézio} = \frac{(B + b) \cdot h}{2} = \frac{(6 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^5) \cdot 1}{2} \therefore \tau = 4{,}5 \cdot 10^5\ J$$

4. Alternativa **a**. Como a variação de temperatura $\Delta T = T_{II} - T_I$ é a mesma para as três transformações, temos que, $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$, ou seja, não depende do caminho. Já o trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área sob a curva correspondente à transformação gasosa e o eixo dos volumes (horizontal) no diagrama $p \times V$. Assim, temos que: $\tau_C > \tau_B > \tau_A$ $(W_C > W_B > W_A)$.

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

MODERNA

ÁREAS SOB AS RESPECTIVAS CURVAS NO DIAGRAMA $p \times V$



ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

6. Convertendo as temperaturas para a escala kelvin, temos:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 20 + 273 \therefore T_0 = 293\ K$

$T = T_C + 273 \Rightarrow T = 60 + 273 \therefore T = 333\ K$

Portanto, as energias internas inicial e final são dadas por:

$U_0 = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow U_0 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot 293 \therefore U_0 = 14\,591{,}4\ J$

$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T \Rightarrow U = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot 333 \therefore U = 16\,583{,}4\ J$

A variação da energia interna (ΔU) do gás vale:

$\Delta U = U - U_0 \Rightarrow \Delta U = 16\,583{,}4 - 14\,591{,}4 \therefore \Delta U = 1\,992\ J$

7. **c)** Falsa. Como em uma transformação isotérmica a temperatura não varia, não há variação da energia interna.

d) Falsa. A energia interna de um gás pode aumentar ou diminuir em uma transformação isovolumétrica, pois a temperatura do gás pode aumentar ou diminuir.

Páginas 104 e 105

1. **III)** Falsa. Em uma transformação adiabática, a energia interna diminui quando o gás realiza trabalho $(\Delta U = -\tau)$.

IV) Falsa. O calor recebido pelo gás em uma transformação isotérmica é convertido em trabalho $(Q = \tau)$.

2. Alternativa **a**.

3 – Falsa. O trabalho realizado pelo gás no processo B → C é dado pela área sob a curva:

$\tau_{B \to C} = 3 \cdot p_0 \cdot (2 \cdot V_0 - V_0) \therefore \tau_{B \to C} = 3 \cdot p_0 \cdot V_0$

4 – Falsa. O processo C → D não é isobárico, pois há variação de pressão.

3. **a)** Pela primeira lei da Termodinâmica temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = -80 + \Delta U \therefore \Delta U = 480\ J$

b) A temperatura em K é:

$T_0 = T_C + 273 \Rightarrow T_0 = 20 + 273 \therefore T_0 = 293\ K$

Pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = 120 + \Delta U \therefore \Delta U = 280\ J$

A energia interna de um gás ideal monoatômico é:

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow 280 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot \Delta T \therefore \Delta T \simeq 5{,}6$

$\Delta T = T - T_0 \Rightarrow 5{,}6 = T - 293 \therefore T \simeq 298{,}6\ K \simeq 25{,}6\ °C$

c) Determinando a variação de volume do recipiente, realizando as conversões de unidades, e utilizando o cálculo para a transformação isobárica, temos:

$\Delta V = A \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta V = 200 \cdot 5 \therefore \Delta V = 1\,000\ cm^3$

$\frac{1}{\Delta V} = \frac{10^6}{1\,000} \therefore \Delta V = 10^{-3}\ m^3$

$\frac{1}{3} = \frac{10^5}{P} \therefore p = 3 \cdot 10^5\ Pa$

$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = (3 \cdot 10^5) \cdot 10^{-3} \therefore \tau = 300\ J$

d) Como o êmbolo não se move, não há variação de volume, portanto o trabalho é nulo. Pela primeira lei da Termodinâmica e pela variação de energia interna, temos:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow 400 = 0 + \Delta U \therefore \Delta U = 400\ J$

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow 400 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8{,}3 \cdot \Delta T \therefore \Delta T \simeq 8$

$\Delta T = T - T_0 \Rightarrow 8 = T - 293 \therefore T \simeq 301\ K \simeq 28\ °C$

6. O rendimento, considerando as temperaturas das fontes:

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{273}{373} \therefore \eta \simeq 0{,}27$ ou $\eta \simeq 27\%$

O trabalho realizado é dado por:

$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow 0{,}27 = \frac{\tau}{1\,200} \therefore \tau = 324\ J$

7. Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

02) Incorreta. O rendimento não depende da natureza do gás, mas sim das temperaturas (ou calores trocados) iniciais e finais.

8. **a)** $\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{800}{2\,000} \therefore \eta = 0{,}4$ ou $\eta = 40\%$

b) $\tau = Q_1 - Q_2 \Rightarrow 800 = 2\,000 - Q_2 \therefore Q_2 = 1\,200\ J$

c) Transformando a unidade de medida Celsius para kelvin:

$T_1 = T_C + 273 \Rightarrow T_1 = 480 + 273 \therefore T_1 = 753\ K$

$T_2 = T_C + 273 \Rightarrow T_2 = 30 + 273 \therefore T_2 = 303\ K$

Utilizando o rendimento de Carnot, temos:

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{303}{753} \therefore \eta \simeq 0{,}6$ ou $\eta \simeq 60\%$

9. **a)** O trabalho realizado é igual à diferença entre as quantidades de calor recebido da fonte quente e cedido para a fonte fria: $\tau = Q_1 - Q_2 \Rightarrow 50 = Q_1 - 150 \therefore Q_1 = 200$ cal

Assim, o rendimento dessa máquina térmica será dado por: $\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{50}{200} \therefore \eta = 0{,}25$ ou $\eta = 25\%$

b) A temperatura prevista para a fonte fria é dada por:

$T_1 = T_C + 273 \Rightarrow T_1 = 127 + 273 \therefore T_1 = 400\ K$

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{200}{150} = \frac{400}{T_2} \therefore T_2 = 300\ K$

Em °C: $T = 300 - 273 \therefore T = 27\ °C$

UNIDADE 2 Saúde humana

CAPÍTULO 1
Cuidados com o corpo humano

Página 119

3. Alternativa **c**. Nas últimas décadas, as juventudes, algumas vezes, tem pautado sua identidade contrapondo a lógica produtivista, o que se assemelha à cultura *hippie*, buscando por exemplo as ecovilas, e em outras, um modo de vida que desfrute das possibilidades capitalistas. Essa diversidade pode ser chamada de culturas juvenis, iden-

MODERNA

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

tidade cada vez mais difícil de ser definida dentro de estruturas de classes, porém se remete a elementos culturais em uma dada experiência.

4. Alternativa **a**. A educação física favorece a interação social, pois, além de promover momentos de interação entre os estudantes, exige que eles tenham atitudes e respondam a divergências e problemas de forma coletiva, muitas vezes sem a interveção do adulto (professor).

CAPÍTULO 2
Polímeros

Página 125

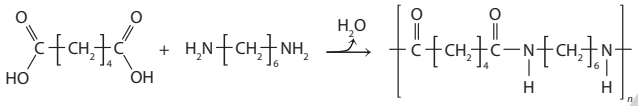
3. Alternativa **a**. A metionina é um dos vinte aminoácidos mais comuns, e o met-met é uma junção de dois aminoácidos, ou seja, um dipeptídio.

4. Alternativa **c**. **I)** Incorreta. As proteínas são formadas por um conjunto de aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas.

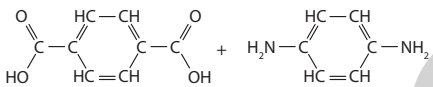
Página 132

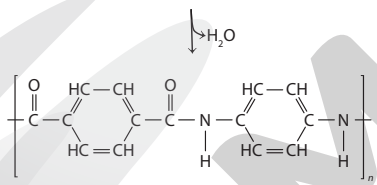
1. Alternativa **b**. As estruturas mostradas nas imagens são as unidades repetidoras do polímero, que, antes da reação de polimerização por adição, apresentavam ligações duplas entre os carbonos CH_2 e CH.

2. **b)**



3. **a)**





4. Soma: 02 + 16 = 18

01) Incorreto. O PET é um polímero de condensação, em razão da saída de água durante a sua formação.

04) Incorreto. Na reação de polimerização para obtenção do PET é produzida água, além do politereftalato de etileno.

08) Incorreto. O vidro é um material reciclável.

CAPÍTULO 3
Sons e audição humana

Página 143

2. Alternativa **c**. As ondas sonoras têm a mesma velocidade no ar, aproximadamente 340 m/s, independentemente de o som ser agudo ou grave.

3. Como 4 $cm^2 = 4 \cdot 10^{-4}\ m^2$, temos:

$$I = \frac{E}{A \cdot \Delta t} \Rightarrow I = \frac{0{,}3}{4 \cdot 10^{-4} \cdot 2} \therefore I = 375\ W/m^2$$

4. Alternativa **a**. À medida que a mariposa se distancia do morcego, que está em repouso, a intensidade dos "ecos" recebidos por esse animal, fruto da reflexão dos ultrassons na mariposa, diminui. O intervalo de tempo de retorno desses "ecos", por sua vez, aumenta por causa da distância crescente percorrida pelas ondas. A frequência dos "ecos" recebidos pelo morcego é menor do que a frequência dos ultrassons emitidos, por causa do efeito Doppler.

5. Alternativa **d**. Por conta dos obstáculos, as ondas sonoras podem refletir e contorná-los; portanto sofrem reflexão e difração.

6. Como o observador está em repouso, sua velocidade é nula, logo:

• para o veículo se afastando, temos:

$$f' = f \cdot \frac{v_s}{v_s + v_f} \Rightarrow f' = 300 \cdot \frac{340}{340 + 15} \therefore f' \simeq 287{,}3\ Hz$$

A pessoa vai perceber um som mais grave.

• para o veículo se afastando, temos:

$$f' = f \cdot \frac{v_s}{v_s - v_f} \Rightarrow f' = 300 \cdot \frac{340}{340 - 15} \therefore f' \simeq 313{,}8\ Hz$$

A pessoa vai perceber um som mais agudo.

CAPÍTULO 4
Luz e visão humana

Páginas 150 e 151

3. Alternativa **e**. Entre todas as opções, a única em que o cartão não apresenta a componente de tom vermelho é o cartão azul.

4. **II)** Falsa. Não existe um tempo de uso diário definido que seja considerado seguro para a visão.

IV) Falsa. Estudos sugerem que o excesso de luz azul emitida pelas telas dos equipamentos eletrônicos pode causar danos às células da retina. Isso pode tornar-se um fator de risco para a degeneração macular relacionada à idade.

V) Falsa. A luz azul emitida por esses aparelhos interfere na produção de melatonina e, consequentemente, no sono.

5. Alternativa **e**. A formação de imagens antes da retina é chamada miopia; a formação de imagens depois da retina, hipermetropia. As respectivas correções são realizadas com a utilização de lentes divergentes e convergentes.

6. Alternativa **d**. O cristalino é uma lente convergente natural, convergindo os raios de luz recebidos para a retina. Já a quantidade de luz que entra no olho é regulada pela pupila que tem a forma circular escura interna à íris. Por outro lado, as cores dos objetos são percebidas pelas células do tipo cone, localizadas na retina.

8. **II)** Falsa. Apenas a radiação UV-C é absorvida totalmente na atmosfera. Tanto a radiação UV-B (pelo menos parte dela) quanto a UV-A chegam à superfície terrestre e requerem óculos com filtros de proteção para esse tipo de radiação.

III) Falsa. Apesar de possuir mais baixa energia, a radiação UV-A consegue penetrar em algumas estruturas dos olhos e pode causar danos à visão.

9. **II)** Falsa. As células sensíveis às cores e cuja deficiência causa o daltonismo são as do tipo cone.

IV) Falsa. O astigmatismo é causado por alteração no formato da córnea ou na curvatura do cristalino, provocando visão embaçada ou distorcida.

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

MODERNA

Referências bibliográficas comentadas

Livros

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ricardo B. de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Esse livro apresenta os fundamentos da Química de forma clara e precisa, mostrando-a como algo dinâmico e atual. Sua leitura pode ajudar os estudantes a compreender melhor essa área do conhecimento ao relacionar as ideias químicas fundamentais e suas aplicações, utilizando ferramentas pedagógicas por meio de textos flexíveis e adaptáveis aos objetivos específicos de cada professor.

BROWN, T. L. et al. *Química*: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

Livro que trabalha a Química geral aproximando-a da realidade de nosso dia a dia.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*: gravitação, ondas e termodinâmica. 9. ed. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 2.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*: óptica e física moderna. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

Essa coleção apresenta teoria e exercícios ligados às aplicações práticas do mundo real.

HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of chemistry and physics*. 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

Uma das referências científicas mais acessadas e respeitadas das comunidades científica, técnica e médica, esse manual contém dados e recomendações internacionais de várias áreas.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman 2011.

Esse livro tem um texto atraente, bem-humorado e com muitas ilustrações, visando construir um sólido conhecimento conceitual dos princípios da Física.

MILLER, G. T; SPOOLMON, S. *Ciência ambiental*. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

Esse livro apresenta um estudo interdisciplinar sobre o funcionamento da natureza, nossa interação com esse meio e como podemos viver de maneira sustentável. Com base científica, trabalha estudos de caso e recursos visuais, e ainda apresenta um resumo no começo de cada capítulo, questões de raciocínio crítico e um glossário.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

Esse livro dá explicações para conceitos complexos e mostra uma visão clara e abrangente sobre a Bioquímica.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Livro que aborda a Ecologia utilizando diversos exemplos reais com ênfase nos dilemas humanos, como crescimento da população, gerenciamento de recursos e contaminação ambiental.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. Trad. Anne D. Villela et al. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Um livro que é referência para as Ciências Biológicas, por conta de sua visão científica e pedagógica, moldado nos atuais padrões de ensino.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. *Introdução à química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

O livro aborda a Química voltada para a questão ambiental brasileira.

Sites

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

O *site* apresenta a Base Nacional Comum Curricular seguida por este livro e que define o conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver durante a Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei n.° 8.069, de 13 de julho de 1990. Institui o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jul. 1990. p. 13 563. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm>. Acesso em: 24 ago. 2020.

O *site* dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Categorias*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/categorias.html>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Florestais. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/conservacao-das-florestass/211-sistema-nacional-de-unidades-de-conservacaoo?modal51&tipo5tableau>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Unidades de Conservação por bioma*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80229/CNUC_FEV20%20-%20C_Bio.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

Os *sites* apresentam a classificação das categorias das Unidades de Conservação de um modo geral e por biomas.

Siglas

Cefet › Centro Federal de Educação Tecnológica
Enem › Exame Nacional do Ensino Médio
Etec › Escola Técnica Estadual
Feevale › Federação de Estabelecimentos de Ensino Superior em Novo Hamburgo
Fuvest › Fundação Universitária para o Vestibular
IFCE › Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IFSUL › Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense
Insper › Instituto de Ensino e Pesquisa
Udesc › Universidade do Estado de Santa Catarina
UEL › Universidade Estadual de Londrina
UEM › Universidade Estadual de Maringá
UEPG › Universidade Estadual de Ponta Grossa
Uerj › Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFJF › Universidade Federal de Juiz de Fora
UFPR › Universidade Federal do Paraná
UFRGS › Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRN › Universidade Federal do Rio Grande no Norte
Unicamp › Universidade de Campinas
UPF › Universidade de Passo Fundo

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

MODERNA

ISBN 978-65-5779-069-4

MODERNA